

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

**SUPRESSÃO DA *Macrophomina phaseolina* NA CULTURA DO  
ALGODOEIRO COM O USO DE BIOAGENTES**

**Talyta Machado Carneiro**

**ANÁPOLIS-GO  
2019**

**TALYTA MACHADO CARNEIRO**

**SUPRESSÃO DA *Macrophomina phaseolina* NA CULTURA DO  
ALGODOEIRO COM O USO DE BIOAGENTES**

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

**Área de concentração:** Fitopatologia

**Orientador:** Prof. Dr. Alan Carlos  
Alves de Souza.

**ANÁPOLIS-GO  
2019**

Carneiro, Talyta Machado

Supressão da *Macrophomina phaseolina* na cultura do algodoeiro com o uso de bioagentes/ Talyta Machado Carneiro. – Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2019.

Número de páginas 41.

Orientador: Prof. Dr. Alan Carlos Alves de Souza

Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2019.

1. Rizobactérias 2. Tombamento 3. Resistência. I. Talyta Machado Carneiro. II. Supressão da *Macrophomina phaseolina* na cultura do algodoeiro com o uso de bioagentes.

CDU 504

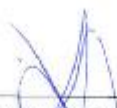
**TALYTA MACHADO CARNEIRO**

**SUPRESSÃO DA *Macrophomina phaseolina* NA CULTURA DO ALGODOEIRO  
COM O USO DE BIOAGENTES**

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

Aprovada em: 10 de Dezembro de 2019.

Banca examinadora



\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Alan Carlos Alves de Souza  
Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA  
Presidente



\_\_\_\_\_  
Prof.ª Dra Yanuzi Mara Vargas Camilo  
Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA



\_\_\_\_\_  
Prof.ª Dra Klênia Rodrigues Pacheco Sá  
Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA

Á DEUS, aos meus pais, Arimar Batista e Francisca Machado pela constante fonte de amor, carinho e incentivo na minha vida.

Ao meu irmão Wesley pela amizade e companheirismo.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS pelo dom da vida, por ter me conduzido em seus braços nas horas mais difíceis, por abençoar minha vida, e me amparar, dando força e coragem para prosseguir perante os momentos difíceis.

Aos meus pais, Arimar e em especial minha mãe Francisca, por todos os esforços que fez e faz para dar uma melhor qualidade de vida, pela educação, pelo apoio durante todos os momentos difíceis, incentivo e amor incondicional dado a mim desde sempre.

Ao meu irmão Wesley e a minha cunhada Alice por sempre torcer por esta conquista, pelo incentivo, amor, carinho, união, amizade e a prontidão em sempre me ajudar.

Aos meus tios maternos Eliane Prado e Roberto Mendes pelo incentivo, na qual tenho imenso apreço, carinho, respeito e gratidão.

Ao professor e orientador Dr. Alan Carlos Alves de Souza por todo o incentivo, os ensinamentos, os conselhos, pela paciência, seriedade, por toda a contribuição científica, como também, por sua prontidão em ajudar em quaisquer momentos.

À professora Dr<sup>a</sup> Klênia Rodrigues Pacheco pelo carinho, confiança, incentivo, cuidado, ensinamentos (pessoais e profissionais) por toda a contribuição no decorrer do curso e por despertar em mim o interesse e a paixão por fitopatologia.

Ao professor Dr. Sandro Dutra, pela oportunidade no projeto de iniciação científica.

À minha amiga de infância, Danielly, pelo companheirismo, apoio, conselho, amizade construída e pelos momentos de conversa e descontração.

A todos os meus amigos, em especial á Neurilene, Jefferson, João Victor e Flávio por todo companheirismo, conselho, conversas, apoio, momentos de descontração, risos, alegrias e por compartilhar os conhecimentos adquiridos durante o curso.

À fazenda Escola da UniEvangélica, pela infraestrutura concedida, e disponibilização do espaço físico na realização dos experimentos. Enfim, a todos os demais colegas de turma, amigos, familiares e professores que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

“Quem a tudo renuncia tudo receberá”.

Francisco de Assis

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS .....</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>vii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>13</b>
2.1. CULTURA DO ALGODÃO .....	13
2.2. PODRIDÃO DE CARVÃO ( <i>Macrophomina phaseolina</i> ) .....	14
2.3. CONTROLE BIOLÓGICO .....	16
2.4. <i>Trichoderma</i> spp. ....	19
2.5. RIZOBACTÉRIAS .....	20
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
3.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	21
3.2. APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS .....	23
3.3. INOCULAÇÃO DO PATÓGENO E AVALIAÇÃO DA DOENÇA .....	23
3.4. AVALIAÇÃO DA PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO .....	26
3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	26
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
4.1. PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO .....	27
4.2. AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE.....	29
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>33</b>



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Visão geral do plantio de sementes de algodão tratado com os bioagentes em copos plásticos contendo substrato. Anápolis-GO .....	23
FIGURA 2 - Placa de Petri contendo isolados fúngicos de <i>M. phaseolina</i> . Anápolis-GO .....	25
FIGURA 3 - Inoculação do patógeno na cultura do algodoeiro realizado sete dias após o plantio utilizando método do palito de dente colonizado com estruturas da <i>M. phaseolina</i> . Anápolis-GO. ....	26
FIGURA 4 - Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) da <i>Macrophomina phaseolina</i> em plantas de algodão. A: Média dos valores de AACPD de cada tratamento, em que as letras indicam a diferença estatística entre os tratamentos. B: Progresso da doença referente às quatro avaliações realizadas após a inoculação do patógeno.....	31

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Avaliação da biomassa e comprimento da parte aérea e comprimento da raiz, realizadas no décimo oitavo dia após a semeadura em plantas de algodoeiro, em condições de telado. Teste de Tukey a 95% de significância. Anápolis – Goiás.....	27
TABELA 2- Avaliação da severidade da <i>M. phaseolina</i> em plantas de algodoeiro aos 12 dias após a inoculação. Teste de Tukey a 95% de significância. Anápolis – Goiás.....	29

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

BDA Batata-dextrose-ágar

BPCP Bactérias promotoras de crescimentos de plantas

CM Centímetros

CONAB Companhia Nacional de Abastecimento

CPA Comprimento parte aérea

CR Comprimento de raiz

DAS Dias após a semeadura

MSPA Massa seca da parte aérea

MSR Massa seca da raiz

## RESUMO

Dentre os problemas fitossanitários que causam danos à cultura do algodoeiro, está o patógeno *Macrophomina phaseolina*, causador da doença podridão cinzenta do caule, que é considerado uma das principais doenças de pós-emergência, apresentando dificuldade de controle. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência dos bioagentes na supressão da *Macrophomina phaseolina*, além de verificar a eficiência dos bioagentes na capacidade de promoção de crescimento e da biomassa em plantas da cultura do algodoeiro. O experimento foi realizado na área experimental da UniEvangélica e conduzido em delineamento de blocos inteiramente casualizados, contendo 7 tratamentos e 8 repetições. Os tratamentos consistiram em: T1- testemunha; T2- *Pseudomonas fluorescens*; T3- *Burkholderia pyrrocinia*; T4- *Bacillus sp.*; T5- *Trichoderma asperellum*; T6- Trichodermil® (*Trichoderma harzianum*) e T7- Vitavax Thiram WP® (Carboxina + Tiram). Os tratamentos foram aplicados via semente e via pulverização foliar, aos 7 e 14 dias após o plantio. A inoculação do patógeno foi realizada 21 dias após o plantio utilizando o método do palito de dente. As avaliações da severidade e da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) foram realizadas a 1, 4, 8, 12 dias após a inoculação do patógeno, com o auxílio de uma escala de notas. . O comprimento e biomassa de parte aérea e da raiz foram realizados aos 18 dias após o plantio. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste Tukey, a 95% de significância. Observou-se diferença estatística entre os diferentes tratamentos testados. Em relação à severidade e AACPD da doença os tratamentos compostos por *Burkholderia pyrrocinia*, *Bacillus sp.*, *Trichoderma asperellum*, *Pseudomonas fluorescens*, Trichodermil®, Vitavax Thiram se destacaram em relação a testemunha apresentando supressão significativa do patógeno em plantas de algodoeiro. Em relação a biomassa da parte aérea destacaram-se os tratamentos Trichodermil®, Vitavax Thiram®, *Bacillus sp.*, *Burkholderia pyrrocinia* e *Trichoderma asperellum* entre os demais, apresentando aumento de 158,38%, 125,50%, 123,48%, 98,65%, 93,28%, respectivamente, em relação à testemunha. Em relação à biomassa das raízes os tratamentos compostos por *Burkholderia pyrrocinia*, Trichodermil®, *Bacillus sp.*, *Trichoderma asperellum* e Vitavax Thiram®, destacando-se em relação a testemunha, promovendo a biomassa do sistema radicular em 354,54% , 290,90%, 290,90% , 272,72% e 263,63%, respectivamente. Quanto ao comprimento da parte aérea, Vitavax Thiram®, Trichodermil® se destacaram entre os demais, com 78,82% e 76,51% de aumento em relação à testemunha, respectivamente. Em relação ao comprimento da raiz, o Trichodermil® se destacou com 189,15% de promoção em relação à testemunha. Os resultados obtidos revelaram que a utilização dos bioagentes se mostraram eficientes no controle da *Macrophomina phaseolina* na cultura do algodoeiro, além de atuar como um eficiente biopromotor de crescimento para biomassa e comprimento da parte aérea e das raízes, quando aplicados via tratamento de semente e pulverização foliar.

**Palavras-chave:** Rizobactérias, tombamento, resistência.

## 1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium* sp.) é considerado uma das espécies vegetais mais relevantes do Brasil. No setor têxtil, por exemplo, a fibra do algodão é considerada a mais importante, apresentando valor socioeconômico, devido a geração de empregos diretos ou indiretos, mediante o comércio de seus inúmeros subprodutos, destacando-se como uma das principais commodities cultivadas no mundo (ABRAPA, 2018).

