



Controle de patógenos em sementes de algodão com o uso de *Trichoderma harzianum*

José Vinícius Bezerra da SILVA¹, Rommel dos Santos Siqueira GOMES^{2*},
Thamires Kelly Nunes CARVALHO³, Aleksandra Vieira de LACERDA⁴,
Rummenigge de Macêdo RODRIGUES¹, José George Ferreira MEDEIROS⁴

¹Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, PB, Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Paraíba, Areia, PB, Brasil.

³Faculdade dos Palmares, Palmares, PE, Brasil.

⁴Unidade Acadêmica de Tecnologia do Desenvolvimento, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, PB, Brasil.

*E-mail: rommelssgomes@gmail.com

(ORCID: 0000-0003-0726-9347; 0000-0001-7596-3221; 0000-0003-3847-1249; 0000-0002-9703-3997;
0000-0002-7056-0789; 0000-0002-7056-0789)

Recebido em 04/09/2021; Aceito em 05/05/2022; Publicado em 03/06/2022.

RESUMO: O objetivo da pesquisa foi avaliar a eficiência do *Trichoderma harzianum* sobre patógenos e na qualidade fisiológica de sementes de *Gossypium hirsutum*. As sementes de algodoeiro BRS 416 e Mocó foram submetidas aos seguintes tratamentos: testemunha (sem tratamento), químico (dicarboximida 240 g. 100 kg⁻¹ de sementes) e biológicos (*T. harzianum* 1 x 10¹⁰ UFC) nas concentrações de 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 e 400 g. 100 kg⁻¹ de sementes. Para sanidade das sementes adotou-se o método *blotter test* e a qualidade fisiológica foi determinada pela germinação e vigor. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizados (DIC). Para o teste de sanidade o DIC foi constituído por dez repetições de vinte sementes em cada tratamento. Nos testes de germinação o delineamento foi composto por quatro repetições de cinquenta sementes. O uso de *T. harzianum* nas concentrações de 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 e 400 g. 100 kg⁻¹ sementes na concentração de 1 x 10¹⁰ aplicado nas sementes de algodão foram eficazes na redução de *Aspergillus* sp.; *Fusarium* sp.; *Penicillium* sp. e *Alternaria* sp. O *T. harzianum* não interferiu negativamente na germinação das sementes e proporcionou um aumento nos percentuais de germinação. O uso de produtos biológicos a base de *T. harzianum* é uma alternativa eficaz no tratamento de sementes de algodão.

Palavras-chave: manejo biológico; grandes culturas; patologia de sementes.

Control of pathogens in cotton seeds with the use of *Trichoderma harzianum*

ABSTRACT: The objective of the research was to evaluate the efficiency of *Trichoderma harzianum* on pathogens and on the physiological quality of *Gossypium hirsutum* seeds. The BRS 416 and Mocó cotton seeds were subjected to the following treatments: control (no treatment), chemical (dicarboximide 240 g. 100 kg⁻¹ of seeds) and biological (*T. harzianum* 1 x 10¹⁰ CFU) at concentrations of 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 and 400 g. 100 kg⁻¹ of seeds. For seed health, the blotter test method was adopted and the physiological quality was determined by germination and vigor. The treatments were arranged in a completely randomized design (CRD). For the health test, the CRD consisted of ten replicates of twenty seeds in each treatment. In the germination tests, the design consisted of four replications of fifty seeds. The use of *T. harzianum* in concentrations of 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 and 400 g. 100 kg⁻¹ seeds at a concentration of 1 x 10¹⁰ applied to cotton seeds were effective in reducing *Aspergillus* sp.; *Fusarium* sp.; *Penicillium* sp. and *Alternaria* sp. *T. harzianum* did not interfere negatively in seed germination and provided an increase in germination percentages. The use of biological products based on *T. harzianum* is an effective alternative in the treatment of cotton seeds.

Keywords: biological management; large cultures; seed pathology.

1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das culturas oleaginosas mais importantes, sendo cultivada em mais de 80 países, com uma produção anual de aproximadamente 25,7 milhões de toneladas de pluma, desempenhando um papel de grande importância para economia mundial (NCCA, 2018). O Brasil se mantém em quinta colocação no ranking mundial de produtividade, entre os países, que é liderado pela Índia, China, Estados Unidos e Paquistão. Porém, o Brasil é o primeiro colocado em produtividade em condição de

sequeiro, com uma projeção estimada para a safra 2020/2021 de 2,32 milhões de toneladas de pluma (ICAC, 2020).

