

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ANÁPOLIS – UniEVANGÉLICA  
CURSO DE AGRONOMIA**

*Trichoderma* sp. **NO CONTROLE DE FUSARIOSE E PROMOÇÃO DE  
CRESCIMENTO NA CULTURA DO ALGODÃO**

**Jefferson Feliciano Silva**

**ANÁPOLIS-GO  
2020**

**JEFFERSON FELICIANO SILVA**

*Trichoderma* sp. **NO CONTROLE DE FUSARIOSE E PROMOÇÃO DE  
CRESCIMENTO NA CULTURA DO ALGODÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Centro Universitário de Anápolis-  
UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de  
Bacharel em Agronomia.

**Área de concentração:** Fitopatologia

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Klênia Rodrigues  
Pacheco Sá

**Co-orientador:** Alan Carlos Alves de Souza

**ANÁPOLIS-GO  
2020**

Silva, Jefferson Feliciano

*Trichoderma* sp. no controle de fusariose e promoção de crescimento na cultura do algodão/ Jefferson Feliciano Silva. – Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2020.

40 pgs.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Klênia Rodrigues Pacheco

Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2020.

1. *Fusarium* sp. 2. Algodoeiro 3. Controle Biológico I. Jefferson Feliciano Silva. II. *Trichoderma* sp. no controle de fusariose e promoção de crescimento na cultura do algodão.

CDU 504

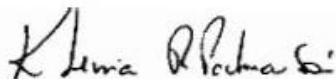
**JEFFERSON FELICIANO SILVA**

***Trichoderma* sp. NO CONTROLE DE FUSARIOSE E PROMOÇÃO  
DE CRESCIMENTO NA CULTURA DO ALGODÃO**

Monografia apresentada ao Centro  
Universitário de Anápolis –  
UniEVANGÉLICA, para obtenção do  
título de Bacharel em Agronomia.  
**Área de concentração:** Fitopatologia

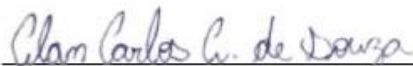
Aprovada em: 18 de Junho de 2020

Banca examinadora



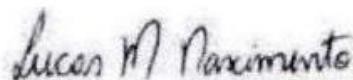
---

Prof.<sup>ª</sup>. Dr.<sup>ª</sup>. Klênia Rodrigues Pacheco Sá  
UniEvangélica  
Presidente



---

Prof. Dr. Alan Carlos Alves de Souza  
UniEvangélica



---

Prof. Dr. Lucas Marquezan Nascimento  
UniEvangélica

Dedico esse trabalho a meus pais que sempre estiveram junto comigo em todos os momentos que precisei, e a todos os professores que contribuíram com seus ensinamentos para a minha formação.

## AGRADECIMENTOS

Eu agradeço em primeiro lugar a Deus que sempre esteve comigo desde o início acompanhando meus passos, me iluminando e abençoando, que me possibilitou saúde e me deu forças nas horas mais difíceis, para que eu continue sempre firme em busca do aprendizado e sucesso.

Sou muito grato por Deus me presentear com essa família que amo, meus pais José Benedito de Deus Silva e Gilvani Feliciano Silva são minha base, com eles eu aprendi tudo me deram carinho, me ensinaram a respeitar, amar, compreender e até a ensinar, me prepararam para encarar o mundo de cabeça erguida sem desistir e sempre incentivando a seguir o caminho do sucesso, serei eternamente grato a eles. Agradeço também a meus irmãos Maria Gabrielle Feliciano Silva e Thiago José Feliciano Silva que também contribuíram para o meu crescimento e desejo que a nossa união continue assim para sempre e que cada vez mais se fortaleça.

Aos meus avós, tios e tias, padrinho e madrinha, primos que de alguma forma contribuíram para o meu desenvolvimento, seja ela qual for.

A minha prima Maria Gabriela também que me acompanhou durante esses anos, nas idas e vindas de casa para a faculdade, nos dias de estudos para a prova.

É importante lembrar de pessoas que fizeram parte da minha vida contribuindo com aprendizado desde quando eu entrei na escola até os dias de hoje “os professores” Agradeço a todos os professores que contribuíram nas várias fases de estudos, com seus ensinamentos me tornado a pessoa que sou hoje.

Em especial venho agradecer a minha orientadora Klênia Rodrigues Pacheco Sá pela atenção contínua, ensinamentos, pelos conselhos e oportunidades, e principalmente pela confiança depositada durante essa jornada. A meu Co-orientador Alan Carlos Alves de Souza que também tem me ajudado bastante, pelos conselhos, amizade, colaboração e pelas sugestões na elaboração deste trabalho.

Aos amigos que conheci durante esses anos de faculdade em que trabalhamos em conjunto por várias vezes, amigos que caminharam comigo nessa fase de minha vida e que fizeram parte dessa jornada acadêmica.

“Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente, mas o que melhor se adapta as mudanças”.

Charles Darwin

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>12</b>
2.1. CULTURA DO ALGODÃO .....	12
2.2. DOENÇAS DA CULTURA DO ALGODÃO .....	14
<b>2.2.1. Fusariose no algodoeiro</b> .....	<b>15</b>
2.3. <i>Trichoderma</i> sp. ....	17
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
3.1. PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO E ACÚMULO DE BIOMASSA.....	21
3.2. AVALIAÇÃO DE <i>Trichoderma</i> NO CONTROLE DE FUSARIOSE .....	23
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>24</b>
4.1. PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO NA CULTURA DO ALGODÃO .....	24
4.2. <i>Trichoderma</i> sp. NO CONTROLE DA FUSARIOSE NO ALGODOEIRO .....	26
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>30</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>31</b>



## RESUMO

Com grande importância econômica e social, a cultura do algodoeiro apresenta uma excelente fonte natural de fibras, se destacando no Brasil pela sua alta produção e ótima localização geográfica, além de ser um grande exportador da pluma ganhando destaque no agronegócio. No entanto fatores bióticos como doenças podem inviabilizar essa produção, assim o controle biológico pode ser utilizado para reduzir impactos no meio ambiente e a seleção de resistência. Diante disso, o trabalho tem como o objetivo verificar o uso de *Trichoderma* sp. na promoção de crescimento na fase inicial no cultivo do algodão e sua eficiência no controle da fusariose. O trabalho foi dividido em duas etapas sendo o experimento conduzido no laboratório de Biodiversidade na UniEVANGÉLICA e uma revisão bibliográfica. O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC) sendo seis tratamentos e cinco repetições na cultura do algodão, em copos plásticos com capacidade de 500 mL. Os tratamentos consistiram em: T1: Testemunha; T2: *T. asperellum* no tratamento de sementes (200 ml 100 kg<sup>-1</sup>); T3: *T. asperellum* no tratamento de sementes (200 ml 100 kg<sup>-1</sup>) + rega (100 ml); T4: *T. asperellum* no tratamento de sementes (300 ml 100 kg<sup>-1</sup>); T5: *T. asperellum* no tratamento de sementes (300 ml 100 kg<sup>-1</sup>) + rega (100 ml) e T6: *T. asperellum* no tratamento de sementes (400 mL 100 kg<sup>-1</sup>). Foi realizada a inoculação das sementes com a cepa de *T. asperellum* de acordo com cada tratamento para cada ensaio. Para os tratamentos com pulverizações de rega, estas foram feitas 7 dias após o plantio. O produto utilizado para os ensaios foi à base de *Trichoderma asperellum* (com concentração de 1x10<sup>10</sup> conídios mL<sup>-1</sup>). Após 20 dias de germinação foi realizada a medição da raiz (cm), da parte aérea (cm), peso da matéria verde (PMV) e a determinação do acúmulo de massa seca (PMS). Posteriormente a realização deste ensaio, foi verificado através de pesquisas na literatura a eficácia do teste *in vitro* e *in vivo* do antagonismo do *Trichoderma* spp. sobre o *Fusarium* na cultura do algodoeiro. Para a promoção de crescimento da parte aérea e PMS observou-se que os tratamentos T3, T4, T5 e T6 apresentaram diferença em relação ao T1 e Testemunha, enquanto que no crescimento radicular o T6 seguido do T5 apresentou melhor desenvolvimento que os demais, e o PMV não diferiu da testemunha. De acordo com a revisão conclui-se que os testes *in vitro* e *in vivo* possuem eficiência na inibição do desenvolvimento de *Fusarium* em cultura pareada e nas plantas. E que o produto comercial foi capaz de promover o crescimento das plantas.

**Palavras-chave:** *Fusarium* sp.; Algodoeiro; Controle Biológico.

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Conab (2020), a cultura do algodoeiro tem grande importância social e econômica no país, além de possuir sua área estimada em 1.703,2 mil hectares, com incremento de 5,3% em relação à safra 2018/19. O cultivo do algodoeiro ganha velocidade nas principais regiões produtoras após a colheita da soja.

Segundo a ABRAPA (2015), cultivado em mais de 60 países, o algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), produz em torno de 25 milhões de toneladas de pluma ao ano, ocupando uma área acima 35 milhões de ha, sendo uma das mais importantes *commodities* agrícolas no mundo. Considerando um dos setores de maior importância, a cotonicultura exige cada vez mais o uso de tecnologias para que se consiga responder a demanda crescente por algodão (SUASSUNA; COUTINHO, 2015).

Os estados de Mato Grosso e Bahia se destacam com a expansão da área cultivada e a influência de grandes investimentos no setor, tendo suas produções consideradas as maiores dentro da série histórica com cerca de 2,82 milhões de toneladas de algodão em pluma. Sendo a pluma responsável por ganhar competitividade no mercado internacional devido à valorização do dólar fortalecendo assim as exportações (CONAB, 2020).