De acordo com sua adaptação mundial, a demanda da cultura tem sido expandida gradativamente, com um aumento anual médio de 4% quando comparada a safra anterior. Estima-se que a produção brasileira de algodão para a safra de 2018/2019 seja de 2.564,9 mil t de pluma, gerando aumento de 27,9% comparado ao que foi produzido na safra de 2017/2018, que resultou aproximadamente em 2.005,8 mil t (NOGUEIRA, 2019). A lavoura cotonícola mundial movimentada, em média, US\$ 12 bilhões ao ano e envolve milhares de pessoas em sua produção (ABRAPA, 2019).

O Brasil apresenta posição de destaque entre os principais produtores, sendo responsável pela 5ª posição, ficando atrás da Índia, China, Estados Unidos e Paquistão. Os cinco países mencionados corresponderam ao total de 77% da fibra produzida no planeta, na safra de 2016/2017 (USDA, 2018). Segundos dados da CONAB (2018), as principais regiões produtoras de fibra estão localizadas na região Centro-Oeste e no Oeste baiano, com participação de 22,61% e 66,05% respectivamente. Essas regiões se destacam pelo alto uso de tecnologias e por possuírem condições edafoclimáticas favoráveis para o plantio do algodão.

No semiárido brasileiro, o plantio do algodoeiro provém de extrema importância socioeconômica regional, pois permite à geração de emprego, movimentando os setores da economia através de seus diferentes produtos, como a fibra (indústria têxtil), farelo (alimentação animal) e caroço (óleo de cozinha, fabricação de biodiesel). No entanto, um dos grandes empecilhos dessa cultura, em larga escala, é o custo elevado de produção, escassez de mão de obra qualificada para a realização de tratamentos culturais, controle de plantas daninhas, manejo de pragas e doenças, equipamentos mecanizados para plantio e colheita e, o uso intensivo de agrotóxicos (ZONTA et al., 2016).

O algodoeiro é uma das culturas que mais demanda cuidados no cultivo, principalmente com pragas e doenças, exigindo monitoramento e manejos adequados durante todas as etapas de produção, desde plantio até a colheita. O controle de pragas e doenças na cultura do algodoeiro é considerado um manejo oneroso, exigindo um alto número de aplicações de agrotóxico na área, tornando-se uma das culturas mais trabalhosas e de alto custo. Entretanto, quando é analisada a receita líquida de uma safra bem sucedida, verifica-se que o algodoeiro se torna uma das culturas mais rentáveis no agronegócio (KAUR et al., 2012).

Dentre as doenças que atingem a cultura, destacam-se as que causam tombamento, causadas pelos patógenos *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum gossypii*, *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*, *Fusarium* spp., *Pythium* spp., e *Macrophomina phaseolina*, sendo esta última, de maior importância econômica em regiões que apresentam características de solos compactados, onde as raízes não conseguem se aprofundar e estão sujeitas as condições de estresse hídrico (GOULART, 2001).

O fungo *Macrophomina phaseolina*, causador da doença podridão cinzenta do caule, é frequentemente observado em campos de produção onde há altas temperaturas na superfície do solo (50 °C nas horas mais quentes do dia), solos adensados e com ausência de rotação de culturas (HENNING et al., 2009). Os sintomas são caracterizados por lesões no colo da planta, de coloração marrom avermelhada, com raízes escurecidas e folhas com coloração amarelada e, devido a diminuição do fluxo de água e nutrientes (ALMEIDA et al., 2010), pode causar morte de sementes e plântulas, cancro e lesões no caule (SHORT; WYLLIE 2005).

Existem diferentes métodos para o controle deste patógeno no algodoeiro, sendo o controle químico mais empregado, utilizando fungicidas sistêmicos e protetores. Devido à intensa aplicação de fungicidas sintéticos na cultura, o controle químico tem contribuído para a seleção de raças do patógeno resistentes aos ingredientes ativos utilizados, causando impactos negativos ao meio ambiente, ao ser humano e onerando os custos de produção (RENNÓ, 2017).

Diante disso, a busca por alternativas viáveis para o controle de doenças na cultura do algodoeiro se torna necessário, tornando o controle biológico uma opção para o manejo integrado (CAMPANHOLA; BETTIOL, 2003). Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do uso de bioagentes na supressão da *Macrophomina phaseolina* na cultura do algodoeiro.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. CULTURA DO ALGODÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das plantas mais antigas domesticadas pelo homem, tratando-se de uma dicotiledônea, de ciclo anual, porte subarbusivo e crescimento indeterminado. O algodoeiro pertencente à família Malvaceae, do gênero *Gossypium*, sendo a espécie econômica *G. hirsutum* L., var. *latifolium* a mais importante, responsável por 90% da produção mundial de algodão, com alto aproveitamento de fibras (FREIRE, 2014). Essa espécie possui origem tropical, entre o México e a América Central, sendo cultivada economicamente em países subtropicais e em regiões de clima quente (BELTRÃO; SOUZA, 1999).

A cultura do algodoeiro tem se tornado cada vez mais relevante no cenário agrícola nacional, possuindo destaque de produção na região do Cerrado, sendo o Estado do Mato Grosso responsável por 60% da produção nacional, seguido do Oeste baiano, ocupando a posição de segundo maior produtor de fibra do Brasil, gerando um total de 93,7% na produção de pluma (CONAB, 2018). Tal fato caracteriza-se pelo uso de cultivares de alto rendimento, emprego de tecnificação em maquinários e o uso intenso de defensivos agrícolas e insumos, com a finalidade de apresentar características que atendam as exigências das indústrias têxteis comercializadas no país e nos mercados externos (FARIAS, 2005).

Segundo a ABRAPA (2018), a produção no país na safra atual deverá ser de aproximadamente 2,5 milhões t, com previsão para exportação de 1,5 milhões t de pluma, o que tornará o Brasil o segundo maior exportador mundial da *commoditie*, ficando abaixo apenas dos EUA, que migra 3,5 milhões t produzidas (CONAB, 2018). Os principais compradores de algodão brasileiro são os países: Vietnã (142.039 t); Indonésia (141.891 t); Coréia do Sul (123.998 t); Turquia (122.202 t) e China (100.661 t) (ABRAPA, 2017).

O principal produto do algodoeiro é a fibra, das qual se prepara o fio para fabricação de tecidos (JOLLY, 1991), cujo comprimento pode atingir 38 mm (RICHETTI; MELO, 2001), possuindo cerca de 400 aplicações, como nos segmentos da indústria têxtil, com a utilização na fabricação de tecidos ou através de seus subprodutos, como óleo, margarina, sabões, farelo e torta, utilizados na alimentação animal (EMBRAPA, 2016).

Além destes usos, estudos comprovam a eficiência do uso de extratos de *Gossypium barbadense* utilizados na medicina, para o tratamento de hipertensos e infecções (TROPILAB INC, 2007).

No entanto a cotonicultura apresenta problemas relacionados ao manejo da cultura, como ataques de pragas e doenças. As principais pragas que atacam o algodoeiro são: bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*), broca da raiz (*Eutinobothrus brasiliensis*), mosca branca (*Bemisia tabaci* biótipo B), pulgão do algodoeiro (*Aphis gossypii*) (EMBRAPA, 2010). Devido ao algodoeiro ser cultivado, principalmente, em regiões de clima tropicais, com altos índices pluviométricos e, temperaturas diurnas elevadas e noturnas mais amenas, problemas com doenças são frequentes, ameaçando a perda de produtividade e qualidade da pluma (SUASSUNA; COUTINHO, 2011; SARAN, 2009).

As principais doenças que atacam o algodoeiro são: podridão cinzenta do caule (*Macrophomina phaseolina*), murcha de fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*), ramulose (*Colletotrichum gossypii* var. *Cephalosporioides*), ramulária (*Ramularia areola*), mancha angular (*Xanthomonas axonopodis* pv. *Malvacearum*), mancha da alternaria (*Alternaria alternata*), murcha de fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*) (RICHETTI et al., 2003), sendo a podridão de carvão (*Macrophomina phaseolina*) uma das mais preocupantes, podendo restringir o aumento de produtividade em todas as regiões produtoras do Brasil (MARANHÃ et al., 2002).

## 2.2. PODRIDÃO CINZENTA DO CAULE (*Macrophomina phaseolina*)

O patógeno foi descrito em 1947 por Goidanish após revisar a taxonomia do gênero *Macrophomina*, constituído por apenas uma espécie: *M. phaseolina* (Tassi) Goid. O fungo pertencente ao filo Ascomycota e a família Botryosphaeriaceae, possuindo duas fases assexuadas bem definidas, picnidial e esclerodial (NDIAYE, 2007).

A fase picnidial da *M. phaseolina* é caracterizada pela produção de estruturas globulosas, de coloração marrom escuro, solitários ou agregados, com 100-200 µm de diâmetro denominado picnídios. Os picnídios possuem liberação por um ostíolo apical, que se rompe quando maduros, sendo considerada responsável pela fase patogênica da doença. Os picnídios podem apresentar variedade em tamanho de acordo com o substrato ao qual o fungo se desenvolve (DHINGRA; SINCLAIR, 1995).



A fase esclerodial se caracteriza pela formação de escleródios, que são negros e lisos e confere ao fungo a forma de sobrevivência quando deparado com situações adversas, como ausência do hospedeiro ou condições climáticas desfavoráveis. Tal estrutura é responsável pela fase saprofítica do fungo (KAUR et al., 2012).