Atualmente, os maiores produtores de algodoeiro são os estados de Mato Grosso e Bahia, os quais são responsáveis por cerca de 88% da produção nacional, com uma área plantada em torno de 984 mil hectares (CONAB, 2020). De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento, o aumento de produção se deve principalmente à melhoria na produtividade da cultura no País, em função das boas condições climáticas para o cultivo (CONAB, 2017).

Apesar de ser uma cultura com boa adaptação às condições edafoclimáticas do país, o algodoeiro precisa de atenção no manejo de fitossanitário, considerando-se que muitas das cultivares são suscetíveis a mais de uma doença o que aumenta a possibilidade de aparecimento de surtos epidêmicos (SUASSUNA; COUTINHO, 2015).

Dentre as principais doenças que atacam a cultura do algodoeiro está a murcha-de-fusário ou fusariose causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, responsável por causar perdas significativas na produção. O patógeno persiste no solo na forma de estruturas de resistência como clamidósporos e em associação com as raízes dos hospedeiros e sementes. A utilização de sementes saudáveis e o uso de cultivares resistente tem sido a estratégia mais efetiva para controle de doenças (ARAÚJO et al., 2016).

Normalmente, o controle químico tem sido a principal estratégia utilizada no tratamento de sementes (DOMENE et al., 2016), porém, a procura por métodos alternativos para tratamento de sementes tem ganhado atenção mundial, por causarem menos impacto ao meio ambiente em decorrência de sua origem vegetal em alguns casos (PINHEIRO et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2017).

O tratamento de sementes pode ocorrer por o uso de produtos químicos como fungicidas. A utilização de formulados à base de *Trichoderma* spp. vem sendo amplamente estudada, isto porque o fungo é utilizado como agente de biocontrole e na promoção de crescimento vegetal, devido aos seus mecanismos de ação, como parasitismo, antibiose, competição e indução de resistência de plantas a patógenos (MACHADO et al., 2012). Para as ocorrências dos mecanismos citados, são liberados por os isolados desse gênero fúngico mais de 278 compostos de metabólitos voláteis (SIDDIQUEE et al., 2012) e não voláteis (FIPKE et al., 2015).

O *Trichoderma* spp. além de servir como biocontrolador pode atuar como estimulador de germinação, emergência e crescimento vegetal. O estímulo no crescimento de plantas com a utilização de fungos pode estar relacionado à produção de fitohormônios vegetais e a solubilização de nutrientes na rizosfera, de forma que estejam aptos para absorção e translocação pela planta (MACHADO et al., 2012). Nesse sentido, o *Trichoderma* spp. produz diversidade de metabólitos utilizados no controle biológico de microrganismos na espermosfera e na rizosfera (ETHUR et al., 2012). Isso contribui para sua adaptação a diferentes solos de regiões de clima temperado e tropical, além de colonizar madeira (Machado et al., 2012) Agentes de controle biológico (ACB) tem baixa ou nenhuma toxicidade para polinizadores e ainda são compatíveis com outros inimigos naturais, como parasitoides (XU et al., 2011).

O gênero *Trichoderma* é o mais importante no controle biológico de doenças de plantas, representa quase metade dos agentes biológicos encontrados no mundo (BETTIOL et al., 2012). Isso se deve a sua alta versatilidade em modos de ação (parasitismo, antibiose, competição), produção de sideróforos e ainda induzem resistência ao hospedeiro. Encontra-se em diversos ambientes, apresentam rápido crescimento em diversos meios. Além disso, os pertencentes desse gênero são capazes de atuar como bioestimulantes, promovendo crescimento vegetal pela liberação de fitohormônios e solubilização de nutrientes (MACHADO et al., 2012). As espécies de *Trichoderma* vêm sendo muito estudadas e pesquisadas nos últimos anos como agente de controle biológico, devido sua efetividade a uma grande gama

de patógenos causadores de doenças em plantas (ZHANG et al., 2016).

Várias espécies do gênero *Trichoderma* são caracterizadas como portadoras de uma resistência inata e/ou induzidas a muitos fungicidas, no entanto, essa resistência é diferente em função do fungicida utilizado (KHAN; SHAHZAD, 2007).