No algodão em caroço, 60% de seu peso é devido as sementes e cerca de 40% é pluma. Mas essa proporção pode variar de uma cultivar para outra, sendo que cultivares mais modernas podem alcançar um rendimento maior de pluma, que na produção de fibra é bem desejável (ABRAPA, 2015).

Durante todo o ciclo da cultura do algodoeiro, surgem vários estresses devido a fatores bióticos e abióticos. O déficit hídrico, a falta de nutrientes e variações na temperatura são fatores abióticos comuns. Já os fatores bióticos, como os microrganismos e insetos são responsáveis por causar grandes problemas em diversas culturas e, que no algodoeiro reduz rendimentos e causam perdas na qualidade da fibra, desvalorizando o produto principal a ser comercializado (ECHER, 2014).

Diversos agentes patogênicos causam doenças na cultura do algodoeiro, como os fungos, bactérias, vírus e nematoides, que se adaptam muito bem as condições ambientais do Brasil. Mais de 250 patógenos foram relatados na cultura, porém alguns se destacam pela maior ocorrência em lavouras brasileiras devido seu alto potencial destrutivo. Entre as principais estão a mancha de alternaria, mancha de ramulária, mancha de mirotécio, ramulose, mancha angular,

murcha de *Fusarium*, mofo branco, tombamento, mosaico das nervuras, mosaico comum, podridão das maçãs e vermelhão (SUASSUNA et al., 2008).

Dentre essas, a murcha de *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*), também chamada de fusariose, é a principal doença do algodoeiro, sendo que o grau de resistência das variedades e as condições ambientais vão influenciar na intensidade da ocorrência do patógeno nas plantas de algodão. O fungo se distribui em todo o mundo, enquanto que no Brasil a doença se destaca nos Estados de São Paulo e Paraná, o fungo também pode permanecer no solo por vários anos, além de possuir alguns hospedeiros secundários (AGROFIT, 2019).

Com isso, o controle químico se torna o principal método utilizado pelos produtores devido a sua eficiência, mas que pode resultar em impacto ambiental pelo uso de forma inadequada. Diante disso, pesquisas são realizadas frequentemente visando a substituição desses produtos utilizando novas formas de controle para esses patógenos (SOLTANZADEH et al., 2016). Assim o controle natural ou biológico tem sido bastante utilizado em estudos que usam organismos como uma estratégia para o controle dessas doenças (LIU et al., 2012).

O *Trichoderma* spp. é amplamente estudado como controle biológico para uma gama de fitopatógenos, sendo de um gênero fúngico (MACHADO; SILVA, 2013). Possuem também isolados que agem de várias formas no antagonismo a fungos fitopatogênicos sendo: antibiose, competição, indução de defesa do hospedeiro e hiperparasitismo, mecanismos essenciais para o controle biológico de doenças (MACHADO et al., 2012).

O gênero *Trichoderma* também possui fungos que tem grande importância para o aumento do crescimento vegetal. Esses microrganismos podem atuar de forma positiva na germinação de sementes, no crescimento e desenvolvimento vegetal da cultura devido a existência de substâncias que promovem o crescimento melhorando a nutrição das plantas (OLIVEIRA et al., 2012; SILVA et al., 2012). Os promotores de crescimento das plantas também são responsáveis pelo aumento da produção agrícola, tornando os produtos biológicos mais competitivos, diferenciados e reduzindo o custo para o produtor (POMELLA; RIBEIRO, 2009; MACHADO et al., 2012). Diante disso, o trabalho tem como objetivo verificar o uso de *Trichoderma* sp. na promoção de crescimento na fase inicial no cultivo do algodão e sua eficiência no controle da fusariose.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. CULTURA DO ALGODÃO

De acordo com pesquisas, o algodoeiro teve sua origem na Índia. Na América pré-colombiana, a planta já era conhecida pelos nativos que, além de plantar algumas espécies de algodão, sabiam manusear o produto obtido extraíndo a fibra, fiando e tecendo. Entretanto foi no século XVIII, quando Sir Richard Arkwright e Edmond Cartwright criaram a máquina de fiar e o de tear mecânico e o Eli Whitney com a invenção do descascador mecânico, com essas criações, a indústria têxtil ganhou impulso (BUENO et al., 2004).

Então os portugueses encontraram a planta sendo cultivada na região Nordeste do Brasil, disseminando posteriormente para outras regiões como Centro-oeste e Sul. Redes e algumas peças de roupa assim como tochas incendiárias presas por flechas eram fabricadas com o algodão pelos índios (SANTO et al., 2001). E em 1760, as fibras têxteis de algodão já faziam parte dos produtos que eram exportados para a Europa (AMPA, 2017).

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é considerado uma das principais *commodities* mundiais do agronegócio de fibras e fios naturais. A fibra participa na composição do vestuário da população mundial com mais de 40%, além do óleo que é extraído sendo a terceira matéria prima mais utilizada na produção de biodiesel do Brasil ABRAPA (2016). Com uma área que supera 35 milhões de ha plantados no mundo, para uma produção de 24 milhões de toneladas de fibra, aos quais se destacam China, Índia, Estados Unidos, Paquistão e Brasil (ABRAPA, 2016; FAO, 2016).

Responsável por uma grande e importante fonte de empregos e de renda no campo, a cultura do algodão integra uma atividade agrícola de grande importância na parte social e econômica (SILVA et al., 2009). Dessa forma, a fibra de algodão se torna fundamental para a indústria têxtil, além da produção de biodiesel, ração para ruminantes, produtos farmacêuticos, óleos e estando presente até na cédula do dinheiro (ZONTA, 2015).

A planta do algodoeiro é uma eudicotiledônea, pertencente à família Malvaceae, gênero *Gossypium*, e possui grande importância social e econômica no mundo. Onde estão descritas cerca de 52 espécies, sendo que quatro são de maior importância econômica: *G. hirsutum* L., *G. barbadense* L., *G. herbaceum* L. e *G. arboreum* L. (GADELHA, 2014). Essa relevância mundial se deve ao fato de que o algodoeiro é responsável por movimentar diversos setores da economia, como a indústria têxtil, agroindústrias e pequenos e grandes agricultores (CHITARRA, 2014).

A espécie *G. hirsutum*, apresenta destaque pela maior concentração de características agrônomicas desejáveis, maior importância comercial, e responde por mais de 90% das fibras de algodão produzidas no mundo, Lee citado por Montalvão (2016). Estima-se que, nos mais de 100 países que cultivam algodão usam mais de 2500 cultivares (BELTRÃO; ARAÚJO, 2004). A espécie *G. hirsutum* L. é considerada uma das principais espécies domesticadas pelo homem entre as mais de 230 mil espécies de plantas superiores (QUEIROZ, 2017).

A espécie é perene cultivada como anual, ereta, com raiz pivotante profunda e com pequeno número de raízes secundárias na superfície. O caule tendo altura variável, herbáceo ou lenhoso, apresentando ramos vegetativos e frutíferos. As folhas são pecioladas, geralmente cordiforme, de consistência coriácea ou não, e inteiras ou recortadas com três a nove lóbulos (SEAGRI, 2013).

O botão floral apresenta um formato de vela devido ao alongamento das pétalas antes da abertura da flor (RITCHIE et al., 2007). As flores são hermafroditas e axilares, com coloração creme nas flores recém-abertas sendo considerada uma planta com sistema reprodutivo intermediário, uma vez a planta pode se reproduzir por autogamia, dependendo das condições ambientais (LIMA et al., 2014). No dia da antese as flores apresentam coloração branca, e após a polinização, que ocorre algumas horas após a antese, a cor muda para um tom rosáceo (RITCHIE et al., 2007).

Já no aspecto fisiológico, trata-se de uma cultura que se destaca pela adaptação a ambientes com indisponibilidade hídrica, devido aos ajustes fisiológicos e a capacidade de crescimento e plasticidade radicular (AQUINO et al., 2012). Essa habilidade de tolerar como a falta de água é influenciada pela base genética das cultivares escolhidas para o ambiente. O melhoramento de algodão no Brasil é forte e gera cultivares aptas para várias regiões geográficas, melhorando o manejo e elevando a competitividade das fibras (VASCONCELOS, 2016).

## 2.2. DOENÇAS DA CULTURA DO ALGODÃO

A ocorrência de doenças na cultura do algodoeiro vem se expandindo ao longo dos últimos anos. Diante disso, o manejo de doenças se tornou importante para a manutenção do sucesso alcançado com a cultura em grandes extensões de área. Tanto a produção do algodoeiro como a qualidade da fibra e das sementes podem ser afetados pelas doenças. O poder destrutivo de cada patógeno e a intensidade com que ocorre a doença são claramente proporcionais aos danos (SIQUERI, 2005).

Devido a surtos epidêmicos de doenças, observa-se redução na produtividade em todas as áreas que cultivam algodão no mundo. Com as condições climáticas, não só a cultura é favorecida, como também vários patógenos encontram condições ideais para o seu desenvolvimento, causando várias enfermidades, o que diminui a produtividade, aumentando os custos de produção (SILVA, 2010).

Na região do cerrado utiliza-se um modelo atual de produção, em que extensas áreas são cultivadas com um número limitado de variedades, além de comportamentos semelhantes aos patógenos, resultando no agravamento de doenças que, até então, eram consideradas secundárias, além de pressionar o aparecimento de novas doenças. Por isso é necessário que medidas de controle sejam tomadas em tempo hábil de forma a não ocasionar perdas (IAMAMOTO, 2003).