O fungo é considerado um patógeno polífago, portanto não é possível afirmar a especificidade do hospedeiro (MAIA et al., 2004). Os picnídios e microescleródios presentes no solo são responsáveis pela sobrevivência do patógeno em condições adversas ou na ausência de um hospedeiro suscetível, sendo usualmente a fonte primária de inóculo, pois ficam no solo, nas sementes e em restos de cultura (DHINGRA; SINCLAIR, 1995; VIANA, 1996; NDIAYE, 2007; GUTPA et al., 2012). Os microescleródios apresentam características de serem duros e resistentes produzidas a partir do micélio do fungo, geralmente encontradas no colo das plantas infectadas e sob a epiderme das raízes.

Os sintomas da *Macrophomina phaseolina* podem ser observados em todos os estádios de desenvolvimento da cultura, causando tombamento nas plantas de pós-emergência. Em plântulas, os sintomas aparecem nos cotilédones, formando lesões de tamanho irregulares ligeiramente deprimidas no caule da planta, podendo resultar sua morte. Em alguns casos ocorrem pequenas necroses de coloração preta na região do hipocótilo, podendo atingir também a raiz. Tais necroses podem se expandir, formando grandes lesões necróticas, resultando na morte da planta (GUPTA et al., 2012).

No ciclo da *Macrophomina phaseolina*, após a morte da planta, a formação dos microescleródios e a colonização dos tecidos hospedeiros continuam, e com a decomposição dos restos vegetais, são liberados no solo. Quando inseridos em uma nova área, os microescleródios se tornam a principal fonte de inóculo primário do fungo, e podem sobreviver de dois a quinze mil anos, dependendo das condições ambientais e da associação ou não aos tecidos do hospedeiro (BAIRD et al., 2003).

O controle da *macrophomina phaseolina* fundamenta-se na integração de várias práticas, podendo aderir ao controle cultural: utilização de mudas saudáveis, monitoramento e erradicação de plantas infectadas, também é necessário a adoção de um bom manejo químico e físico do solo, para reduzir a predisposição das plantas ao ataque do patógeno, além do controle biológico, com o uso de microorganismos que contribui para minimizar os avanços da doença (KIMATI et al., 2005). De maneira geral, essas medidas podem ser direcionadas ao ambiente (evasão e regulação), ao patógeno

(evasão, exclusão e erradicação) e ao hospedeiro (terapia, proteção e imunização) (BERGAMIN; KIMATI 1995). Dentre elas, a que têm sido mais frequentemente utilizadas, é o controle químico, com o uso de fungicidas (SOUZA; DUTRA, 2003).

Todavia, o uso excessivo de produtos químicos tem promovido uma série de problemas de ordem ambiental (WALTERS, 2009), além de elevar significadamente os custos de produção. Dessa forma, torna-se imprescindível à utilização com alternativas de controle eficientes que garantam a sustentabilidade da cultura, sejam menos agressivas ao meio ambiente e ao dispêndio final da lavoura.

O uso de agentes de biocontrole para o combate de fitopatógenos constitui uma promissora estratégia para reduzir os impactos ambientais causados pelo uso frequente de agroquímicos. Além disso, possibilita a produção com danos menos agressivos à saúde humana (BOYETCHKO; HYNES, 2006).

### 2.3. CONTROLE BIOLÓGICO

Vários são os métodos de controle que podem ser empregados no manejo de fungos fitopatogênicos do solo. Dentre os métodos de controle indicados, o controle químico, mediante o emprego de moléculas com ação fungicida, é o mais danoso ao meio ambiente, além de ser tóxico a animais e ao homem (DIAS et al., 2010). Tendo em vista uma agricultura sustentável, o uso de moléculas químicas está se tornando inviável devido ao seu elevado custo e sua toxidez. Espera-se o desenvolvimento de novas tecnologias em detrimento ao controle químico e entre elas está o controle biológico (AGRIOS, 2005).

Para Baker; Cook (1974) o controle biológico de doenças de plantas, pode ser definido como a redução de inoculo ou das atividades determinantes para a formação da doença, provocada por parasitas nos seus estados de atividade ou dormência, por um ou mais organismos, realizado naturalmente ou através da manipulação do ambiente, hospedeiro ou antagonista, ou ainda pela introdução massal de um ou mais antagonistas. Esta mesma definição foi resumida pelos autores, em 1983, tornando: Controle biológico é a diminuição da soma de inoculo ou por meio de um ou mais organismos que não o homem (COOK; BACKER, 1983).

O uso deste controle evoluiu de forma diferenciada. Para os insetos pragas o controle biológico é utilizado de forma antiga, pois iniciou com a exploração de criações como as abelhas. Aproximadamente no século XVIII e XIX os primeiros

bioinseticidas passaram a ser empregados nas épocas atuais, através da engenharia genética, foram desenvolvidas plantas transgênicas portadoras de genes de bactérias biocontroladoras, como é o caso da *Bacillus thuringiensis*. Enquanto que as plantas, apenas no século XX, por volta de 1920 iniciaram-se os estudos com microorganismos antagonistas. No entanto, apenas em 1970, criou-se uma base sólida comercial e científica sobre controle microbiano de doenças (LOPES, 2009).

No Brasil, embora o uso do controle biológico não seja uma prática generalizada entre os agricultores, há avanços consideráveis para algumas culturas. Um exemplo de sucesso consiste no uso do *Trichoderma* no controle de *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Macrophomina*, *Sclerotinia*, *Sclerotium*, nas culturas do feijão, algodão, soja, morango, tomate, cebola, alho, plantas ornamentais e cacau (BETTIOL; MORANDI, 2009; SILVA et al., 2017).

Sendo assim, os fungos de solo são agentes de controle biológicos mais estudados e vendidos em sua formulação comercial tais como os biopesticidas, biofertilizantes e inoculantes do solo (HARMAN, 2000; HARMAN et al., 2004). Isso é resultado do fato de um grande número de cepas de *Trichoderma* atuarem como agente de controle biológico, cujas propriedades antagônicas se baseiam na ativação de mecanismos muito diversos.

Várias espécies de *Trichoderma* são empregadas como princípios ativos de biofungicidas, com produção comercial, tais como Tricodex<sup>®</sup>, utilizado no controle de fungos causadores do apodrecimento pós-colheita na cultura da maçã; Trichodermil<sup>®</sup>, a base de *T. harzianum*, atuando sobre vários patógenos em diferentes culturas, entre os quais, *Ralstonia solani* em feijão; juntamente com o *T. polysporum*, constitui o composto denominado Binab-T<sup>®</sup>, que é recomendado para o controle do apodrecimento da madeira (RICARD, 1981; MELO, 1998). Outro composto importante é o GlioGard<sup>®</sup> que tem como agente ativo *T. virens* e é recomendado a utilização na prevenção do tombamento de plântulas causado por espécies de *Phytium* e *Rhizoctonia* (LUMSDEN; LOCKE, 1989). Na formulação do biofungicida do Tricovab<sup>®</sup> são incorporados *T. stromaticum* para o controle da vassoura de bruxa, principal doença do cacau.

A aplicação desses bioagentes visando o controle de doenças sob diferentes patógenos pode ser feita nas sementes, como forma de tratamento antes do plantio, no substrato, no sulco de plantio ou até mesmo na matéria orgânica que será incorporada antes do transplante de mudas (LUCON, 2009). Independente da forma que será aplicado, há necessidade em se utilizar produtos biológicos como uma alternativa viável na

redução dos produtos químicos. Segundo Luz (2001), os microorganismos que apresentam esta capacidade de controle, em especial os fungos do gênero *Trichoderma*, apresentam um importante impacto na agricultura, pois diminuem significativamente a aplicação dos agroquímicos, tornando-se uma agricultura sustentável, contribuindo para a proteção da natureza.

Para que um antagonista tenha sucesso é preciso que ele consiga se multiplicar e colonizar a superfície da planta, podendo este atuar por meio de um ou mais mecanismos como a antibiose, competição, micoparasitismo e indução de resistência à planta (BETTIOL; GHINI, 2005).

A antibiose é definida como a interação entre organismos na qual um ou mais metabólitos antibióticos, voláteis ou não-voláteis, será capaz de inibir ou impedir o desenvolvimento dos indivíduos de uma população de outra espécie, causando efeito danoso ao fungo patogênico (BETTIOL; MORANDI, 2009). Competição é referente a interação entre dois ou mais organismos empenhados competindo pelo uma mesma ação ou substrato, disputando recursos tais como água, luz, nutriente, microelementos e espaço físico (HARMAN, 2004). Sendo a competição por alimentos e a antibiose, os mecanismos mais frequentemente utilizados por agentes de biocontrole (ROBBS, 2009).

O micoparasitismo refere-se à situação em que o micro-organismo antagonista vive dentro ou sobre o fungo hospedeiro, se alimentando e desenvolvendo as expensas deste (HARMAN, 2004). Ou seja, envolve antibiose e canibalismo provocados pela ação de enzimas, tais como hidrolíticas, quitinases, glucanases, proteases e lípases que irão provocar a morte e servirá de alimento para o sobrevivente (HARMAN, 2000).

A indução de resistência é definida como o mecanismo de interação de um indutor no metabolismo da planta hospedeira (MORAES, 2008). Durante a relação patógeno-hospedeiro, ocorre uma série de eventos bioquímicos, que irá ativar os mecanismos de defesa por parte da planta, gerando compostos capazes de serem tóxicos aos fitopatógenos ou apenas restringir o seu desenvolvimento (OLIVEIRA et al., 2001).

Dentre as técnicas empregadas no controle biológico, a mais difundida é o uso de antagonistas. E entre os antagonistas mais utilizados contra patógenos do solo, os fungos do gênero *Trichoderma* são os mais conhecidos, pois apresentam capacidade de inibir o desenvolvimento de vários patógenos através de diferentes mecanismos, tais como competição, produção de metabólitos, parasitismo direto, secundários de efeito antibiótico e enzimas líticas (MELO, 1998).