Assim, objetivo da pesquisa foi avaliar a eficiência do *Trichoderma harzianum* sobre patógenos e na qualidade fisiológica de sementes de *Gossypium hirsutum*.

2. MATERIAL E METODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Fitossanidade do Semiárido (LAFISA), pertencente a Universidade Federal de Campina Grande, Campus Sumé, Brasil, com sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), cultivares BRS 416 e Mocó. As sementes foram submetidas ao processo de deslignamento químico por via úmida com ácido sulfúrico (H₂SO₄), na proporção de 7 kg de sementes para 1 litro de ácido concentrado (p.a.), durante 5 minutos, sendo posteriormente lavadas em água corrente (GABRIEL et al., 2015). Após secagem natural em temperatura ambiente 25 ± 2°C, sementes malformadas e atacadas por pragas foram descartadas, e em seguida, as sementes saudáveis foram acondicionadas em sacos de papel Kraft até a realização do experimento.

O teor de água das sementes foi determinado pelo método da estufa a 105 ± 3°C, por 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando-se quatro repetições de 50 sementes por cultivar. Os resultados foram expressos em porcentagem com base no seu peso úmido.

2.1. Tratamento biológico em sementes

Os tratamentos foram constituídos por: T1 = testemunha (água destilada esterilizada - ADE) por 3 minutos; T2 = Fungicida dicarboximida (240 g, 100 kg⁻¹ de sementes); T3 = 50 g; T4 = 100 g; T5 = 150 g; T6 = 200 g; T7 = 250 g; T8 = 300 g; T9 = 350 g; T10 = 400 g de *Trichoderma harzianum*. 100 kg⁻¹ de sementes na concentração de 1 x 10¹⁰ UFC. O biocontrolador foi aplicado diretamente sobre a superfície das sementes seguindo da mesma forma para o fungicida. Foram utilizados nos tratamentos os conídios do fungo *T. harzianum* linhagem ESALQ 1306/Koppert. A testemunha correspondeu somente na imersão das sementes em ADE.

2.2. Teste de sanidade

Foram utilizadas 200 sementes por tratamento, distribuídas em vinte repetições de dez sementes cada. Em seguida as sementes serão incubadas em placas de petri contendo dupla camada de papel filtro *Blotter Test*, esterilizado e umedecido com ADE. As placas permanecerão em incubação durante sete dias sob temperatura de 25 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 h (BRASIL, 2009). A identificação dos fungos associados às sementes será realizada com o auxílio de microscópio óptico e estereoscópico, após sete dias de incubação (Seifert et al., 2011). O percentual de fungos foi determinado pela fórmula de incidência, e os resultados expressos em porcentagem de sementes infectadas (BRASIL, 2009).

2.3. Teste de germinação

No teste de germinação, foram utilizadas 200 sementes por tratamento, divididas em quatro repetições de 50 sementes cada. As mesmas foram semeadas em papel Germitest® previamente esterilizado e umedecido com ADE

na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco, mantidos em sacos plásticos transparentes, com o objetivo de evitar a perda de água por evaporação e incubados em germinador B.O.D (Biochemical Oxygen Demand) regulado à temperatura de 30 °C e fotoperíodo de 12 horas. As avaliações foram realizadas do 4º ao 12º dia após a semeadura, considerando sementes germinadas aquelas que apresentaram sistema radicular com pelo menos 2 cm de comprimento, e os resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

2.3.1. Primeira contagem de germinação

Determinada juntamente com o teste de germinação, mediante contagem do número de plântulas normais (raiz e parte aérea, presentes) no quinto dia após a instalação do teste, sendo os resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

2.3.2. Índice de velocidade de germinação (IVG)

A velocidade de emergência foi determinada através de contagens diárias (realizadas no mesmo horário) das sementes germinadas durante 12 dias, sendo o índice de velocidade de germinação calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962), onde em que: G_1, G_2 e G_n = número de plântulas normais germinadas a cada dia; N_1, N_2 e N_n = número de dias decorridos da primeira à última contagem.