Muitas doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides atacam o algodoeiro, as quais anualmente tem causado reduções na produtividade e qualidade da fibra. Algumas doenças têm se tornado extremamente importantes durante o cultivo, quando associado ao aumento da área e a suscetibilidade da maioria das cultivares utilizadas. No Brasil com a concentração do cultivo de algodão na região do cerrado principalmente nos estados de Mato Grosso e Bahia, a ocorrência de várias doenças como alternaria, ramulária, mancha de mirotécio, ramulose, mancha angular, mofo branco, tombamento, podridão das maçãs e vermelhão é possível devido as condições ambientais favoráveis (SUASSUNA et al., 2008).

Os avanços genéticos e as melhorias do sistema de produção possibilitaram um aumento expressivo na produtividade da cultura nos últimos anos. Todavia, há uma procura frequente por inovações, visto que, as condições edafoclimáticas do Cerrado brasileiro assim como o sistema de cultivo e o número de variedades reduzido sendo muitas suscetíveis a mais de uma doença, aumentando a probabilidade de surtos epidêmicos (SUASSUNA; COUTINHO, 2015).

### 2.2.1. Fusariose do algodoeiro

Entre os diversos fatores que limitam o rendimento do algodoeiro, as doenças ocupam lugar de destaque, e em alguns casos o prejuízo pode ser total. Embora de difícil mensuração, sabe-se que os prejuízos acarretados são grandes (SIQUERI, 2005).

Segundo Hoogerheide (2004) o programa de melhoramento do algodão teve início em 1924, sendo que entre 1940 e 1970 buscou-se o programa de melhoramento do algodoeiro para caracteres tecnológicos da fibra e resistência a doenças como fusariose ou murcha de *Fusarium*. Com isso em 1970 a indústria têxtil passou a exigir mais produtos, maior resistência de fibra e materiais mais uniformes, exigências essas que podem ser interrompidas devido ao aparecimento do fungo.

A murcha de *Fusarium* ou fusariose tendo como agente causal o *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* é considerada a principal doença do algodoeiro, a qual encontra-se disseminada em todas regiões produtoras de algodão do mundo, afetando diretamente a produção. O patógeno foi relatado pela primeira vez trazendo danos a cotonicultura em Alabama, Estados Unidos no ano de 1892, Atkinson citado por Davis et al., (2006), e logo no início do século XX, a doença já havia sido relatada em várias regiões produtoras do mundo (DAVIS et al., 2006).

Na década de 1930 o Brasil teve seu primeiro relato em Alagoinha, Paraíba. No final da década de 1950 a doença já se encontrava disseminada nas regiões produtoras do Estado de São Paulo, sendo responsável pela fase de decadência da cotonicultura paulista Veigas; Krug; Cia citado por Montalvão (2016). Desde então esse patógeno disseminou para outras regiões produtoras de algodão no país, surgindo a necessidade de desenvolver variedades resistentes como uma forma de controle do patógeno (AMORIM et al., 2011).

O gênero *Fusarium* é extremamente diversificado e extensivamente distribuídos em todo o mundo, sendo encontrado em regiões temperadas à tropicais (LESLIE; SUMMERELL, 2006). Macroconídios, microconídios e clamidósporo são esporos produzidos pelo patógeno na fase assexual, sendo que os clamidósporos correspondem a estrutura de resistência do patógeno (FOURIE et al., 2011). Assim, existe espécies de fungos que são habitantes de solo na ausência do hospedeiro por longos períodos (AGRIOS, 2005).

O *Fusarium* pode ocorrer em qualquer estágio de desenvolvimento do algodão, e causa amarelecimento em plântulas, enegrecimento e necrose das folhas cotiledonares, resultando em

perdas nas estruturas e podendo levar a planta a morte. Enquanto que em plantas adultas se apresentam menores, com folhas e capulhos reduzidos. Os sintomas originam-se nas folhas basais com perda de turgescência e, em áreas irregulares da superfície foliar, tem-se amarelecimento, crestamento do limbo e sucessivamente a queda das folhas. Ao longo do processo infeccioso, ocorrem perdas de todas as folhas e caem as brotações restando apenas o caule enegrecido (DAVIS et al., 2006).

Seccionando-se longitudinalmente caules e raízes, pode se observar outro sintoma característico dessa doença, a descoloração dos feixes vasculares, acarretado pela obstrução do lúmen dos vasos pela formação de tiloses, presença de esporos e micélio do fungo e/ou por substâncias nos vasos que são metabolizadas pelo fungo. Em decorrência disso, verifica-se a murcha da planta, sintoma que nomeia a doença (AMORIM et al., 2011).

A sua dispersão pode ser a curtas distâncias, onde mecanismos como água, o vento e máquinas agrícolas podem ajudar na disseminação de áreas contaminadas para áreas onde ainda não se encontra presente o patógeno. Sementes contaminadas internamente ou externamente são responsáveis por dispersar o patógeno em longas distâncias (DAVIS et al., 2006).

A infecção inicia nas raízes, podendo ser favorecida pela presença de nematoides, como *Meloidogyne incognita*, que aumenta a severidade, devido ao processo de parasitismo exercido por este, o que aumenta a sensibilidade da planta (AMORIM et al., 2011). Além disso, os nematoides ferem as raízes das plantas durante a penetração, o que facilita a entrada do fungo nas áreas afetadas da raiz (PAIVA et al., 2001). Outras condições, como pH baixo, alto teor de areia no solo, fertilidade desequilibrada, temperaturas entre 25° C e 32° C e alta umidade, favorecem a doença (BORÉM; FREIRE, 2014).

O uso de variedades resistentes como método de controle de murcha de fusarium apresenta pouca relevância, pois o patógeno quebra a resistência das principais cultivares que são utilizadas comercialmente, certamente devido a variabilidade genética alta e a fragilidade dos hospedeiros (EGAMBERDIEV et al., 2013). Além de que, para controlar a doença o programa de melhoramento precisa compreender a estrutura da população e modo de transmissão desse patógeno (WANG et al., 2006).

Assim, exceto para os tratamentos de sementes o uso de fungicidas não é recomendado para o manejo de murcha vascular, visto que eles não são capazes de impedir a infecção e a colonização do patógeno no floema (CARVALHO et al., 2011). Portanto, pesquisadores buscaram métodos eficientes para gerenciar doenças tendo base o controle biológico utilizando *Trichoderma* spp. com o objetivo de



reduzir a incidência desses agentes causais especialmente quando aplicados em sementes (CARVALHO et al., 2011; LAZAROTTO et al., 2013; PEREIRA et al., 2014).

### 2.3. *Trichoderma* sp.

O *Trichoderma* é considerado um fungo mitospórico, que pertence ao filo Ascomycota. É um gênero que apresenta esporos e clamidósporos em sua estrutura, além de ser um agente muito utilizado como controle biológico devido a sua capacidade de eliminar fungos patogênicos que causam doenças em plantas. Ele interage com as plantas introduzindo resistência a fatores bióticos e abióticos e são responsáveis por promover crescimento das plantas devido a produção de fitormônios e aumento de nutrientes disponíveis pela fixação de nitrogênio ou solubilização de fósforo (RUBIO et al., 2012).

É considerado um dos antagonistas mais estudados, sendo considerado microrganismos de vida livre, com alta interação no solo, nas superfícies radiculares e no interior dos tecidos vegetais (MACHADO et al., 2012). Auxiliam também na solubilização de nutrientes na rizosfera, o que melhora a absorção pelas raízes, despertando então grande interesse dos pesquisadores (HARMAN et al., 2012).

A capacidade de reprodução *in vitro* é uma característica importante do *Trichoderma*, o que possibilita e facilita o estudo desse microrganismo para o desenvolvimento de novas tecnologias, já que permite melhorar o desempenho funcional da planta pela sua facilidade em colonizar a rizosfera, possibilitando maior disponibilidade e aproveitamento de nutrientes (AGUIAR, 2013). O *Trichoderma* se destaca como bioprotetor devido sua atuação como antagonista de alguns fitopatógenos que possuem importância econômica além de promover o crescimento e florescimento de plantas. São fungos simbiotes endofíticos de plantas utilizados no tratamento de sementes de forma ampla e para melhor crescimento e produtividade das plantas (MASTOURI et al., 2010).

Em 1919 a expressão “controle biológico” foi utilizado pela primeira vez pelo pesquisador Harry S. Smith. Porém, os primeiros a aplicar o método de controle foram os chineses, com a espécie de formiga *Oecophylla smaragdina*, no combate de lepidópteros e coleobrocas, no século III a.C. No Brasil, com o objetivo de combater a cochonilha branca do pessegueiro, a introdução dos inimigos naturais iniciou em 1921 (SILVA; BRITO, 2015).

Esses agentes biológicos têm capacidade de se estabelecer, colonizar e dispersar no ecossistema, e pesquisadores tem buscado microrganismos com essas potencias biológicas a fim de reduzir o uso de defensivos agrícolas sem comprometer a produtividade agrícola

(ÁVILA et al, 2005). Dessa forma o uso do controle biológico se torna um grande passo em uma produção sustentável e limpa (MORANDI; BETTIOL, 2009).

Diante do ponto de vista agroecológico, um dos grandes requisitos de grandes empresas é a redução no uso dessas substâncias químicas. Assim estudos estão sendo realizados para redução de agrotóxicos e motivação ao uso de métodos alternativos, pois há uma preocupação da sociedade com o impacto da agricultura no ambiente (BETTIOL; MORANDI, 2009; RAUT; KARUPPAYIL, 2014).

Espécies do gênero *Trichoderma* vem sendo bastante utilizado como controle biológico de fungos fitopatogênicos. Eles apresentam rápido crescimento e são facilmente encontrados e cultivados, além de não ser patogênicos para as plantas nem para o homem (MACHADO et al., 2012).