Portanto, é notório que fungos do gênero *Trichoderma* possuem grande potencial expressivo em diversas áreas, tais como agrícola, ambiental e industrial. É fundamental a importância de estudos que visam elucidar o melhor potencial desses fungos, bem como a importância em otimizar os seus benefícios (HOWELL, 2003).

#### 2.4. *Trichoderma* spp.

O gênero *Trichoderma* é pertencente a um grupo de fungos saprófitas e micoparasitas, que compõe ativos da microbiota do solo, e são amplamente utilizados como agentes no controle biológico. Esse gênero é classificado como imperfeito, pertencente à Sub-divisão Deuteromycotina, ordem Hifomicetes e família das *Moniliaceae* (SAMUELS, 2006).

Em sua fase teleomórfica é constituído pelo gênero *Hypocrea lixii* o qual é encontrado colonizando restos vegetais de plantas lenhosas, classificado como ascomiceto da ordem Hypocreales (KRUGNER; BACCHI, 1995). No entanto, na natureza, a fase anamórfica aparenta ser um estágio independente da teleomórfica, seja nem níveis de indivíduos ou populações (HARMAN et al., 2014). Visto que, o gênero é desprovido de um ciclo sexual, algum mecanismo de recombinação entre espécies diferentes deve ocorrer (SAMUELS, 2006).

Em meios de cultura, as colônias de *Trichoderma* crescem rapidamente, atingindo de 2 a 9 cm de diâmetro após quatro dias (ESPOSITO; SILVA, 1998) apresentado, inicialmente, superfície lisa e quase translúcida, tornando-se posteriormente flocosas, ou compactadas em tufo. A coloração das colônias variando de verde a amarelo, ou até mesmo hialinos, é normalmente, devido a pigmentação dos conídios e a quantidade de conídios produzidos, sendo influenciados pelo tipo de pH (potencial hidrogeniônico) e o meio de cultura. O micélio dos fungos é composto por hifas hialinas muito ramificadas e de parede lisa. Clamidósporos estão presentes na maioria das espécies, intercalados nas hifas ou em posição terminal (HOWELL, 2003).

Com distribuição em todo o mundo, gêneros do fungo *Trichoderma* ocorrem em quase todos os tipos de solo e ambientes naturais, principalmente naqueles contendo matéria orgânica. Espécies desse gênero também são encontradas na rizosfera, estimulando o crescimento e induzindo a reações de defesas em plantas. O fato das espécies de *Trichoderma* desenvolverem-se em diferentes tipos de substratos justifica a importância biotecnológica atribuída ao fungo (ESPOSITO; SILVA, 1998).

As espécies desse gênero apresentam características de utilizarem uma gama variedade de compostos como fonte de carbono e nitrogênio, além se serem resistentes a inibidores produzidos por outros microorganismos e tolerantes a diferentes tipos de fungicidas (KULLNIG et al., 2001). Seu crescimento acelerado, produção de clamidósporos e sua elevada capacidade de degradar moléculas de carboidratos estruturais e não estruturais os tornam de elevado interesse para fins de controle biológico, sendo que estas características particulares ecológicas os possibilitam competir, colonizar e proteger importantes pontos de entrada de patógenos nas plantas hospedeiras, em tecidos radiculares, áreas lesionadas e tecido em senescência (KUBICEK et al., 2001).

## 2.5. RIZOBACTÉRIAS

As rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP), como o próprio nome sugere, são bactérias que vivem na rizosfera, ou seja, na região do solo sob influência radicular, e que promovem crescimento das plantas associados numa relação não simbiótica (CHANWAY, 2000). A rizosfera favorece potencialmente a atividade microbiana através da liberação de compostos orgânicos, ricos em açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos e outros, presentes nos exsudatos, secreções, mucilagens e mucigel (AIKEN; SMUCKER, 1996; HAWES et al., 1998).

As bactérias *Pseudomonas* sp. e *Bacillus* sp. apresentam tempo de desenvolvimento 15 e 2,5 vezes, respectivamente, maiores na rizosfera do que em solo não rizosférico, devido à disponibilidade de substratos (MOREIRA; SIQUEIRA 2002). Portanto, a presença de rizobactérias promotoras de crescimento de plantas no solo traz benefícios diretos para a produção agrícola, e o mesmo tempo, torna-se uma alternativa viável, com um cultivo de menor uso de insumos agrícolas (SCHROTH et al., 1982; LAVIE; STOTZKY, 1986).

Segundo Luz, 1996, as pesquisas sobre as rizobactérias promotoras de crescimento iniciaram-se em 1885 na Rússia, mas somente a partir do ano de 1950 houve a utilização desses agentes na agricultura, gerando um aumento na produtividade de 10% a 20% naquele país. As plantas podem responder a diferentes formas de interação com as rizobactérias, podendo apresentar efeitos positivos, neutros ou, até mesmo, negativos em relação à promoção de crescimento.

As BPCPs aumentam significativamente a taxa de germinação das sementes e o crescimento das raízes, proporcionando o melhor desenvolvimento da parte aérea e, conseqüentemente, o maior rendimento das culturas. Esses benefícios devem-se a habilidade de certas rizobactérias em solubilizar e elevar a absorção de fósforo, fixar os íons de nitrogênio, produzir sideróforos que quelam o ferro na rizosfera, tornando-o indisponível para outros componentes da microbiota, além de oxidar o enxofre e produzir compostos análogos a hormônios vegetais (WELLER, 2007).

Os gêneros bacterianos que possuem maior destaque como promotores de crescimento são: *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Serratia*, *Azospirillum* e *Azotobacter* (ZAADY et al., 1993; RODRIGUEZ; FRAGA, 1999). Sendo a maioria das BPCPs, bactérias Gram-negativas (KLOEPPER, 1993), e o grupo mais estudado entre elas, pertence ao gênero *Pseudomonas*, devido a sua eficiência de promover crescimento, além de atuarem como agentes no controle biológico de pragas e doenças (MISKO; GERMIDA, 2002). Os benefícios adquiridos com a utilização das BPCPs podem ser conseguidos de forma direta, quando na ausência de microrganismos patogênicos, ou de forma indireta, pois tais benefícios são resultado do controle biológico (WELLER, 1988).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O ensaio foi realizado na Unidade Experimental do curso de Agronomia do Centro universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA, Anápolis- GO, pertencente ao Estado de Goiás, de latitude Sul de 16° 19' 36", longitude Oeste de 48° 57' 10" e 1017 m de altitude, em condições de casa de telado. O clima da região, conforme o Köppen é classificado como Aw (tropical com estação seca), com mínima de 18 °C e máxima de 28 °C, com temperatura média de 22 °C, e precipitação pluviométrica media anual de 1450 mm.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos inteiramente casualizados, em condições de telado, contendo 7 tratamentos e 8 repetições, sendo 4 para avaliação da supressão da doença e o restante para a promoção de crescimento. Foi utilizado um tratamento contendo fungicida comercial, um produto biológico comercial e os seguintes bioagentes: *Trichoderma asperellum* e três Rizobactérias Promotoras de Crescimento (BPCP), *Pseudomonas fluorencens*, *Burkholderia pyrocinia* e *Bacillus* sp.. O fungo *T. asperellum* é proveniente da Coleção de Microrganismo Multifuncional da Embrapa Arroz e Feijão, preservado em grãos de arroz triturados e conservados em freezer -5 °C (SILVA, 2010). As bactérias *P. fluorencens* e *B. pyrocinia* também são pertencentes à Coleção de Microorganismos Multifuncionais da Embrapa Arroz e Feijão. A bactéria *Bacillus* sp. é oriunda da Coleção de Isolados Microbianos do Laboratório Agrolab.

Os tratamentos foram: T1- testemunha; T2- *P. Fluorescens*; T3- *B. pyrocinia*; T4- *Bacillus* sp.; T5- *T. Asperellum*; T6- Trichodermil® (*Trichoderma harzianum*) e T7- Vitavax Thiram WP® (Carboxina + Tiram). O ensaio foi realizado em copos plásticos (400 mL) contendo o substrato comercial Ouro Negro® (esterco de gado e de aves, húmus de minhoca, bokashi e casca de pinus) (Figura 1). A cultivar de algodão utilizada foi a BRS 432 B2RF.





**Figura 1-** Visão geral do plantio de sementes de algodão tratado com os bioagentes em copos plásticos contendo substrato. Anápolis-GO.  
Fonte: CARNEIRO, T.M.

### 3.2. APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS

Todos os tratamentos foram aplicados via semente (tratamento de semente) e via pulverização foliar, aos 7 e 14 dias após o plantio. Para o tratamento de sementes e pulverização das bactérias foi preparado uma suspensão. As bactérias foram multiplicadas em placa de Petri, contendo o meio de cultura 523, em seguida, as placas foram inseridas em uma câmara de crescimento BOD por 48 horas, em aproximadamente 28 °C. Passado esse tempo, as placas foram lavadas com água destilada com a ajuda de uma alça de Drigalski, preparando-se a suspensão bacteriana (KADO; HESKETT, 1970). A suspensão foi padronizada com o auxílio de um espectrofotômetro e ajustada com comprimento de onda de 540 nanômetros e 0,5 de absorbância, obtendo a concentração de  $1 \times 10^8$  UFC.mL<sup>-1</sup>, conforme Filippi et al. 2011. Para o tratamento das sementes, a dosagem adotada com a suspensão das bactérias foi de 500 mL para 100 Kg de sementes. Para a pulverização foliar, a dosagem a ser utilizada foi de 200 L.ha<sup>-1</sup>.