2.3.3. Comprimento e massa seca de raiz e parte aérea

Ao final do teste de germinação, todas as plântulas normais de cada tratamento e repetição foram medidas (raiz e parte aérea) com auxílio de régua graduada em centímetros, com os resultados expressos em cm plântula⁻¹. Após as medições, as raízes e partes aéreas das plântulas sem as folhas cotiledonares foram colocadas em sacos de papel tipo Kraft e postas em estufa de secagem a 65 °C até peso constante (48 horas). Decorrido esse período, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g e os resultados expressos em g plântulas⁻¹. (BRASIL, 2009)

2.4. Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizados (DIC). Para o teste de sanidade o DIC foi constituído por dez repetições de vinte sementes em cada tratamento. Nos testes de germinação e vigor o delineamento foi composto por quatro repetições de cinquenta sementes (BRASIL, 2009). Os dados foram submetidos à análise de variância. Realizou-se análise de regressão para os dados quantitativos com a significância dos modelos verificados pelo teste F ($p \leq 0,05$).

3. RESULTADOS

Na Figura 1, estão presentes os resultados da análise sanitária das sementes das cultivares de algodão Mocó e BRS 416 submetidas aos tratamentos com *Trichoderma harzianum*. A maior incidência do fungo *Aspergillus* sp. foi observada na cultivar BRS 416, obtendo o percentual de 3%. Constatou-se que para cultivar Mocó, a utilização do *T. harzianum* apresentou uma redução significativa com uso das concentrações a partir de 150 g. Em ambas as cultivares, as concentrações de 300, 350 e 400 g.100kg⁻¹ foram eficientes no controle de *Aspergillus* sp.

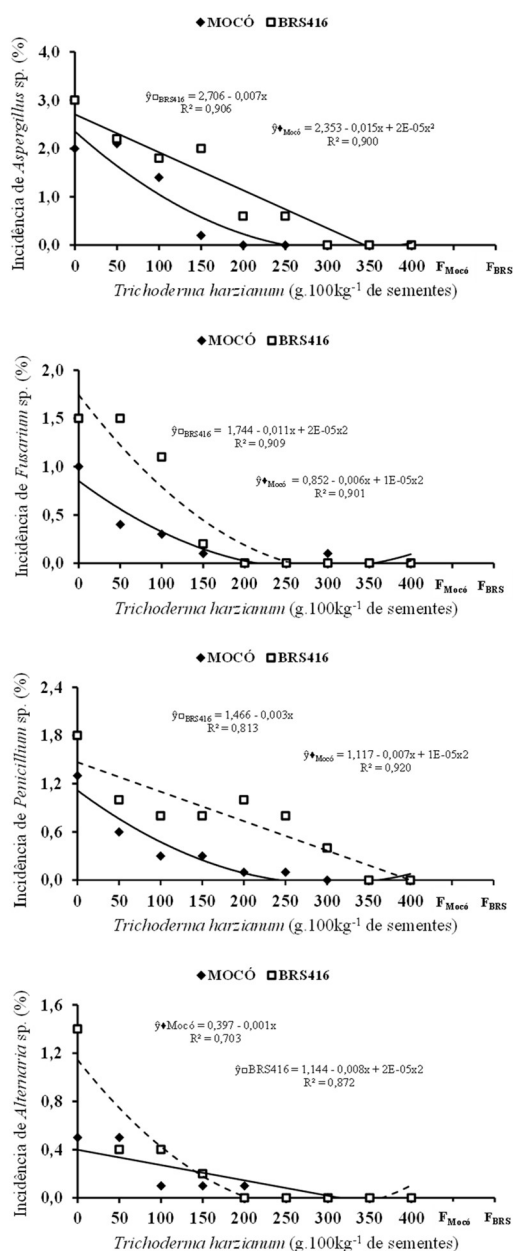


Figura 1. Incidência de *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. e *Alternaria* sp. em sementes de *Gossypium hirsutum*, cultivares BRS 416 e Mocó, submetidas ao tratamento biológico com *Trichoderma harzianum*.

Figure 1. Incidence of *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. and *Alternaria* sp. in *Gossypium hirsutum* seeds, cultivars BRS 416 and Mocó, submitted to biological treatment with *Trichoderma harzianum*.