Esses fungos podem habitar madeira em decomposição, como também são conhecidos pela capacidade de parasitar outros fungos. Algumas espécies conseguem colonizar a rizosfera podendo alcançar o interior de tecidos vegetais, influenciando no crescimento vegetal como na indução de resistência sistêmica a infecções fúngicas (CARRERAS-VILLASENOR et al., 2012).

Todo sucesso atribuído ao gênero na rizosfera é devido a sua elevada capacidade reprodutiva, mediante a produção e dispersão de conídios, a capacidade de desenvolver em condições ambientais desfavoráveis, habilidade de alterar a rizosfera, eficiência na utilização de nutrientes e sua agressividade em relação aos fungos fitopatogênicos (BENÍTEZ et al., 2004; CARRERAS-VILLASEÑOR et al., 2012).

Microrganismos benéficos e antagonicos podem impedir o crescimento de fitopatógenos através de competição por nutrientes, espaço e limitação de nutrientes para o patógeno (ZIVKOVIC et al., 2010; MARASCO et al., 2012). A interação entre os microrganismos, na produção de metabólitos, de forma a inibir o patógeno é uma relação antagonista conhecida como antibiose. Já a competição é quando há uma disputa por alimento ou espaço, enquanto que microrganismos que alimentam de estruturas vegetativas ou reprodutivas do outro é uma relação conhecida como parasitismo. E a predação onde se obtém alimento através de outra fonte. (MORANDI et al., 2014).

O gênero possui uma característica saprofítica que lhe confere um conjunto de hidrolases bem vasto. As enzimas secretadas por espécies de *Trichoderma* funciona como uma chave para colonização de vários substratos como também para a ativação de defesa da planta hospedeira (HERMOSA et al., 2012).

Suas estruturas químicas e antibióticas apresentam peso molecular baixo, sendo voláteis e apolares, o que resulta em alta concentração de antibióticos na camada do solo. Já na interação física entre o *Trichoderma* e as plantas, se aplica mais uma relação de simbiose do que de parasitismo, pois a planta torna-se protegida de doenças e o fungo ocupa o nicho nutricional (VINALE et al., 2008). Além disso são considerados fungos oportunistas, simbioses de plantas, competidores fortes da rizosfera, constituindo fontes de enzimas que degradam a parede celular de outros fungos, além de importantes produtores de antibióticos e parasitas de fungos fitopatogênicos (KUMAR et al., 2012).

Com capacidade de colonizar diferentes órgãos de plantas os microrganismos promotores de crescimento exercem sobre as plantas estímulo na germinação das sementes e posterior promoção de crescimento tanto da parte aérea quanto das raízes, e no desenvolvimento de órgãos reprodutivos que influenciarão de forma positiva no aumento da produtividade (DEY et al., 2004).

Responsáveis por diversas transformações químicas envolvidas no processo de ciclagem de nutrientes para as plantas os microrganismos de solo são de fundamental importância na agricultura (SOTTERO, 2003). A ação desses microrganismos sobre o desenvolvimento da planta é ampla, incluindo efeitos benéficos na germinação de sementes, emergência de plântulas, crescimento e produtividade (LIMA, 2010).

Apresentam grande importância econômica para a agricultura e por serem capazes de atuarem como agentes de controle de doenças de várias plantas, os fungos do gênero *Trichoderma* são responsáveis por promover o crescimento das plantas, pois, algumas espécies desse fungo estão sempre associadas a colonização da raiz resultando no aumento, crescimento e desenvolvimento das raízes das plantas o que facilita a absorção e utilização de nutrientes, melhorando a produtividade, além de induzir resistência a doenças (SANTOS et al., 2012).

Portanto a promoção de crescimento das plantas para o aumento da produção agrícola será uma das táticas mais importantes no mundo. Isso porque há uma demanda crescente pela diminuição da dependência de fertilizantes minerais e para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável (MACHADO et al., 2012).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi composto por duas etapas sendo um experimento realizado em laboratório envolvendo o *Trichoderma* na promoção de crescimento e acúmulo de biomassa em plantas de algodão e uma segunda parte como revisão bibliográfica sobre o uso do *Trichoderma* no controle da fusariose na cultura do algodão.

#### 3.1. PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO E ACÚMULO DE BIOMASSA

O ensaio foi conduzido em condições controladas, no laboratório de Biodiversidade no Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, que fica situado na Av. Universitária Km. 3,5 – Cidade Universitária, tendo as coordenadas geográficas, Latitude 16°19'36"S e Longitude 48°27'10"W, com altitude 1.017 m, Anápolis - GO.

O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC) sendo seis tratamentos e cinco repetições na cultura do algodão, realizado em copos plásticos com capacidade de 500 mL. Os tratamentos consistiram conforme descritos na tabela 1.

TABELA 1: Tratamentos com *Trichoderma asperellum* utilizados em experimentos para promoção de crescimento em sementes de algodão da cultivar BRS 432 B2RF no Laboratório de Biodiversidade, Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA, Goiás, 2020.

Tratamento	
T1	Testemunha (água)
T2	<i>T. asperellum</i> no tratamento de sementes (200 mL 100 kg <sup>-1</sup> )
T3	<i>T. asperellum</i> no tratamento de sementes (200 ml 100 kg <sup>-1</sup> ) + rega (100 ml)
T4	<i>T. asperellum</i> no tratamento de sementes (300 ml 100 kg <sup>-1</sup> )
T5	<i>T. asperellum</i> no tratamento de sementes (300 ml 100 kg <sup>-1</sup> ) + rega (100 ml)
T6	<i>T. asperellum</i> no tratamento de sementes (400 ml 100 kg <sup>-1</sup> )

Foi realizada a inoculação das sementes com a cepa de *T. asperellum* de acordo com cada tratamento para cada ensaio (Figura 1). O produto utilizado para os ensaios foi à base de *Trichoderma asperellum* (com concentração de  $1 \times 10^{10}$  conídios mL<sup>-1</sup>), fornecido pela empresa Biosoja, o qual apesar de ser um produto de comercialização ainda não se encontra no mercado. Em seguida, 6 sementes da cultivar BRS 432 B2RF foram semeadas em copos plásticos com 500g de solo, adubado com NPK (5-25-15), de acordo com a recomendação de 400 Kg ha<sup>-1</sup>. Foi feita análise do solo utilizado obtendo os seguintes resultados, pH:5,00; Ca:2,10 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>;

Mg:0,60cmol/dm<sup>3</sup>; Al:0,0cmol/dm<sup>3</sup>; H+Al:3,60cmol/dm<sup>3</sup>; K:0.15cmol/dm<sup>3</sup>; P:1,3mg/dm<sup>3</sup>; MO:2,6%; CTC: 6,4. Para os tratamentos com pulverizações de rega, estas foram feitas 7 dias após o plantio. Os ensaios foram mantidos no Laboratório de Biodiversidade do Centro Universitário de Anápolis- UniEVANGÉLICA sob temperatura ambiente e irrigados uma vez ao dia.

Após 20 dias de germinação (Figura 2), as plantas de algodão foram retiradas dos copos e lavadas com água corrente, a fim de que restasse toda a estrutura desse vegetal. Sendo avaliado quatro plantas por repetição. Em seguida, foi realizado a medição da raiz (cm), da parte aérea (cm), com o auxílio de uma régua milimétrica na graduação de 0 a 30 cm. Foi pesado a matéria verde (PMV) e em seguida submetidas a secagem em estufa a 70°C até atingir peso constante (72 horas) e, em seguida, pesadas para determinação do acúmulo de massa seca (PMS). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias geradas comparadas pelo teste Duncan ( $p \leq 5\%$ ) utilizando o programa estatístico Assistat Software Version 7.7.

**FIGURA 1:** Distribuição dos tratamentos após a aplicação de acordo com os tratamentos com *Trichoderma asperellum* em sementes de algodão.



**FIGURA 2:** Plantas de algodão com 20 dias após o plantio e aplicação dos tratamentos com *Trichoderma asperellum* via semente.



3.2.

### 3.2.AVALIAÇÃO DE *Trichoderma* NO CONTROLE DE FUSARIOSE

Em relação ao uso de *Trichoderma* no controle de fusariose, foi realizado uma revisão bibliográfica sobre sua eficiência na cultura do algodão, com finalidade de conhecimentos sobre o determinado tema e sua contribuição para a agricultura. Para a presente pesquisa foram coletados artigos científicos, dissertações e teses, com a associação ao termo *Trichoderma* com as seguintes palavras chave: *Trichoderma* \*algodão\*, antagonismo \*controle\*. Foi utilizado asterisco (\*) na pesquisa a fim de ter maior amplitude nas buscas. Para a pesquisa, utilizou referências disponíveis em diversos Portais ou Bibliotecas Digitais, produzidos por Universidades de vários estados brasileiros, bem como internacionais, com acesso ao texto completo, artigos de periódicos científicos disponíveis em texto completo nos sites de suas próprias editoras e outras informações de interesse.