Para o tratamento das sementes com o *Trichoderma asperellum*, foram pesadas as sementes de arroz triturados com o isolado preservado e a dosagem recomendada foi

de 50 g para 100 Kg de semente, conforme França, 2012. Para a pulverização foliar de *T. asperellum*, as sementes de arroz triturados com o isolado preservado foram diluídos em água e coados, aplicando a dosagem recomendada de 100 g para 200 L de água, conforme Filippi et al. (2011). As dosagens adotadas para os produtos comerciais Trichodermil® e Vitavax Thiram WP® foi de 1 L para 100 Kg de sementes e 100 mL para 100 Kg de semente, respectivamente, conforme recomendações em bula pelos fabricantes para cultura do algodão. Para o tratamento de sementes, utilizou-se sacos plásticos, os quais foram adicionados os devidos tratamentos e agitados até a homogeneidade completa das sementes.

### 3.3. INOCULAÇÃO DO PATÓGENO E AVALIAÇÃO DA DOENÇA

Para a inoculação do patógeno nas plantas, o isolado fúngico de *M. phaseolina* (Figura 2) oriundo da Coleção de Isolados Microbianos do Laboratório Agrolab, foi cultivado em meio de cultura BDA, onde foram colocados juntamente cerca de 70 palitos-de-dente por placa de Petri. Os palitos utilizados foram de madeira de pinus, de formato cilíndrico. Inicialmente foram fervidos com duas trocas de água, a fim de eliminar a resina. Após secar, foram cortados em ¼ do tamanho normal e apontados em uma das extremidades.



**Figura 2** – Placa de Petri contendo isolados fúngicos de *M. Phaseolina*. Anápolis-GO.  
Fonte: CARNEIRO, T.M.

Posteriormente, os palitos foram colocados nas placas de Petri e esterilizados em autoclave por 30 min a 120°C e 1 atm. O meio BDA foi vertido na placa contendo os palitos e, a quantidade de meio de cultura foi distribuída de forma que apenas 3 a 4 mm da extremidade afinada do palito, na posição vertical, ficasse fora do meio. Após resfriar, o fungo foi repicado sobre o BDA e os palitos foram incubados à temperatura de 30°C durante 10 dias, até serem totalmente colonizados pelo fungo (MIHAIL, 1992; TESSO; EJETA, 2011).

Aos 21 dias após o plantio, as plantas foram levadas para o laboratório de Agrobiodiversidade do Centro Tecnológico da UniEvangélica e foi realizada a inoculação das mesmas, espetando-se um palito colonizado cerca de 1cm abaixo do nó cotiledonar (Figura 3). O palito foi inserido na haste, sem atravessá-la totalmente, sendo finalizada a inoculação. As plantas foram mantidas sob regime hídrico, sendo irrigadas a cada 2 dias e, mantidas em temperatura ambiente (MIHAIL, 1992; TESSO; EJETA, 2011).



**Figura 3-** Inoculação do patógeno na cultura do algodoeiro realizado aos 21 dias após o plantio utilizando método do palito de dente colonizado com estruturas da *M. phaseolina*. Anápolis-GO.  
Fonte: CARNEIRO, T.M.

Avaliou-se a severidade e a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD). Para a severidade da doença e a AACPD a avaliação foi realizada aos 1, 4, 8, e 12 dias após a inoculação do patógeno. Para tanto, empregou-se uma escala de notas, adaptada de Abawi; Pastor Corrales (1990), com variação de 1 a 9, onde 1 = ausência de sintomas visíveis; 3 = discreta lesão necrótica a até 10% do hipocótilo com lesões superficiais; 5 = aproximadamente 25% do hipocótilo apresentando lesões necróticas; 7 = aproximadamente 50% do hipocótilo lesionada, com percepção discreta das estruturas fúngicas e 9 = aproximadamente 75% ou mais dos tecidos do hipocótilo apresentando lesões, sendo observado intenso crescimento fúngico. Os dados da severidade foram utilizados para o cálculo da AACPD, seguindo a fórmula:  $AACPD = \sum (y_i + y_{i+1}) * (t_{i+1} - t_i)$ , em que: i = número de avaliações; y = severidade; t = tempo (dias), conforme metodologia de Campbell; Madden (1990).

### 3.4. AVALIAÇÃO DA PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO

A avaliação da promoção de crescimento foi realizada aos 18 dias após o plantio. No laboratório do Centro tecnológico da UniEvangélica, as plantas foram medidas com o auxílio de uma régua, medindo-se o tamanho da parte aérea e da parte radicular (cm). Posteriormente às medições, com o auxílio de uma tesoura, separou-se a raiz da parte aérea e as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para a estufa, onde ficaram por 72 horas a 60 °C para a secagem. Após a secagem, as plantas foram pesadas em balança de precisão, determinando a biomassa (g) de cada amostra.

### 3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste Tukey, a 95% de significância. Utilizou-se o software SPSS, versão 21.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO

Observou-se diferença estatística entre os diferentes tratamentos testados, apresentando significância para a promoção de crescimento das plantas. Os resultados obtidos, avaliando a biomassa da parte aérea, evidenciaram que os tratamentos contendo plantas tratadas via semente e pulverização foliar com o produto biológico Trichodermil<sup>®</sup>, o produto químico comercial Vitavax Thiram<sup>®</sup>, a bactéria *Bacillus* sp., o fungo *Trichoderma asperellum* e a bactérias *Burkholderia pyrocinia*, destacaram-se significativamente, se mostrando eficientes, aumentando a biomassa da parte aérea em 158,38%, 125,50%, 123,48%, 98,65% e 93,28%, respectivamente, em relação à testemunha (Tabela 1).

**TABELA 1-** Avaliação da biomassa e comprimento da parte aérea e comprimento da raiz, realizadas no décimo oitavo dia após a semeadura em plantas de algodoeiro, em condições de telado. Teste de Tukey a 95% de significância. Anápolis – Goiás.

Tratamento	Biomassa (g)		Comprimento (cm)	
	Parte Aérea	Raiz	Parte Aérea	Raiz
Testemunha	0,149 b	0,011 b	6,12	5,2
<i>P. fluorescens</i>	0,256 ab	0,031 ab	8	7,12
<i>B. pyrocinia</i>	0,296 a	0,042 a	8,62	8,75
<i>Bacillus</i> sp.	0,333 a	0,050 a	8,8	10,2
<i>T. Asperellum</i>	0,288 a	0,041 a	8,07	8
Trichodermil <sup>®</sup>	0,336 a	0,043 a	9,52	8,3
Vitavax Thiram <sup>®</sup>	0,385 a	0,040 a	10,52	8,3
CV (%)	6,68	6,32	10,06	5,36

Em relação à biomassa das raízes, os tratamentos compostos pela bactéria *Burkholderia pyrocinia*, o produto comercial biológico Trichodermil<sup>®</sup>, a bactéria *Bacillus* sp., o fungo *Trichoderma asperellum* e o produto químico utilizando Vitavax Thiram<sup>®</sup>, apresentaram resultados semelhantes, destacando-se em relação a testemunha, promovendo a biomassa do sistema radicular em 354,54% , 290,90%, 290,90% , 272,72% e 263,63%, respectivamente (Tabela 1).

Quanto ao comprimento da parte aérea, o tratamento químico utilizando Vitavax Thiram<sup>®</sup> e o tratamento biológico comercial Trichodermil<sup>®</sup> se destacaram entre os demais, apresentando promoção de 78,82% e 76,51% em relação à testemunha,

respectivamente (Tabela 1). Em relação ao comprimento da raiz, o produto biológico comercial Trichodermil<sup>®</sup> apresentou 189,15% de promoção em relação à testemunha, se destacando entre os demais tratamentos (Tabela 1).

Os bioagentes e alguns estimuladores químicos desempenham papel importante no funcionamento das plantas, podendo proporcionar estimulação do crescimento das plantas através de alguns mecanismos (CATTELAN; HARTEL, 2000). Dentro destes mecanismos, relacionados às BPCP, pode-se citar a fixação biológica do nitrogênio atmosférico, produção de fitohormônios, tais como auxinas, citocininas, giberelinas e etileno, síntese de sideróforos, solubilização de fosfatos e aceleração nos processos de mineralização de nutrientes (CATTELAN; HARTEL, 2000). O *Trichoderma* como promotor de crescimento age como um bioestimulante, promovendo o desenvolvimento das raízes através de fitohormônios, permitindo que a planta aumente a sua área radicular, melhore a assimilação de nutrientes e água e aumenta a absorção de nutrientes (HARMAN et al., 2004).

Lynck (1992) relatou o potencial do fungo *Trichoderma* como agente biológico utilizado na agricultura, pela habilidade em estimular o crescimento e desenvolvimento de plantas, visto que esse proporcionou um aumento no comprimento da raiz de plantas de feijão de 189% em relação à testemunha, quando utilizado via tratamento de semente e rega. Tsahouridou e Thanassouloupoulos (2001) observaram que isolados de *Trichoderma* promoveram significativamente maior emergência de sementes de tomate e, também, aumento de peso seco e fresco em relação às plantas não tratadas com o fungo *Trichoderma*. Portanto, os resultados obtidos nesse trabalho corroboram com os dados obtidos por diferentes autores, mostrando o grande potencial de uso agrícola desse fungo.

Em estudo de campo, Yao et al. (2006) constataram que a inoculação com *B. subtilis* promoveu um aumento no crescimento e na produtividade das plantas de algodão. Gaing e Gaur (1991) em seu experimento verificou que um isolado de *B. subtilis* foi capaz de promover o aumento de biomassa, produção de grãos e absorção de P e N na cultura do feijão desenvolvido em solo de campo deficiente em P, adubado com fosfato de rocha. Resultados obtidos por Brand et al (2009), mostraram através de experimentos de campo e laboratório, em Santa Maria-RS, que os tratamentos com fungicida químico Vitavax Thiram associados com o Agrotrich<sup>®</sup> obteve melhor desempenho em relação ao comprimento da parte aérea.