Para o controle do fungo *Fusarium* sp. (Figura 1), observou-se que todas as concentrações utilizadas de *T. harzianum* foram eficientes na redução do fungo, exceto a concentração de 50 g. 100 kg⁻¹ na cultivar BRS 416. Nas cultivares Mocó e BRS 416 as concentrações que desempenharam melhor eficiência foram 200, 250, 300, 350 e 400 g 100 kg⁻¹ de sementes demonstrando resultado positivo com uso do *T. harzianum* para o controle e inibição da presença de *Fusarium* sp. em sementes de *Gossypium hirsutum* L.

A eficiência de *T. harzianum* no controle de *Penicillium* sp. pode ser observada na Figura 1. Para ambas as cultivares, todas as concentrações foram eficientes quando comparadas com a testemunha. Verificou-se que as concentrações de 350

e 400 g. 100 kg⁻¹ de *T. harzianum* apresentou um controle de 100% do fungo *Penicillium* sp. nas cultivares Mocó e BRS 416.

Os dados referentes a incidência de *Alternaria* sp. nas cultivares de algodão Mocó e BRS 416 estão apresentados na Figura 1. Observou-se que a cultivar BRS 416 apresentou maior incidência do fungo quando comparado com a cultivar Mocó, chegando a 1,6%. Para ambas as cultivares, as concentrações que controlaram a presença do patógeno foram: 250, 300, 350 e 400 g. 100 kg⁻¹ sementes tratadas com *T. harzianum*, mostrando assim, resultados satisfatórios no controle de *Alternaria* sp. em sementes de *Gossypium hirsutum* L.

Os valores obtidos no teste da primeira contagem de germinação das sementes de algodão, cultivares Mocó e BRS 416 (Figura 2) demonstraram que, as sementes tratadas com *T. harzianum* apresentaram um percentual de germinação superior quando comparados com as testemunhas. Desta forma, as concentrações de *T. harzianum* em não interferiram negativamente nesta variável para ambas as cultivares, contribuindo para o aumento destes percentuais.

Os dados da porcentagem de germinação encontram-se na Figura 2. Observou-se que, quando as sementes foram tratadas com *T. harzianum* nas concentrações 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 e 400 g. 100 kg⁻¹ sementes na concentração de 1 x 10¹⁰ houve um aumento na germinação das cultivares.

Os maiores valores de germinação constatados foram de 85 e 92% para as cultivares Mocó e BRS 416, respectivamente. Possivelmente, os resultados obtidos estão associados diretamente a eficiência do controle biológico na redução dos fungos que, são responsáveis por causarem danos às sementes e causarem a perda do potencial germinatório das mesmas.

De acordo com os dados da Figura 2, nas cultivares de algodão Mocó e BRS 416, os maiores valores observados de sementes duras foram naquelas que não receberam nenhum tratamento (testemunha). Para a cultivar Mocó, as concentrações a partir de 200 g. 100 kg⁻¹ sementes de *T. harzianum* proporcionaram a redução no percentual, assim, não havendo valores de sementes duras.

O percentual de sementes mortas está apresentado na Figura 2. Verificou-se nas sementes das cultivares Mocó e BRS 416 que, não houve nenhuma tendência entre as concentrações de *T. harzianum* para o aumento do índice de sementes mortas. Medeiros et al. (2016) avaliaram a associação de fungos às sementes de tambor (*Enterolobium contortisiliquum*) coletadas em quatro municípios paraibanos e constataram que, o índice de mortalidade das sementes dos lotes variou entre 7 e 21%. Tais resultados corroboram com os encontrados neste trabalho, onde a presença dos fungos está diretamente relacionada com o aumento do percentual de sementes mortas.

Assim, pode-se considerar que para as cultivares analisadas, além da presença de microrganismos nas sementes, a exposição a altas temperaturas pode ter afetado o embrião e causado a degradação dos componentes de reserva.

O resultado do comprimento da parte aérea das plântulas oriundas de sementes tratadas com *T. harzianum* está apresentado na Figura 3. Verificou-se um efeito positivo em ambas as cultivares quando utilizou-se *T. harzianum*. Os maiores valores constatados foram de 4,4 e 5,3 cm para as cultivares Mocó e BRS 416, respectivamente.