Utilizou-se também sites de buscas acadêmicas como: Google Acadêmico - <<https://scholar.google.com.br/>>; AGROBASE: Base Bibliográfica da Agricultura Brasileira; Banco de Teses da CAPES; Bases de Dados da Pesquisa Agropecuária EMBRAPA (BDPA); Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD); Bioline International; Directory of Open Access Journals (DOAJ); Directory of Open Access Books (DOAB) e SciELO.ORG. Através da análise de todo o material levantado, levou em consideração a contribuição científica

referente ao tema e conclusões apresentadas foram utilizados como material para discussão dos resultados nesse trabalho.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO NA CULTURA DO ALGODÃO

Para o ensaio de promoção de crescimento em plantas de algodoeiro, em relação ao comprimento da parte aérea os tratamentos: *T. asperellum* no tratamento de sementes (200 ml 100 kg<sup>-1</sup>) + rega (100 ml); *T. asperellum* no tratamento de sementes (300 ml 100 kg<sup>-1</sup>); *T. asperellum* no tratamento de sementes (300 ml 100 kg<sup>-1</sup>) + rega (100 ml) e *T. asperellum* no tratamento de sementes (400 ml 100 kg<sup>-1</sup>) diferiram dos demais tratamentos como mostra a tabela 2, observando um incremento de comprimento da parte aérea de até 48% quando comparado a testemunha.

**TABELA 2** - Comprimento da parte aérea (cm), radicular (cm), peso da massa verde PMV (g) e peso da massa seca PMS (g) e plantas de algodão tratadas via semente e rega com *Trichoderma asperellum*.

Tratamentos	Parte Aérea	Raiz	PMV	PMS
Testemunha (água)	8,5 b <sup>1</sup>	6,7 b	3,7 a	0,19 b
<i>T. asperellum</i> no tratamento de sementes (200 ml 100 kg <sup>-1</sup> )	7,3 c	7,1 b	3,0 a	0,19 b
<i>T. asperellum</i> no tratamento de sementes (200 ml 100 kg <sup>-1</sup> ) + rega (100 ml)	11,7 a	7,9 b	4,2 a	0,25 ab
<i>T. asperellum</i> no tratamento de sementes (300 ml 100 kg <sup>-1</sup> )	10,5 a	7,7 b	3,2 a	0,23 ab
<i>T. asperellum</i> no tratamento de sementes (300 ml 100 kg <sup>-1</sup> ) + rega (100 ml)	11,6 a	8,5 ab	4,0 a	0,22 ab
<i>T. asperellum</i> no tratamento de sementes (400 ml 100 kg <sup>-1</sup> )	12,6 a	9,6 a	4,25 a	0,3 a
<b>CV%<sup>2</sup></b>	12,8	24,38	44	40,2

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si segundo Duncan a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup>Coeficiente de variação.

Em se tratando do uso da cepa do *Trichoderma asperellum*, na inoculação das sementes percebeu-se um aumento positivo no crescimento das plântulas de algodão quando se comparado a testemunha. Essa rápida emergência das plantas diminui o tempo da semente e da plântula no solo e favorece um menor contato com patógenos presentes no solo e no ambiente externo nos primeiros estágios da planta (LANNA FILHO et al., 2010). Como também Monteiro et al. (2006) obteve resultados positivos em plantas de algodão tratadas com *T.*



*asperellum* em diferentes dosagens, tendo incremento de altura de até 12,7% em relação a testemunha.

Segundo Machado et al. (2012) o *Trichoderma* sp. pode ser considerado um bioestimulante de crescimento, aumentando a absorção de nutrientes e a resistência à fatores bióticos não favoráveis ao desenvolvimento da planta. Assim de acordo com Hoyos-Carvajal et al. (2009), que avaliaram a produção de metabólitos por 101 isolados de *Trichoderma* spp. constataram a produção de ácido indolacético (AIA) ou análogos da auxina por 60% das cepas estudadas, 20% delas foram capazes de produzir formas solúveis de fosfato de rocha fosfática, e 8% mostraram capacidade de produzir sideróforos que são agentes quelantes de ferro. Isto pode permitir o aumento de produtividade e de altura de planta em comparação com a testemunha.

Em relação ao comprimento radicular das plantas, o tratamento com *T. asperellum* no tratamento de sementes (400 ml 100 kg<sup>-1</sup>) seguido do tratamento *T. asperellum* no tratamento de sementes (300 ml 100 kg<sup>-1</sup>) + rega (100 ml), observaram um maior desenvolvimento em relação a testemunha e demais tratamentos com um incremento de até 43% em relação a testemunha.

Esses resultados estão de acordo com Hermosa et al. (2012) que confirmam que algumas linhagens de *Trichoderma* podem interagir diretamente com as raízes, aumentando o crescimento das plantas. Para Harman et al. (2004a) e Harman et al. (2004b), *Trichoderma* otimiza a absorção de nutrientes, melhorando o desenvolvimento vegetativo das plantas. Bem como Harman (2000), afirma que *Trichoderma* spp. mostra eficiência quando próximo as raízes das plantas, devido a sua característica antagonista e por serem fungos naturais do solo e da rizosfera.

Segundo Bortolin et al., (2019) o sistema radicular das plantas pode ser influenciado pelos tratamentos contendo *Trichoderma* sp. isso porque a presença do fungo permite aumentar a superfície radicular e conseqüentemente a absorção dos nutrientes pelas plantas. Plantas mais enraizadas possuem maior capacidade para absorver água e nutrientes que estão disponíveis no solo, garantindo assim, uma rápida alocação de substâncias para os drenos preferenciais da planta, como os grãos. Este processo é importante para evitar o abortamento de embriões em caso de estresse do ambiente (DOURADO NETO et al., 2014).

Quando analisado o peso da massa verde, não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos e testemunha. Para o peso da massa seca, o tratamento *T. asperellum* no tratamento de sementes (400 ml 100 kg<sup>-1</sup>), seguido dos tratamentos *T. asperellum* no tratamento de

sementes (200 ml 100 kg<sup>-1</sup>) + rega (100 ml); *T. asperellum* no tratamento de sementes (300 ml 100 kg<sup>-1</sup>); *T. asperellum* no tratamento de sementes (300 ml 100 kg<sup>-1</sup>) + rega (100 ml) obtiveram melhores médias com incremento de até 57% quando comparado a testemunha.

Em experimento realizado por Lima et al. (2012), com a utilização de produtos comerciais a base de *Trichoderma* sp. para avaliar a promoção do crescimento de plantas de abacaxi (*Ananas comosus*), os autores encontraram resultados positivos com relação aos parâmetros de altura de planta e massa seca. Assim como Venegas et al. (2010), em um trabalho com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes produtos no tratamento de sementes e desenvolvimento do algodoeiro, entre eles *Trichoderma* spp. observaram não haver diferença significativa no tamanho das plantas com 15 dias, porém, com 30 dias os tratamentos com presença de *Trichoderma* spp. apresentaram plantas maiores e maior massa de matéria seca que a testemunha. Por outro lado, Guareschi et al. (2012) através da inoculação de *Trichoderma* sp. via tratamento de sementes e após 10 dias da emergência, notaram que houve promoção do crescimento de parte aérea e raízes da cultura do girassol (*Helianthus annuus*) e soja.

Em outro trabalho, sementes de algodão (*Gossypium hirsutum*), foram tratadas com *Trichoderma harzianum* com o objetivo de avaliar a eficiência dos tratamentos de sementes e comparar com os fungicidas carboxin+thiram, carbendazin+thiram e flutolanil. Os resultados obtidos foram positivos com maior comprimento de parte aérea e massa de matéria seca de plântulas (FARIA; ALBUQUERQUE; NETO, 2003).

#### 4.2. *Trichoderma* sp. NO CONTROLE DA FUSARIOSE NO ALGODOEIRO

De acordo com dados levantados da literatura referente a eficiência de *Trichoderma* sp. no controle da fusariose, demonstra que a seleção *in vivo* é essencial para um bom resultado para o biocontrole em campo, mas a seleção de antagonistas *in vitro*, apesar de restrições quanto a sua eficácia, é uma técnica bastante aplicada na utilização de potenciais biocontroladores, como testes preliminares, por consumir pouco tempo, espaço e material (FARIA et al., 2002). O método de cultura pareada em disco de agar é o meio mais utilizado em estudos de antagonismos *in vitro*, existindo inúmeros relatos de sucessão na seleção de microrganismos, visando ao controle biológico de fitopatógenos (MARIANO, 1993).

Dentre os muitos agentes com potencial de biocontrole, o fungo *Trichoderma* spp. tem sido um dos mais estudados e comercialmente vendidos como biofungicidas, biofertilizantes e

inoculantes de solo, não sendo tóxico ao homem e animais (DUBEY et al., 2007; MONTALVÃO, 2012). Além disso é considerado simbiote, avirulento as plantas, induz a resistência de plantas a doenças causadas por fungos e bactérias, podendo atuar como agente de controle de fitopatógenos em várias culturas, promovendo ação antagônica (CHEN et al., 2011; NETO et al., 2016).

De acordo com Carvalho et al. (2011) avaliando o controle de *fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli in vitro* por seis isolados de *Trichoderma harzianum*, mostraram que todos os isolados apresentaram antagonismo contra o patógeno. Os testes *in vitro* permitem que alguns mecanismos de ação considerados importantes como antibiose e hiperparasitismo sejam verificados, pois atuam na promoção competitiva do *Trichoderma* em relação a outros fungos (LIU et al., 2009; LOUZADA et al., 2009).

Lopes et al. (2012) relataram 60% de inibição do crescimento micelial *Sclerotinia sclerotiorum* pela ação de metabolitos voláteis de *T. harzianum*. Conforme Vinale et al. (2008) a redução do crescimento micelial de *Fusarium* spp. pelo fungo *Trichoderma harzianum* pode ser atribuída a competição por nutrientes presentes no meio de cultura, por espaço ou hiperparasitismo.