## 4.2. AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE

Em relação à severidade da doença no controle da *M. phaseolina*, os tratamentos compostos por plantas tratadas via semente e via pulverização foliar com *Bacillus* sp., *Burkholderia pyrrocinia*, Trichodermil<sup>®</sup>, Vitavax Thiram<sup>®</sup>, *T. Asperellum* e *P. fluorescens*, se destacaram a testemunha, apresentando 79,02%, 62,97%, 48,50% , 44,50%, 38,90% e 31,49% de supressão da doença, respectivamente (Tabela 2).

**TABELA 2-** Avaliação da severidade da *M. phaseolina* em plantas de algodoeiro aos 12 dias após a inoculação. Teste de Tukey a 95% de significância. Anápolis – Goiás.

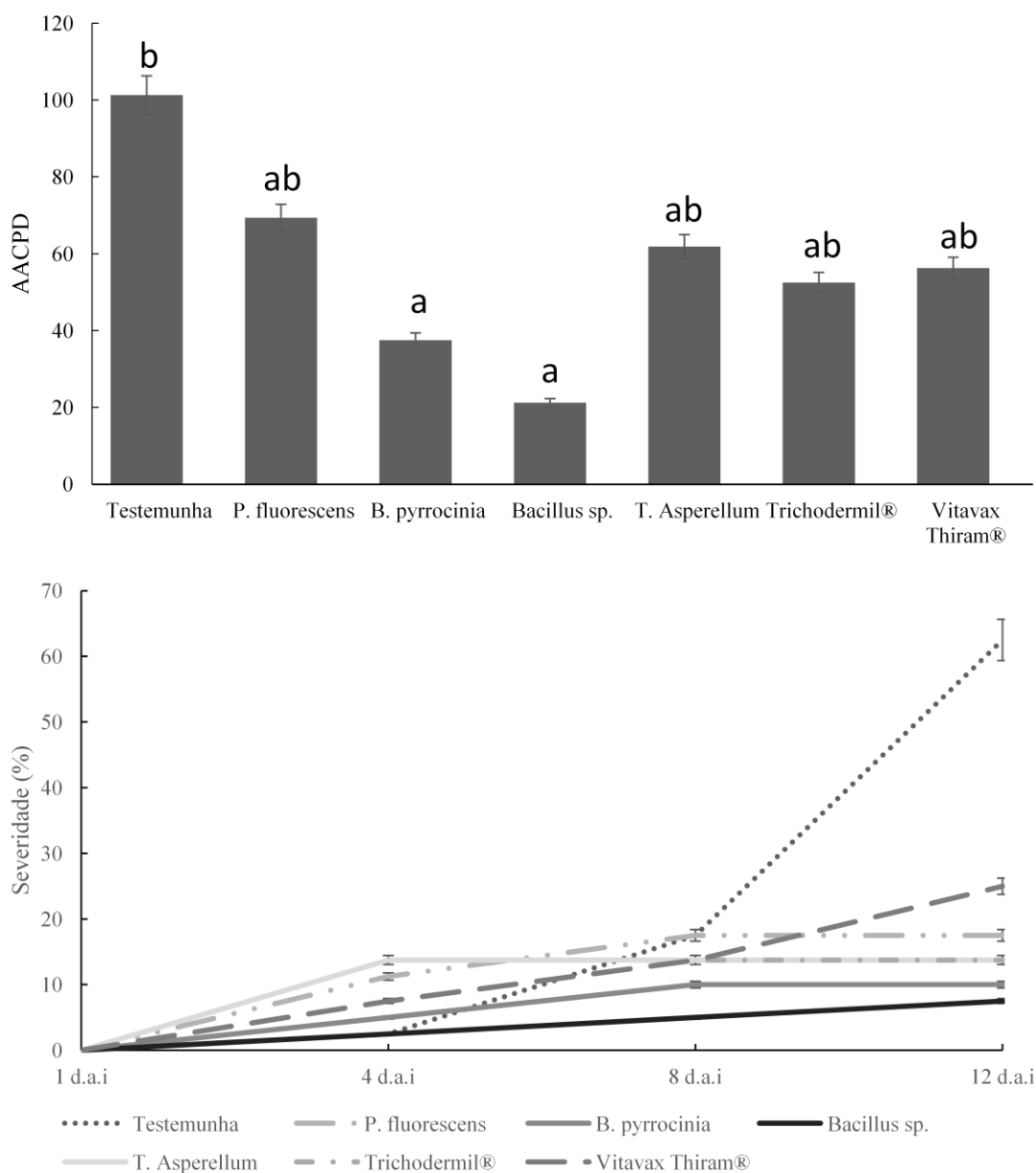
Tratamento	Severidade (%)
Testemunha	62,50 b
<i>P. fluorescens</i>	17,50 a
<i>B. pyrrocinia</i>	10,00 a
<i>Bacillus</i> sp.	7,50 a
<i>T. Asperellum</i>	13,75 a
Trichodermil <sup>®</sup>	13,75 a
Vitavax Thiram <sup>®</sup>	25,00 a
CV (%)	23,93

Sobre a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), os tratamentos compostos por *Bacillus* sp. e *Burkholderia pyrrocinia* se destacaram entre os demais, seguidos dos tratamentos compostos por Trichodermil<sup>®</sup>, Vitavax Thiram<sup>®</sup>, *T. Asperellum*, *P. fluorescens*, apresentando 79% , 63%, 48,14%, 44,40%, 39% e 31,48% de supressão da doença em relação a testemunha, respectivamente (Figura 4A). O efeito destes tratamentos na supressão da doença pode ser observado no comportamento da doença ao longo dos 12 dias após a inoculação (Figura 4B). A partir do 4º dia após a inoculação, o tratamento testemunha, se diferenciou dos demais tratamentos aumentando a severidade da doença, apresentando evolução até o 12º dia após a inoculação (Figura 4B).

Os bioagentes, quando associados às raízes, são capazes de produzir antibióticos, os quais são considerados um importante fator de antagonismo para outros microrganismos nas raízes, podendo impedir o desenvolvimento de patógenos (EMBRAPA, 2016). A indução de resistência sistêmica é outro mecanismo propiciado pelos bioagentes na supressão de patógenos, se tratando do aumento da capacidade de



defesa das plantas contra diversos patógenos após estimulação apropriada, aumentando a produção de compostos antimicrobianos, tornando-a mais resistente (MANJULA; PODILE, 2005).



**Figura 4** – Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) em plantas de algodão aos 1, 4, 8 e 12 dias após a inoculação (d.a.i) (A). Progresso da *Macrophomina phaseolina* em plantas de algodão aos 1, 4, 8 e 12 dias após a inoculação (d.a.i) (B). Teste de Tukey a 95% de significância. Anápolis – Goiás.

Marroni e Germani (2011) avaliaram a eficiência de isolados de bactérias do gênero *Bacillus* sp no controle do fungo *Macrophomina phaseolina*. As bactérias isoladas da rizosfera da cultura do mamoeiro selvagem inibiu o crescimento do fungo

em 9% (cepa RZ 1) e 24% (cepa RZ 2), e bactérias isoladas da cultivar mostraram 23% e 21% de inibição com os isolados RZE 4 e RP 2, respectivamente, por meio de seus metabólitos não voláteis.

Resultados obtidos por Vieira et al (2009), mostraram através de experimentos de laboratórios na UFU em Minas Gerais, que um isolado de *B. subtilis* BSV-05 inibiu em 61,43% o crescimento micelial de *M. phaseolina*. Alguns trabalhos inferem que porcentagens de inibição do crescimento micelial de patógenos de 40% ou mais indicam um possível potencial como agente de controle biológico (LANNNA et al., 2010). Os mesmos autores observaram inibições na germinação de conídios de *F. solani* f.sp. *phaseoli*, *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* e *M. phaseolina* acima de 80 % na presença de substâncias produzidas pelo isolado *B. subtilis* BSV-05, o que na prática pode resultar numa diminuição expressiva das infecções causadas pelos referidos patógenos no campo.

Meza et al. (2008) realizando estudos in vitro constataram a eficiência de *Trichoderma harzianum* no controle de *Fusarium solani*, apresentando menor raio de crescimento micelial, quando pareado com o antagonista. Guédez et al. (2009) corroboram com a eficiência do fungo *Trichoderma harzianum* no controle de *Rhizoctonia solani* isolado de morangueiro, onde o antagonista apresentou crescimento micelial maior que o patógeno.

## 5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos revelaram que a utilização do produto comercial biológico Trichodermil<sup>®</sup> e as bactérias *subtilis* e *Burkholderia pyrrocinia* se mostraram eficientes no controle da *Macrophomina phaseolina* na cultura do algodoeiro, além de atuar como um biopromotor de crescimento para biomassa e comprimento da parte aérea e das raízes, quando aplicados via tratamento de semente e pulverização foliar. Ambientalmente, a utilização deste microrganismo pode ser integrado ao uso de fertilizantes e pesticidas, não somente ao menor custo e tempo, mas por contribuir com um sistema agrícola sustentável e a redução dos problemas associados ao uso de produtos químicos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAWI, G.S.; PASTOR-CORRALES, M.A. Root rots of beans in Latin America and Africa: **diagnoses, research methodologies and management strategies**. Colômbia. CIAT. 1990.

ABRAPA – Associação Brasileira de Produtores de Algodão. (2018) Estatísticas: **O Algodão no mundo**. Disponível em: <http://www.abrapa.com.br/estatisticas/Paginas/AlgodaoMundo.aspx>. Acessado em 14 de Junho de 2019.

ABRAPA - Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. (2019) **Algodão no mundo**. Disponível em: [www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-mundo.aspx](http://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-mundo.aspx). Acesso em: 13 de março de 2019.

AGRIOS GN (2005) **Plant Pathology**. San Diego CA. Academic Press.