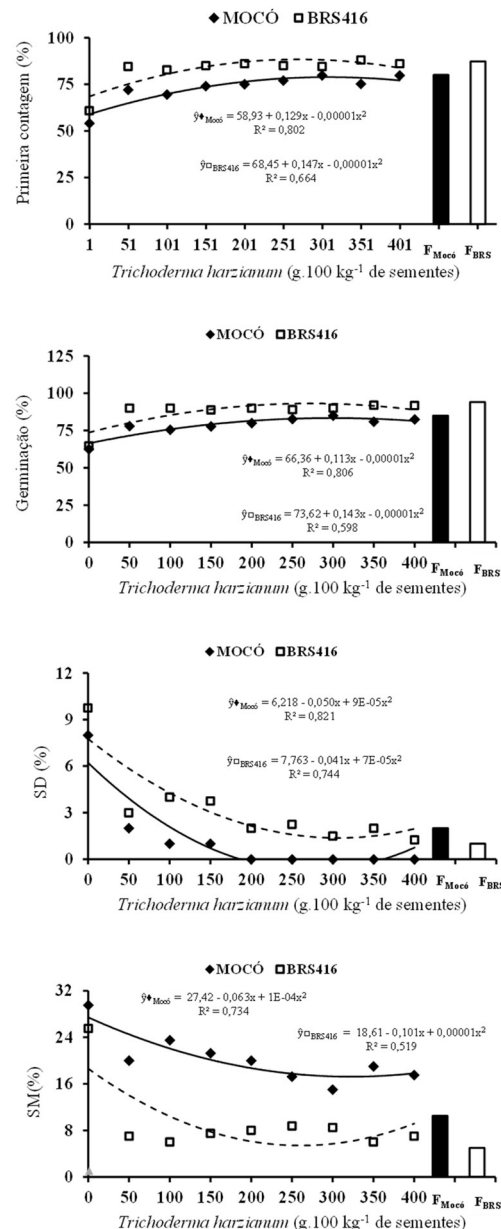


Figura 2. Primeira contagem, germinação, percentual de sementes duras e de sementes mortas de *Gossypium hirsutum*, cultivares BRS 416 e Mocó, submetidas ao tratamento biológico com *Trichoderma harzianum*.

Figure 2. First count, germination, percentage of hard and dead seeds of *Gossypium hirsutum*, cultivars BRS 416 and Mocó, submitted to biological treatment with *Trichoderma harzianum*.

Os valores referentes ao comprimento de raiz das plântulas de algodão, cultivares Mocó e BRS 416 (Figura 3) demonstraram uma influência negativa para a cultivar Mocó, constatando a redução de 1 cm no sistema radicular. Entretanto, ao analisar os dados referentes a cultivar BRS 416 verificou-se um efeito inverso, na qual o aumento das concentrações de *T. harzianum* proporcionou o crescimento das raízes. Diversas pesquisas confirmam o efeito de *T. harzianum* no desenvolvimento e rendimento de plantas a partir do tratamento de sementes. Possivelmente, a produção fitormônios produzido pelo *Trichoderma* favorece as atividades metabólicas que envolvem, inclusive, o sistema radicular. Entretanto, o não aproveitamento destes recursos

pela planta poderá ocasionar um efeito inverso, influenciando negativamente no crescimento radicular.

Os resultados obtidos da influência do uso de *T. harzianum* no comprimento de plântulas de algodão, cultivares Mocó e BRS 416 estão apresentados na Figura 3.