Por outro lado, Durbey et al. (2007) constataram que espécies do gênero *Trichoderma* spp. tem a capacidade de inibir o crescimento de *F. oxysporum* f. sp *ciceris* pela produção de metabolitos não voláteis. Para Montalvão, (2012) o antagonismo *in vitro* de 34 isolados de *Trichoderma* spp. contra *Sclerotinia sclerotiorum* e *S. rolfsii* foi constatado após sete dias de avaliação, e observado a redução do crescimento micelial dos fitopatógenos. O potencial antagônico de *Trichoderma* inibindo o crescimento micelial dos fungos *F. solani* e *S. sclerotiorum* também foi identificado por Louzada et al. (2009).

O *Trichoderma* sp. é um antagonista que tem capacidade de inibir o desenvolvimento de outros fungos, o que pode ser explicado pela sua produção de antibióticos de amplo espectro de ação, tais como glitoxina, viridina, trichodermina, suzuczilina, alameticina e dermadina, Dennis; Webster citado por Pandolfo, (2007). Além de antibióticos, o *Trichoderma* sp. produz enzimas, como celulase e hemicelulase, capazes de degradar materiais lignocelulolíticos e causar a lise na parede de células de fungos fitopatogênicos (Melo, 1996).

Para tanto Bonfim et al. (2010) destacaram uma rápida ação antagônica de *Trichoderma* spp. sobre *Rhizopus stolonifer*, com inibição do crescimento micelial do patógeno em apenas 72 h de confronto. Não houve um halo de inibição para o confronto com *Trichoderma* spp., porém foi constatado uma competição entre os microrganismos por

substrato, em que o antagonista foi favorecido pelo crescimento de forma acelerada. De acordo com esses autores, a redução do crescimento da colônia do fitopatógeno, na presença de *Trichoderma* spp., pode estar vinculada à liberação de metabólitos pelo antagonista.

A capacidade de biocontrole do fungo *Trichoderma* está relacionada ao desenvolvimento de diferentes mecanismos que permitem competir diretamente por espaço e nutrientes, além de interagir parasiticamente e simbioticamente com diferentes substratos e organismos vivos, incluindo plantas e microrganismos. Em fungos, os mecanismos estão associados à produção de metabólitos antifúngicos, à secreção de enzimas hidrolíticas e a sua capacidade micoparasitária, sendo os comportamentos expressos em diferentes intensidades, dependendo da espécie utilizada (MICHEL et al., 2013).

Segundo Feng et al. (2015), avaliando a aplicação do *Trichoderma* SQR-T037 enriquecido com biofertilizante no desenvolvimento do tomateiro, constataram que esses microrganismos colonizaram as raízes da planta, estimulando o acúmulo de biomassa, aumentando o crescimento, possivelmente, devido a absorção de nutrientes. Espécies do gênero *Trichoderma* vêm sendo utilizadas com sucesso no controle de fitopatógenos, por serem capazes de proteger plantas por meio de mecanismos como parasitismo, antibiose, competição por nutrientes e substrato e indução de resistência (PEDRO et al., 2012).

O *Trichoderma* é recomendado para o biocontrole de fitopatógenos radiculares, em muitos casos resistentes a fungicidas (COLLA et al., 2008). Essas espécies vêm sendo utilizadas com sucesso na redução do crescimento micelial e controle de diversos fitopatógenos habitantes do solo, isso pode estar associado aos compostos voláteis liberados e aos vários mecanismos de ação existentes (PEDRO et al., 2012).

Assim Sriram et al. (2009) constataram em pimenta vermelha reduções entre 48 e 62 %, proporcionada por *T. harzianum*, na infecção causada por *Phytophthora capsici*. Bae et al. (2011) detectaram que o isolado DIS 376f de *Trichoderma theobromicola* foi capaz de atrasar o desenvolvimento de sintomas de doença causados por *P.capsici* em pimentão.

Bem como Dias (2011) verificou potencial antagônico de 54,9 % em *Rhizoctonia solani* isolada de alface com o uso de *Trichoderma* spp. Da mesma forma Bueno et al, (2017) observaram antagonismo de 27% no patógeno *Monographella albescens* causador da escaldadura das folhas em plantas de arroz quando utilizou *Trichoderma asperellum*. Zhao et al, 2014 também verificou uma redução na incidência da fusariose em pepino causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, com a utilização de biofertilizante enriquecido com *Trichoderma*.

As enzimas produzidas por *Trichoderma* degradam as paredes celulares de outros fungos e a esse efeito se soma a ação tóxica de substâncias antifúngicas produzidas pelo antagonista, reduzindo ou mesmo paralisando o crescimento e a esporulação do patógeno. Esse efeito pode também se expressar pela redução da germinação de esporos e distorções nas hifas e endólise das mesmas, minimizando a expressão do fitopatógeno (BOMFIM et al., 2010).

Segundo Singh et al. (2018), a atividade de *Trichoderma spp.* contribui para a melhor distribuição das raízes e aumento do crescimento das plantas sendo um fator chave para prolongada atividade fotossintética em plantas. Em arroz tratado com *T. asperellum* constataram aumento na taxa fotossintética das plantas, bem como aumento na condutância estomática e redução da transpiração e concentração intercelular de CO<sub>2</sub> em relação ao controle (BUENO et al., 2017).

Para a agricultura, além do controle de patógenos, o uso de *Trichoderma spp.* pode oferecer várias vantagens como: decomposição de matéria orgânica, uma microflora competitiva deletéria resultante da colonização da rizosfera e melhoria no crescimento das plantas (HARMAN et al., 2004).

## 5. CONCLUSÃO

O uso de *Trichoderma asperellum* no tratamento de sementes (200 ml 100 kg<sup>-1</sup>) + rega (100 ml) e os demais tratamentos com maiores concentrações do *Trichoderma*, promoveram o desenvolvimento da parte aérea e aumento do peso da massa seca. Em relação ao comprimento da raiz somente o tratamento com *T. asperellum* no tratamento de sementes (400 ml 100 kg<sup>-1</sup>) seguido do tratamento *T. asperellum* no tratamento de sementes (300 ml 100 kg<sup>-1</sup>) + rega (100 ml) promoveram o desenvolvimento. O peso de massa verde não obteve diferença significativa quando comparado à testemunha. São necessário estudos na influência da produtividade.

De acordo com os dados da literatura, conclui-se que o fungo *Trichoderma* é eficiente no controle da fusariose quando utilizado em cultura pareada, sendo considerado um método essencial devido a facilidade e rapidez na obtenção de respostas, porém sendo necessário a confirmação dos resultados com testes realizados a campo. Nos testes *in vivo* os resultados também são positivos em relação ao *Trichoderma* no controle do *Fusarium*, pois ele atua como biocontrolador devido a seus mecanismos que permitem a competição por espaço, nutrientes, além da sua ótima interação com o solo e microrganismos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAPA – Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. **Relatório de Gestão da Abrapa Bienio 2013 – 2014**. Disponível na internet:

[www.abrapa.com.br/Documents/relatorio\\_gestao-13-14.pdf](http://www.abrapa.com.br/Documents/relatorio_gestao-13-14.pdf). Acessado em: 13 set 2019.

AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. 5 th Ed. Amsterdam. Elsevier Academic Press. 2005.

AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em:

<[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 14 fev. 2020.

AGUIAR, A. R.; MACHADO, D. F. M.; Paranhos, J. T.; da Silva, A.C.F.; Seleção de isolados de *Trichoderma* spp. na promoção de crescimento de mudas do feijoeiro cv. carioca e controle de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Ciência e Natura**, 2013, 34.2: 47-58.

AMPA - Associação Matrogrossense de Produção de Algodão. **Algodão Social** - 2017. Disponível em: Acesso em: 10 fevereiro 2020.

AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. 2011. **Manual de Fitopatologia**. Piracicaba: Agronômica Ceres. 1(4): 704 p.

ARAÚJO, F. F. de. Seed inoculation with *Bacillus subtilis*, formulated with oyster meal and growth of corn, soybean and cotton. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 456–462, 2008.

BAAYEN, R.P.; O'DONNELL, K.; BONANTS, P.J.M.; CIGELNIK, E.; KROON, L.P.N.M.; ROEBROECK, E.J. A.; WAALWIJK, C. 2000. Gene genealogies and AFLP analyses in the *Fusarium oxysporum* complex identify monophyletic and nonmonophyletic formae speciales causing wilt and rot disease. **Phytopathology**, 90(8): 891-900.

BALLAMINUT, C. E. C. (2009). **Seletividade da cultura do algodoeiro aos herbicidas Diuron, Clomazone, Trifloxysulfuron-sodium e Pirythiobacsodium (86f)**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, Brasil.

BELTRÃO, N.E.M. 1999. **O agronegócio do Algodão no Brasil**. Embrapa CTT/EMBRAPACNPA. Brasília

BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA, J. G. de; GUERRA, J. S.; TAKIZAWA, E. Manejo cultural do algodoeiro herbáceo na região do cerrado. In: **FARIAS, F. J. C.; AGUIAR, P. H.; FREIRE, E. C.; HIROMOTO, D. M. (Ed.) Mato Grosso: liderança e competitividade**. Rondonópolis: Fundação MT, 1999. p. 70-86 (Fundação MT. Boletim, 3)

BELTRÃO, N.E.M.; ARAÚJO, A.E. 2004. **Algodão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília.

BONFIM, M. P. et al. Avaliação antagônica *in vitro* e *in vivo* de *Trichoderma* spp. a *Rhizopus stolonifer* em maracujazeiro amarelo. **Summa Phytopathologica**, v.36, n.1, p.61-67, 2010.

BORÉM, A.; FREIRE, E.C. 2014. **Algodão do plantio à colheita**. Ed, UFV. Viçosa.

BORTOLIN, G. S.; WIETHAN, M. M. S.; VEY, R. T.; OLIVEIRA, J. C. P.; KÖPP, M. M.; SILVA, A. C. F. *Trichoderma* na promoção do desenvolvimento de plantas de *Paspalum regnelli* Mez. **Revista de Ciências Agrárias**. [S.l], v. 42, n.1, p. 135-145, 2019.