AIKEN, R.M.; SMUCKER, A.J.M. Root system regulation of whole plant growth. **Ann. Rev. Phytopathol.**, v.34, p.325-346, 1996.

ALMEIDA, A. M. R. et al. Doenças da soja. In: H. KIMATI, L. AMORIM, J.A.M. REZENDE, A. BERGAMIM FILHO, L.E.A. CAMARGO. **Manual de Fitopatologia**. Volume 2 - Doenças das Plantas Cultivadas. 4ª ed. Ed. Ceres, Piracicaba. p. 569 - 588. 2005.

ALMEIDA, A.M.R. SEIXAS, C.D.S.; FARIAS, J.R.B.; OLIVEIRA, M.C.N; FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; COSTA, J.M.; GAUDÊNCIO, C.A. *Macrophomina phaseolina* em soja. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 55p.

ALMEIDA R. P.; DOMINGUES C. A.; RAMALHO F. S. **Manejo Integrado de Pragas do Algodoeiro no Brasil**. EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Brasil, 2013.

AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. eds. **Manual de Fitopatologia**. Volume 1 - Princípios e Conceitos. 4ª Edição. Editora Agronômica Ceres Ltda. São Paulo. 2011. 704p.

BAIRD, R. E.; WATSON, C. E.; SCRUGGS, M. Relative longevity of *Macrophomina phaseolina* and associated mycobiota on residual soybean roots in soil. **Plant Disease**, v.87, p.563-566, 2003.

BAKER, K.F; COOK, R.J. **Biological control of plant pathogens**. San Francisco, W.H. Freeman, 1974. 433p.

BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA, J. G. Fitologia do algodão herbáceo – sistemática, organografia e anatomia. In: BELTRÃO, N. E. M. O agronegócio do algodão no Brasil. v.1, Brasília: **Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia**, p. 55-85. 1999.

BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. **Manual de fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. 919 p.

- BETTIOL, W.; GHINI, R. Solos supressivos. In: MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (Eds.). **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: Imprensa Universitária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. p. 125-152.
- BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B. (org.). Biocontrole de Doenças de Plantas: uso e perspectivas. Jaguarina-SP: **Embrapa meio Ambiente**. p. 7-14, 2009.
- BOYETCHKO, S.; HYNES, R. Research initiatives in the art and science of biopesticide formulations. **Soil Bio Biochem**, v.38, p.845–9, 2006.
- BRAND, S. C.; ANTONELLO, L. M. MUNIZ, M. F. B. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja submetidas a tratamento com bioprotetor e fungicida. **Revista brasileira de sementes**, v. 31, n.4, p. 87 – 94, 2009.
- CHANWAY, C.P.; SHISHIDO, M.; NAIRN, J.; JUNGWIRTH, S.; MARKHAM, J.; XIAO, G. & HOLL, F.G. **Endophytic colonization and field responses of hybrid spruce seedlings after inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria**. For. Ecol. Manag., 133:81-88, 2000.
- CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil. In: Métodos alternativos de controle fitossanitário. Jaguariúna: **EMBRAPA Meio Ambiente**, 2003. Cap.1, p.13-52.
- CAMPBELL CL, MADDEN LV (1990) Introduction to plant disease epidemiology. **New York NY. John Wiley & Sons**.
- CATTELAN, A.J.; HARTEL, P.G. Traits associated with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). In: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 1, 2000. p. 213-234.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Histórico mensal algodão- safra 2018**. : Brasília: Companhia Nacional de abastecimento. 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-algodao>. Acesso em 17 fev. 2019.
- COOK, R. J.; BAKER, K. F. **The nature and practice of biological control of plant pathogens**. St. Paul: APS, 1983. 539p.
- DHINGRA, O.D.; SINCLAIR, J.B. **Basic Plant Pathology Methods**. New York: CRC Press, 1995. 434p.
- EMBRAPA. **Bactérias aumentam produtividade do milho e reduzem adubos químicos**. Sete Lagoas, 03 fev. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2467608/bacterias-aumentam-produtividade-do-milho-e-reduzem-adubos-quimicos> . Acesso em 01 abr. 2019.
- ESPOSITO, E.; SILVA, M. Systematics and environmental application of the genus *Trichoderma*. **Critic Rev Microbiol**, v. 24, p. 89-98, 1998.
- FARIAS, F.J.C. **Índice de seleção de cultivares de algodoeiro herbáceo**. 121 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Piracicaba, 2005.
- FERREIRA, D.F. Sisvar. Lavras - MG, 2000.66 p.

- FREIRE, E. C. **Melhoramento no Brasil. In: Algodão: do plantio à colheita.** Ed: Aluizio Borém, Eleusio Curvelo Freire. Viçosa, MG. p.113-132. 2014.
- FILIPPI, M. C. C.; SILVA, G. B.; SILVA-LOBO, V. L.; CÔRTEZ, M. V. C. B.; MORAES, A. J. G.; PRABHU, A. S. Leaf blast (*Magnaporthe oryzae*) suppression and growth promotion by rhizobacteria on aerobic rice in Brazil. **Biological Control** (2011), doi:10.1016/j.biocontrol.2011.04.016.
- FILIPPI, M. C. C. et al. Leaf blast (*Magnaporthe oryzae*) suppression and growth promotion by rhizobacteria on aerobic rice in Brazil. **Biological Control**, Amsterdam, v. 58, n. 2, p. 160-166, 2011.
- GAING, S.; GAUR, A. C. Thermotolerant phosphate solubilizing microorganisms and their interaction with mung bean. **Plant and Soil**, 133: 141-149, 1991.
- GUÉDEZ, C.; CAÑIZÁLEZ, L.; CASTILLO, C.; OLIVAR, R. Efecto antagónico de *Trichoderma harzianum* sobre algunos hongos patógenos post cosecha de la fresa (*Fragaria* spp.). **Revista de La Sociedad Venezolana de Microbiología**, v.29, p. 34-38, 2009.
- GUPTA, G. K.; SHARMA, S. K.; RAMTEKE, R. Biology, epidemiology and management of the pathogenic fungus *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. with special reference to charcoal rot of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Journal of Phytopathology**, v. 160, p. 167- 180, 2012.
- GOULART, A. C. P. **Doenças associadas às sementes.** Correio Agrícola. p. 12-15, jan.jun. 2001.
- HARMAN, G. E. Myths and Dogmas of Biocontrol: Changes and Perceptions derived from Research on *Trichoderma harzianum* T-22. **Plant Disease**. p. 377-393, 2000.
- HARMAN, G.E.; HOWELL, C.R.; VITERBO, A.; CHET, I. e LORITO, M. - *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviews Microbiology**. v. 2. p. 43–56, 2004.
- HAWES, M. C.; BRIGHAM, L. A.; WEN, F.; WOO, H. H.; ZHU, Y. Function of root border cells in plant health:pioneers in the rhizosphere. **Annu. Rev. Phytopathol.**, v.36, p.311- 327, 1998.
- HENNING, A. A. **Manejo de doenças da soja.** Informativo Abrates. V 19, n°3. Londrina – PR, 2009.. Disponível em: <http://www.abrates.org.br/images/stories/informativos/v19n3/artigo02.pdf> . Acesso em 20 de fevereiro de 2019.
- HOWELL, C.R.; (2003) - Mechanisms Employed by *Trichoderma* species in the Biological Control of Plant Disease: The History and Evolution of Current Concepts. **Plant Disease**, 87, 1: 4-10.
- JOLY, A. B. (1991). **Botânica: Introdução à taxonomia vegetal.** Nacional: São Paulo. Pp. 698- 704.

- KADO, C.I. & HESKETT, M.G. Selective media for isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. **Phytopathology** 60:969-979. 1970.
- KAUR, S.; DHILLON, G. S.; BRAR, S. K.; VALLAD, G. E.; CHAND, R.; CHAUHAN, V. B. Emerging phytopathogen *Macrophomina phaseolina*: biology, economic importance and current diagnostic trends. **Critical Reviews in Microbiology**, **Edinburgh**, v. 38, p. 136-151, 2012.
- KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de fitopatologia** volume 2: Doenças das plantas cultivadas. 4 ed. Agronômica Ceres.; São Paulo, 2005, 494p.
- KUBICEK, CP et al., *Trichoderma*: From genes to biocontrol. **J. Plant Pathol.** 83 (2):11-23, 2001.
- KRUGNER, T.L.; BACCHI, L.M.A. Fungos. In: BERGAMIN FILHO, A; KIMATI, H.; AMORIM, L. (eds). **Manual de fitopatologia princípios e conceitos**. v.1. 3.ed. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres LTDA, 1995. cap.4, p.46-96.
- KLOPPER, J.W. Plant growth-promoting rhizobacteria as biological control agents. In: METTING, F.B., ed. **Soil microbial ecology**. New York, Marcel Dekker, 1993. p.255-274.
- LANNA, F. R.; FERRO, H. M.; PINHO, R.S.C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas**. 2010, 4, 12-20.
- LAVIE, S.; STOTZKY, G. 1986. Interactions between clay mineral sand siderophores affect the respiration of *Histoplasma capsulatum*. **Applied and Environmental Microbiology**, 51, 74- 79.
- LYNCK, J. Pesquisa inglesa com agentes biológicos. **Jornal Agroceres**, São Paulo, v. 212, p. 2, maio/jun. 1992.
- LUCON, C. M. M. **Promoção de crescimento de plantas com o uso de *Trichoderma* spp.** 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2009\\_1/trichoderma/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/trichoderma/index.htm) . Acesso em 22 maio de 2019.
- LUMSDEN, R. D; LOCKE, J. C. Biological control of damping-off caused by *Phytophthora ultimum* and *Rhizoctonia solani* in soilless mix. **Phytopathology**, v. 79, p. 361-66, 1989.
- LUZ, W.C. (2001) - Efeito de bioprotetores em patógenos de sementes e na emergência e rendimento de grãos de milho. **Fitopatologia Brasileira**, 26, 1: 16-20.
- LUZ, W.C. Rizobactérias promotoras de crescimento em plantas e bioproteção. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. 4:1-49. 1996.
- LOPES, R.B. (2009) - A indústria no controle biológico: produção e comercialização de microrganismos no Brasil. In: Bettiol, W. e Morandi, M.A.B. (Ed.) - **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, p. 15–28.