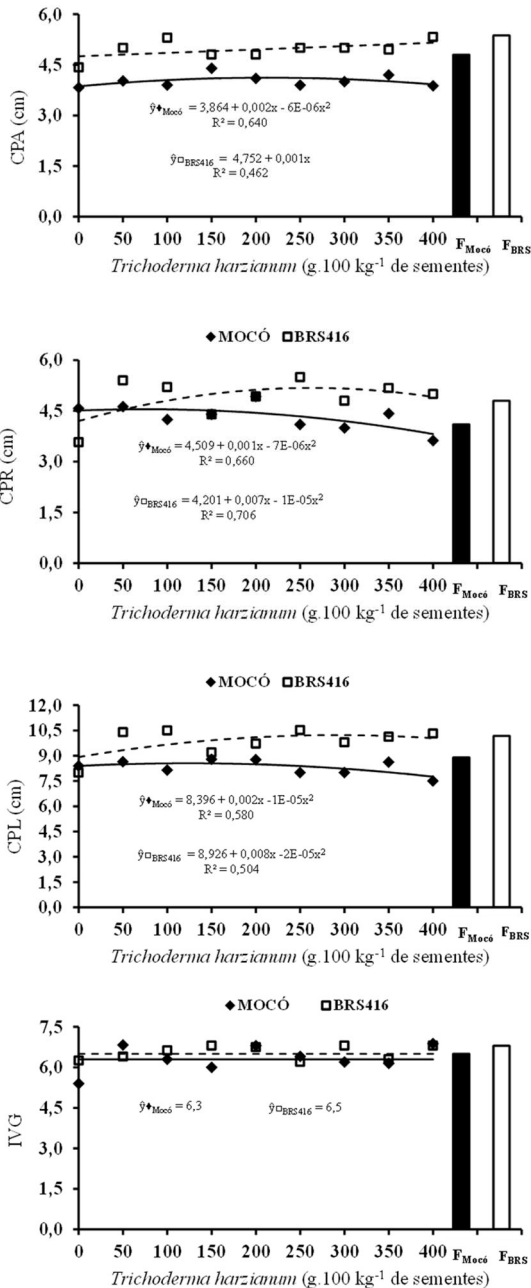


Figura 3. Comprimento da parte aérea, raiz, plântulas e índice de velocidade de germinação de plântulas de *Gossypium hirsutum*, cultivares BRS 416 e Mocó, submetidas ao tratamento biológico com *Trichoderma harzianum*.

Figure 3. Length of shoot, root, seedlings and germination speed index of seedlings of *Gossypium hirsutum*, cultivars BRS 416 and Mocó, submitted to biological treatment with *Trichoderma harzianum*.

Em relação às plântulas oriundas das sementes da cultivar Mocó, observou-se uma tendência semelhante a variável comprimento da raiz. Para a cultivar BRS 416, verificou-se o aumento do comprimento das plântulas em função das concentrações de *T. harzianum* (Figura 3).

Os valores referentes ao índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de algodão, cultivares Mocó

e BRS 416, tratadas *T. harzianum* estão apresentados na Figura 3, verificando-se em ambas as cultivares que não houve diferença de valores e nenhuma relação entre o aumento da concentração de *T. harzianum* e o IVG.

4. DISCUSSÃO

O uso de *Trichoderma* sp. no controle de *Aspergillus* sp., em sementes de algodão tem se apresentado como uma alternativa promissora. Cruz et al. (2020) analisaram os efeitos da microbiolização de sementes de algodão orgânico com *Trichoderma* sp. e observaram resultados satisfatórios na redução de *Aspergillus* sp. quando utilizaram as concentrações de 0,5; 1; 1,5 e 2 (1 x 10⁷ conidia mL⁻¹). Medeiros (2016) avaliando o uso de *Trichoderma* sp., isolado do fruto do abacaxizeiro, no controle de fitopatógenos obtiveram um isolado de *Trichoderma* sp. com capacidade de inibição do crescimento micelial de *Aspergillus* sp. e *Sclerotium rofsii*.

Diversas pesquisas confirmam a eficiência de *T. harzianum* no controle de *Fusarium* sp., a exemplo do trabalho desenvolvido por por Carvalho et al. (2011) analisando o controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* in vitro de seis isolados de *Trichoderma harzianum*, mostraram que todos apresentaram antagonismo contra o patógeno. Medeiros et al. (2020) avaliando in vitro isolados de *Trichoderma* (*T. viride*, *T. harzianum*, *T. asperellum* e *T. spp.*) no controle de *Fusarium moniliforme* do milho, verificaram que todos apresentaram rápido crescimento micelial, desenvolvendo-se em sete dias de incubação e suprimiu o desenvolvimento do patógeno.

Em pesquisa realizada por Junges et al. (2016) fazendo uso de *Trichoderma* spp., observaram o controle de *Penicillium* spp., *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Trichotecium* spp. e *Chaetomium* spp., presentes nas sementes de angico (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan), canafistula (*Peltopporum dubium* (Spreng.) Taub) e cedro (*Cedrela fissilis* Vell). Brand et al. (2009) constataram uma redução de *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. em sementes de soja com Agrotich, bioproduto de formulação a base de *Trichoderma*.