BUENO, A. C. S.; CASTRO, G. L. S.; RÊGO, M. C. F.; BATISTA, T. F. V.; FILIPPI, M. C. C.; SILVA, G. B. *Trichoderma* reduces scald and protects the photosynthetic apparatus in rice plants. **Biocontrol Science and Technology**, v. 27, n. 4, p. 449 – 460, 2017.

BUENO, M.; COSTA, S.; FERREIRA, J. L. (ed.). **A saga do algodão: das primeiras lavouras à ação na OMC**. Brazil: ABRAPA, Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2004.

CARRERAS-VILLASEÑOR, N; SÁNCHEZ-ARREGUÍN, J. A.; HERRERA-ESTRELLA, A. H. *Trichoderma*: sensing the environment for survival and dispersal. **Microbiology**, v. 158, n. 1, p. 3-16, 2012.

CARVALHO, D. D. C.; MELO, S. C. M.; LOBO JÚNIOR, M.; SILVA, M. C. (2011). Controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* *in vitro* e em sementes, e promoção do crescimento inicial do feijoeiro comum por *Trichoderma harzianum*. **Tropical Plant Pathology**, 36(1), 28-34.

CIA, E. 1977. Ocorrência e conhecimento das doenças de algodoeiro annual *Gossypium hirsutum* L. no Brasil. **Summa Phytopatologica**, 3(3): 167-193.



CIA, E.; FUZATTO, M.G; PIZZINATTO, M.A.; PETTINELLI JÚNIOR, A.; PAULO, E.M.; ZIMBACK, L.; SILVA, M.A.; BORTOLETTO, N & VASCONCELOS, A.S.A. 1999. Comportamento de novas cultivares e linhagens na presença de doenças que ocorrem na cotonicultura da região meridional do Brasil. **In: II Congresso Brasileiro de Algodão, Ribeirão Preto**. Anais. EMBRAPA/CNPA. p. 441-443.

CHEN, L.; JIANG, H.; CHENG, O.; CHEN, J.; WU, G.; KUMAR, A.; SUN, M.; LIU, Z. Enhanced nematocidal potential of the chitinase pachi from *Pseudomonas aeruginosa* in association with Cry21Aa. **Scientific Reports**, v. 5, p. 1-11, 2015. DOI: <http://doi:10.1038/srep14395>.

CHEN, L.; YANG, X.; RAZA, W.; LUO, J.; ZHANG, F.; SHEN, Q. Solid-state fermentation of agro-industrial wastes to produce bioorganic fertilizer for the biocontrol of *Fusarium* wilt of cucumber in continuously cropped soil. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 4, p. 3900 - 3910, 2011.

COLLA, L. M.; PRIMAZ, A. L.; LIMA, M.; BERTOLIN, T. E.; COSTA, J. A. V. Isolation and screening of fungi to bioremediation from triazine herbicide contaminated soil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, p.809-813, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, **Acompanhamento da safra brasileira: Grãos**, Disponível em:<BoletimZGrosZagostoZ-ZCompletoZ2020 (1).pdf >. Acesso em: 13 mar, 2020.

DAVIS, R.M.; COLYER, P.D.; ROTHROCK, C.S. & KOCHMAN, J.K. 2006. *Fusarium* wilt of cotton: diversity and implications for management. **Plant Disease**. 90(6): 692-703.

DEY, R. et al. Growth promotion and yield enhancement of peanut (*Arachis hypogaea* L.) by application of plant growthpromoting rhizobacteria. **Microbiological Research**, Gujarat, Índia, 2004. v. 159.p. 371-394, 2004.

DIAS, P. P. **Controle biológico de fitopatógenos de solo por meio de isolados de fungos do gênero Trichoderma e sua contribuição no crescimento de plantas**. 2011. 101f. Tese (Doutorado em Ciências do solo) Instituto de Agronomia, Departamento de Solos Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; BARBIERI, A. P. P.; MARTIN, T. N. Ação de bioestimulante no desempenho agrônômico de milho e feijão. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 371-379, 2014.

DUBEY, S. C.; SURESH, M.; BIRENDRA, S. Evaluation of *Trichoderma* species against *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* for integrated management of chickpea wilts. **Biological Control**, v. 40, p. 118–127, 2007.

ECHER, F. R. **O algodoeiro e os estresses abióticos: temperatura, luz, água e nutrientes**. Cuiabá-MT. Instituto Mato-grossense do Algodão - Imamt, 2014. 123 p.

FARIA, A. Y. K.; ALBUQUERQUE, M. C. F. E.; NETO, D. C. Qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro submetidas a tratamentos químico e biológico. **Revista Brasileira de Sementes**, [S.l.], v. 25, n.1, p. 121-127, 2003.

FARIA, A. Y. K.; CASSETARI NETO, D.; ALBUQUERQUE, M. C. F. Atividade antagônica in vitro de *Trichoderma harzianum* a patógenos de sementes de algodoeiro. **Agricultura Tropical**. Cuiabá, v.6, n.1, p. 59-68, 2002.

FENG, C.; CHEN, W.; WEI, Z.; PANG, G.; LI, R.; RAN, W.; SHEN, Q. Colonization of *Trichoderma harzianum* strain SQR-T037 on tomato roots and its relationship to plant growth, nutrient availability and soil microflora. **Plant and Soil**, v. 388, n. 1-2, p. 337-350, 2015.BB

FOURIE, G.; STEENKAMP, E.T.; PLOETZ, R.C.; GORDON, T.R.; VILJOEN, A. Current status of the taxonomic position of *Fusarium oxysporum* formae specialis *cubense* within the *Fusarium oxysporum* complex. **Infection, Genetics and Evolution**, Amsterdam, v. 11, p.533-542, 2011.

FRAVEL, D.; OLIVAIN, C.; ALABOUVETTE, C. *Fusarium oxysporum* and its biocontrol. **New phytologist**, v. 157, n. 3, p. 493 - 502, 2003.

GORDON, T.R. & MARTYN, R.D. 1997. The evolutionary biology of *Fusarium oxysporum*. **Annual Review of Phytopathology**. 35: 111-128.

GUARESCHI, R. F.; PERIN, A.; MACAGNAN, D.; TRAMONTINI, A.; GAZOLLA, P. R. Emprego de *Trichoderma* spp. no controle de *Sclerotinia sclerotiorum* e na promoção de

crescimento vegetativo nas culturas de girassol e soja. **Global Science and technology**, Rio Verde, v. 5, n. 2, p.1-8, 2012

HARMAN, G.E. Myths and dogmas of biocontrol. Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. **Plant Disease**, 84, 4: 376–393, 2000.

HARMAN, G. E. et al. *Trichoderma* Species – Opportunistic, Avirulent, Plant Symbionts. **Nature Reviews Microbiology**. v.2, n.1, p.43-56, 2004a.b

HARMAN, G. E. et al. Interactions between *Trichoderma harzianum* strain T22 and maize inbred line Mo17 and effects of this interaction on diseases caused by *Pythium ultimum* and *Colletotrichum graminicola*. **Phytopathology**, v.94, p.147-153, 2004b.

HERMOSA, R. et al. Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. **Microbiology**, v.158, p. 17–25, 2012.

HOOGERHEIDE, E. S. S. **Estabilidade fenotípica de cultivares de algodoeiro herbáceo em diferentes sistemas de produção no Estado do Mato Grosso**. 2004. 90p. Dissertação (Mestre em Agronomia – Genética e Melhoramento de Plantas). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo. 2004.

HOYOS-CARVAJAL, L.; ORDUZ, S.; BISSETT, J. Growth stimulation in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by *Trichoderma*. **Biological control**, v. 51, n. 3, p. 409-416, 2009.

IAMAMOTO, M. M. **Doenças foliares do algodoeiro**. Funep, 2003.

KATAN, T. & KATAN, J. 1988. **Vegetative-compatibility grouping of *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* from tissue and the rhizosphere of cotton plants**. *Phytopathology*, 78(6): 852-855.

KIM, D.H.; MARTYN, R.D. & MAGILL, C.W. 1993. Mitochondrial DNA (mtDNA) – Relatedness among Formae speciales of *Fusarium oxysporum* in the cucurbitaceae. **Phytopathology**, 83(1): 91-97.

KRUG, H.P. 1936. *Fusarium* como causador da murcha do algodoeiro no Brasil. **In: Reunião de Phytopatologistas do Brasil**, 1., 1936, Rio de Janeiro. Annaes... Rio de Janeiro: Instituto de Biologia Vegetal. p. 319-321.

- LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; DE PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, p. 12–20, 2010.
- LAWS, B. 2013. **50 plantas que mudaram o rumo da história**. Rio de Janeiro: Sextante. 224 p.
- LEE, J.A. 1987. Cotton breeding and genetics. **In: FEER, W.R. (Ed). Principles of cultivar development**. New York: Macmillan. 2: 126-160.
- LESLIE, J.F.; SUMMERELL, B.A. **The *Fusarium* laboratory manual**. Ames, Iowa, p. 388, 2006.
- LIMA, F. (2010). ***Bacillus subtilis* e níveis de nitrogênio sobre o desenvolvimento e a produtividade do milho**. Universidade Federal do Piauí. Teresina, PI. 54p. Dissertação (Mestrado em produção vegetal).
- LIMA, F. S. O.; NOGUEIRA, S. R.; HOLDEFEL, K. K. B.; ARAUJO, J. D.; MURASHI, C. T. Promoção de crescimento e desenvolvimento inicial de mudas de abacaxi por *Trichoderma* sp. **Revista Integralização Universitária**, [S.l], v. 5, n. 7, p. 57-63, 2012.
- LIU, L. N.; ZHANG, J. Z.; XU, T. Histopathological studies of *sclerotia* of *Rhizoctonia solani* parasitized by the EGFP transformant of *Trichoderma virens*. **Letters in Applied Microbiology**, Hoboken, v.49, p.745-750, 2009.
- LIU, X.; BOLLA, K.; ASHFORTH, E. J.; ZHUO, Y.; GAO, H.; HUANG, P.; STANLEY, S. A.; HUNG, D. T.; ZHANG, L. Systematics-guided bioprospecting for bioactive microbial natural products. **Antonie Van Leeuwenhoek**, v.101, p.55-66, 2012.
- LOPES, F. A. C.; STEINDORFF, A. S.; GERALDINE, A. M.; BRANDÃO, R. S.; MONTEIRO, V. N.; LOBO JUNIOR, M.; SILVA, R. N. (2012). Biochemical and metabolic profiles of *Trichoderma* strains isolated from common bean crops in the Brazilian Cerrado, and potencial antagonism against *Sclerotinia sclerotiorum*. **Fungal Biology**, 116(7), 815-824.
- LORI, G.; EDEL-HERMANN, V.; GAUTHERON, N. & ALABOUVETTE, C. 2004. Genetic diversity of pathogenic and nonpathogenic populations of *Fusarium oxysporum* isolated from carnation fields in Argentina. *Phytopathology*, 94(6): 661-668.

LOUZADA, G. A. S.; CARVALHO, D. D. C.; MELO, S. C. M.; LOBO JÚNIOR, M.; MARTINS, I.; BRAÚNA, L. M. Potencial antagônico de *Trichoderma* spp. originários de diferentes agroecossistemas contra *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium solani*. **Biota neotropical**, v. 9, n. 3, p. 145, 2009.

LUNGE, A. G.; PATIL, A. S. Characterization of efficient chitinolytic enzyme Producing *Trichoderma* species: a tool for better antagonistic approach. **International Journal of Science**, v. 1, n. 5, p. 377-385, 2012.

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

MACHADO, D.F.M. e SILVA, A.C.F.da. *Trichoderma* no controle in vitro de fungos presentes em diásporos de *Gochnatia polymorpha*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, p. 07-09, 2013.

MARIANO, R de L.R. Métodos de seleção in vitro para controle microbiológico. **Revisão anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo, v.1, p.369-409, 1993.

MICHEL, A. A. C.; OTERO, S. M. A.; ARIZA, F. R.; BARRIOS, A. A.; ALARCÓN, C. N. Eficiência biológica de cepas nativas de *Trichoderma* spp., em el control de *Sclerotium rolfsii* Sacc., em cacahuete. **Avances en Investigación Agropecuaria**, v. 17, n. 3, p. 89-107, 2013.

MELO, I. S. *Trichoderma* e *Gliocladium* como bioprotetores de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 4, p. 261-295, 1996.

MONTALVÃO, S. C. L. **Potencial de *Trichoderma* spp. No biocontrole de doenças do tomateiro**. 2012. 105p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF 2012.

MONTALVÃO, S.C.L. **Uso de *Bacillus* spp. para o controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e *Meloidogyne incognita* no algodoeiro (*Gossypium hirsutum*)**. 2016. 169. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Universidade de Brasília, Brasília-DF.

MONTEIRO, V. N., AND ULHOA, C. J., COSTA, F. T. (2006). Biochemical characterization of a 3-glucanase from *Trichoderma* induced by cell wall of *Rhizoctonia solani*, *Curr. Microbiol.* 52, 92-96.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Rizosfera. **In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo.** 2. ed. Lavras: UFLA, 2006. p. 407- 447.

NETO, J. F.; DANTAS, A. M. M.; SILVA, F. H. A.; CRUZ, B. L. S.; AMBRÓSIO, M. MQ.; NASCIMENTO, S. R, C. Efeito de adubo verde e *Trichoderma harzianum* na sobrevivência de *Fusarium solani* e no desenvolvimento do meloeiro. **RevistaAgro@mbienteOn-line**, v. 10, n. 1, p. 44-49, 2016.

PAIVA, F.A.; ASMUS, G.L.; ARAÚJO, A.E. 2001. Doenças. **In: Embrapa Agropecuária Oeste (Dourados, MS).** Algodão: tecnologia de produção. Embrapa Agropecuária Oeste/Embrapa Algodão. Dourados. p. 245-267.

PANDOLFO, J. D. **Associação de *Trichoderma* sp. e fungicidas no controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*.** 2007.

PAPP, I.L.G. et al. **Manual do produtor de algodão.** 1.ed. São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros, 1992. 2p.

PEDRO, E. A. S.; HAKAKAVA, R.; LUCON, C. M. M.; GUZZO, S. D. Promoção do crescimento do feijoeiro e controle da antracnose por *Trichoderma* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 11, p. 1589-1595, 2012.

QUEIROZ, D. R. **Análise genética para caracteres agronômicos e tecnológicos de fibra em genótipos de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. var. *Latifolium* Hutch.).** 2017. 62f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - PPGCA) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

RITCHIE, G. L. et al. **Cotton Growth and Development.** Georgia: The University of Georgia – Cooperative Extension. 2007. 16p.

RUBIO, M. B.; DOMÍNGUEZ, S.; MONTE, E.; HERMOSA, R. Comparative study of *Trichoderma* gene expression in interactions with tomato plants using high-density oligonucleotide microarrays, **Microbiology** (2012), 158, 119–128.

SANTO, B. R. do E.; MORAES, M. V. P. de; RODRIGUES, R. **Os caminhos da agricultura brasileira**. São Paulo: Evoluir, 2001.

SANTOS, C.C.; OLIVEIRA, F.A.; SANTOS, M.S.; TALAMINI, V.; FERREIRA, J.M.S.; SANTOS, F.J. (2012). Influencia de *Trichoderma* spp. sobre o crescimento micelial de *Thielaviopsis paradoxa*. **Scientia plena** 8(4):1-5.

SEAGRI- Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária. **Cultura do Algodão**. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/Algodão.htm> Acesso em 02 de Fevereiro de 2020.

SILVA, P. S. L., SILVA, J. C. V., CARVALHO, L. P., SILVA, K.M.B.; FREITAS, F. C. L. (2009). Weed control via intercropping with gliricidia. I. **Cotton crop**. Planta Daninha, 27 (1), 97-104.

SILVA, R. C. **Doenças Incidentes na cultura do Algodão (*Gossypium hirsutum* L.)**. 2010. Disponível em [http://fitopatologia1.blogspot.com.br/2010/10/revisao-de-literatura-dasdoencas-da\\_6162.html](http://fitopatologia1.blogspot.com.br/2010/10/revisao-de-literatura-dasdoencas-da_6162.html). Acesso em: 12 set. 2019.

SINGH, A.; SHUKLA, N.; KABADWAL, B. C.; TEWARI, A. K.; KUMAR, J. Review on Plant *Trichoderma* – Pathogen Interaction. Int. J. Curr. **Microbiol. App. Sci**, v. 7. n.2, p. 2382 – 2397, 2018.

SIQUERI, F. V. **Controle da mancha de ramularia (*Ramularia areola*) na cultura do algodoeiro**. [Mato Grosso]: Fundação de Apoio a Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso, 2005. 15 p.

SMITH, S.N.; EBBELS, R.H.; GARBER, H. & KAPPELMAN-JR, J. 1981. Fusarium wilt of cotton. In: NELSON, P.E.; TOUSSOUN, T.A.; COOK, R.F. (Ed). **Fusarium: disease, biology and taxonomy**. Pennsylvania: The Pennsylvania State University/University Park and London. p. 29-38.

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.

SOLTANZADEH, M.; NEJAD, M. S.; BONJAR, G. H. S. Application of soil-borne actinomycetes for biological control against *Fusarium* wilt of chickpea (*Cicer arietinum*) caused by *Fusarium solani* f. sp. *pisi*. **Journal of Phytopathology**, v.164, p.967-978, 2016.

SOTTERO, A. N. (2003). **Colonização radicular e promoção de crescimento vegetal por rizobactérias**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas. 47p. Dissertação Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical.

SRIRAM, S.; MANASA, S. B.; SAVITHA, M. J. Potential use of elicitors from *Trichoderma* in induced systemic resistance for the management of *Phytophthora capsici* in red pepper. **Journal of Biological Control**, v.23, p. 449 – 456, 2009.

SUASSUNA, N. D.; COUTINHO, M. C.; ASMUS, G. L.; INOMOTO, M. M. CHITARRA, L. G. 2008. Manejo de doenças do algodoeiro. **In; BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. 2:985-1032.

SUASSUNA, N.D.; COUTINHO, W.M. Manejo das principais doenças do algodoeiro no Cerrado brasileiro. **In: FREIRE, E.F. 2015. Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. Gráfica e Editora Positiva. Brasília.

VEIGAS, A.P. 1935. A murcha do algodoeiro. **Revista de Agricultura**, 10(1/2): 49-51.

VENEGAS, F.; TOMAZELE, R.; FARIAS, L. N. Efeito de diferentes produtos para o tratamento de sementes no desenvolvimento inicial do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*). **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, Campo Grande, v. 14, n. 1, p. 41-50, 2010.

VINALE, F.; SIVASITHAMPARAM. K.; GHISALBERTI, E. L.; MARRA, R., WOO, S. L.; LORITO, M. (2008). *Trichoderma*-plant-pathogen interactions. **Soil Biology and Biochemistry**, 40(1), 1-10.