- MAIA, G. L.; SILVA, J. C.; MEYER, M. C. **Pathogenicity of *Macrophomina phaseolina* isolates from soybean.** VII World Soybean Research Conference Documentos 228, EMBRAPA, Brazil, 2004. 83p.
- MANJULA, K.; PODILE, A.R.. Increase in seedling emergence and dry weight of pigeon pea in the field with chitin-supplemented formulations of *Bacillus subtilis* AF 1. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, v.21, p.1057–1062, 2005.
- MARANHA, F. G. C. B.; RAMALHO, M. A. P.; FARIAS, F. J. C. Estratégias de análise da reação de cultivares de algodoeiro a patógenos. **Revista Brasileira Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.6, n.2, p.565-575, 2002.
- MARRONI IV, GERMANI JC (2011) Eficiência de rizobactérias *Bacillus* spp. no controle in vitro de *Macrophomina phaseolina* agente etiológico da podridão de tronco da mamona (*Ricinus communis* L). **Revista Brasileira de Agroecologia** 6: 159-167.
- MELO, I.S., 1998. **Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos.** In: Melo, I. S., Azevedo, J. L. (Ed.) Cont. Biol. 1:17-30.
- MEZA, C. L. S.; BARBOSA, R. J. F.; VALERO, N. O.; CARRILLO, R. M. G.; REDONDO, A. R. P. Antagonismo in vitro de *Trichoderma harzianum* Rifai sobre *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., asociado a la marchitez en maracuyá. **Revista Colombiana de Biotecnología**, v. 10, n. 2, p. 35-43, 2008.
- MIHAIL, J. D. *Macrophomina*. In: Singleton, L. L.; Mihail, J. D.; Rush, C. M. (Ed.) Methods for research on soilborne phytopathogenic fungi. St. Paul: **The American Phytopathological Society**, 1992. p.134-136.
- MISKO, A.L.; GERMIDA, J.J. Taxonomic and functional diversity of *pseudomonads* isolated from the roots of field-grown canola. **FEMS Microbiology Ecology**, Canadá, v. 42, p. 399-407, 2002.
- MORAES, W.B.C. Controle alternativo de fitopatógenos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27. p.175-190, 2008.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. 2002. **Microbiologia e bioquímica do solo.** UFLA/FAEPE, Lavras. 626pp.
- NDIAYE, M. **Ecology and management of charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*) on cowpea in the Sahel.** 114f. PhD Thesis Wageningen University, the Netherlands, 2007.
- NEHL, D.B.; BROWN, J.F. Deleterious rhizosphere bacteria: an integrating perspective. **Applied Soil Ecology**, v. 5, p. 1-20, 1996.
- OLIVEIRA, A.P.; ARAUJO J.O, J.S.; ALVES, E.U.; NORONHA, M.A.S.; CASSIMIRO, C.M.; MENDONA, F.G. Rendimento de feijao caupi cultivado com esterco bovino e adubo mineral. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.19, n.1, p.81-84, 2001.
- PAPP, I.L.G. **Manual do Produtor de Algodão.** São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 1992. 2p.



- PIZZINATTO, M. A. **Tratamentos de sementes de algodão**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 2., 1986, Campinas. Anais... Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 11- 16.
- PIZZINATTO, M. A. Testes de sanidade de sementes de algodão. In: SOAVE, J . ed. **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, p. 331-346, 1987.
- KADO, C.I.; HESKETT, M.G. Selective media for isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. **Phytopathology** 60:969-979. 1970.
- RENNÓ, M.H.L. **Caracterização do Agente Causal Estimativa de Parâmetros Epidemiológicos da Mancha de Ramulária do Algodoeiro**: Departamento de Fitopatologia, Universidade de Brasília, 2017.
- RICARD, J.L., 1981. Commercialization of *Trichoderma* based myco fungicide, some problems and solutions. **Biocont. News Inform.** 2: 95-98.
- RICHETTI, A.; MELO FILHO, G. A. Aspectos Socioeconômicos do Algodoeiro. Algodão: Tecnologia de Produção. Cap. 1. Dourados: **Embrapa Agropecuária Oeste**, p. 13-34, 2001.
- RICHETTI, A. et al. **Cultura do algodão no cerrado**. Embrapa Algodão, Campina Grande, 2003.
- ROBBS, F. C. Controle Biológico de doenças em plantas. In: NETO, A. M. A.; BARAN, C. L. **Manual de Controle Biológico**. Rio de Janeiro: Lidador. 2009. p46-51.
- RODRÍGUEZ, H.; FRAGA, R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. **Biotechnol. Adv.**, 17:319-339, 1999.
- SARAN, P. E., Manual de Doenças do Algodoeiro - Identificação, Biologia e Sintomas de Danos. **FMC**. 2009. P.01-232.
- SAMUELS, G. J. **Trichoderma: A guide to identification and biology**. Beltsville: USDA/ARS, p. 54, 2006.
- SCHROTH, M. N.; HANCOCK, J. G. 1982. Disease suppressive soil and root colonizing bacteria. **Science**, 216, 1376-1381.
- SILVA, J.C. Seleção de isolados de *Trichoderma* spp. no controle biológico da queimada-bainha (*Rhizoctonia solani* Kuhn) em arroz (*Oryza sativa* L.). Dissertação. Belém-PA, 2010.
- SILVA, F. F.; CASTRO, E. M.; MOREIRA, S. I.; FERREIRA, T. C.; LIMA, A. E.; ALVES, E. Emergência e análise ultraestrutural de plântulas de soja inoculadas com *Sclerotinia sclerotiorum* sob efeito da aplicação de *Trichoderma harzianum*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.43, n.1, p.41-45, 2017.
- SOUZA, P. E.; DUTRA, M.R. **Fungicidas no Controle e Manejo de Doenças de Plantas**. Lavras: Editora UFLA, 2003. 174p.
- SHORT GE, WYLLIE TD, AMMON VD. Quantitative enumeration of *Macrophomina phaseolina* in soybean tissues. **Phytopathology** 68,736-741, 1978.

SUASSUNA, N. D.; COUTINHO, W. M. Manejo das Principais Doenças do Algodoeiro no Cerrado Brasileiro. IN: FERREIRA, A. C. de B.; et al., Algodão no Cerrado do 32 Brasil. **Associação Brasileira dos Produtores de Algodão – ABRAPA**. 2. Edição. Mundial Gráfica. Aparecida de Goiânia, GO. 2011. P.567-612.

TESSO, T.; EJETA, G. Stalk strength and reaction to infection by *Macrophomina phaseolina* of brown midrib maize (*Zea mays*) and sorghum (*Sorghum bicolor*). **Field Crops Research**. Estados Unidos, v.120, p.271-275, 2011.

TROPILAB Inc (2007). **Gossypium Tincture From Amazon Herbs**. Disponível em: <http://www.tropilab.com/gossypiumtincture.html>. Acesso em: 14 de maio de 2019.

TSAHOURIDOU, P. C.; THANASSOULOPOULOS C. C. **Proliferation of *Trichoderma coningii* in the tomato rhizosphere and the suppression of damping-off by *Sclerotium rolfsii***. Soil biology & biochemistry. Elmsford- NY, v. 34, p. 767-776, 2001.

USDA (2018). **Cotton World Supply, Use and Trade**. Março. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/cotton-world-markets-and-trade>. Acesso em 14 fevereiro 2019.

VIANA, F. M. P. **Influência de Fatores Físicos e de Material Orgânica na Germinação de Microescleródios de *Macrophomina Phaseolina* (Tassi) Goidanich**. 100f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu- SP, 1996.

VIEIRA, R.D.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F. da; SEDIYAMA, C.S.; THIEBAUT, J.T.L. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de quatorze cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Ceres**, v.30, n.172, p.408-418, 2009.

WALTERS, D. R. Are plants in the field already induced? Implications for practical disease control. **Crop Protection**, v.28, p.459-465, 2009.

WELLER, D.M. Biological control of soil-borne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.23, p.379-407, 1988.

WELLER, D.M. Pseudomonas biocontrol agents of soilborne pathogens: Looking back over 30 years. **Phytopathology**. v. 97, p. 250-256, 2007.

YAO, A. V.; BOCHOW, D. H.; KARIMOV, S.; BOTUROV, U.; SANGINBOY, S.; SHARIPOV, A. K. Effect of FZB 24<sup>®</sup> *Bacillus subtilis* as a biofertilizer on cotton yields in field tests. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 39, n. 4, p. 323–328, 1 ago. 2006.

YAMAOKA, R.S. EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **O algodão na agricultura familiar**. Disponível em: <https://fonteshtml.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar/subprodutos.html>. Acesso em 10 de março de 2019.

ZAADY, E.; PEREVOLOTSKY, A.; OKON, Y. Promotion of plant growth by inoculum with aggregated and single cell suspensions of 61 *Azospirillum brasilense* Cd. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 25, p. 819-823, 1993.

ZONTA, J. H.; BRANDÃO, Z. N.; SOFIATTI, V.; BEZERRA, J. R. C.; MEDEIROS, J .C. Irrigation and Nitrogen Effects on Seed Cotton Yield, Water Productivity and Yield Response Factor in Semi-arid Environment. **Australian Journal of Crop Science**, v.10, n.1, p.118 - 126, 2016.