O uso do *Trichoderma* spp. como produto de biocontrole para o tratamento de sementes é utilizado em diversas culturas. Cruz (2010) utilizando *Trichoderma* spp. no tratamento de sementes de melão, apresentou resultados semelhantes a esta pesquisa no controle de *Alternaria* sp., reduzindo o fungo que inicialmente apresentou 13% de incidência. Kloster (2013) trabalhando com *Trichoderma* sp. para controle sanitário de sementes de *Guizotia abyssinica* constataram que após a microbiolização houve uma redução de 80% da incidência de *Alternaria* sp., indicando que o *Trichoderma* podem ajudar no controle das doenças causadas por fungos em sementes.

De acordo com Wrasse (2006), a primeira contagem da germinação é um teste conduzido em condições totalmente favoráveis podendo beneficiar lotes de médio a alto vigor. Mesmo assim, pode ser considerado um teste de vigor, pois sabe-se que, com a deterioração da semente, a velocidade de germinação é reduzida e isso é possível de ser verificado antes de se observar a porcentagem final de germinação (SILVEIRA et al., 2002).

De acordo com Luz et al. (2012) o conhecimento das estruturas do processo germinativo e das plântulas é importante para uma correta interpretação do teste, bem como, os fatores básicos como temperatura e água.

As sementes duras podem ser descritas como aquelas que permanecem sem absorver água por um período mais longo

que o normal e se apresentam no final do teste com aspecto de sementes recém-colocadas no substrato. Essa condição é relativamente comum em determinadas espécies, principalmente em Fabaceae (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Chacón et al. (2007) verificaram que plantas de tomate inoculadas com *T. harzianum* apresentaram aumento da proliferação de raízes e consequente aumento na massa foliar das plantas. Contreras-Cornejo et al. (2009) observaram que sementes de *Arabidopsis thaliana* inoculadas com *T. virens* e *Trichoderma atroviride* apresentaram uma maior concentração de auxina em plantas, inferindo em aumento da produção de biomassa e estimulação do desenvolvimento das raízes laterais de menor diâmetro.

As eventuais diferenças, independentemente de serem de grandes ou em pequenas proporções, podem ser explicadas pela alteração do comportamento fisiológico dentro da mesma espécie, onde as mudanças das condições climáticas e a diversidade genética das matrizes podem influenciar nos testes que indicam o potencial fisiológico das espécies em estudo (GUEDES et al., 2015).

5. CONCLUSÕES

Foram identificados nas sementes de algodão das cultivares BRS 416 e Mocó os seguintes fungos: *Aspergillus* sp.; *Fusarium* sp.; *Penicillium* sp. e *Alternaria* sp.

O uso de *Trichoderma harzianum* nas concentrações de 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 e 400 g. 100 kg⁻¹ sementes na concentração de 1 x 10¹⁰ aplicado nas sementes de algodão foram eficazes na redução de *Aspergillus* sp.; *Fusarium* sp.; *Penicillium* sp. e *Alternaria* sp.

O *Trichoderma harzianum* não interferiu negativamente na germinação das sementes e proporcionou um aumento nos percentuais de germinação.

As concentrações de 250, 300, 350 e 400 g. 100 kg⁻¹ /sementes de *Trichoderma harzianum* são recomendadas para a redução de *Aspergillus* sp.; *Fusarium* sp.; *Penicillium* sp. e *Alternaria* sp. em sementes de algodão das cultivares BRS 416 e Mocó.

6. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, D. V.; MACHADO, J. C.; PEDROZO, R.; PFENNING, L. H.; KAWASAKI, V. H.; NETO, A. M.; PIZATTO, J. A. Transmission and effects of *Fusarium oxysporum* f. sp. vasinfectum on cotton seeds. **African Journal of Agricultural**, v. 11, n. 20, p. 1815-1823, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.10706>

BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B.; PINTO, Z. V.; PAULA JÚNIOR, T. J.; CORREIA, E. B.; MOURA, A. B.; BEZERRA, J. L. **Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2012. 113p.

BRAND, S. C.; ANTONELLO, L. M.; MUNIZ, M. F. B.; BLUME, E.; SANTOS, V. J. D.; REINIGER, L. R. S. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja submetidas a tratamento com bioprotetor e fungicida. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 87-94, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000400010>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

CARVALHO, D. D. C.; MELO, S. C. M.; LOBO JÚNIOR, M.; SILVA, M. C. 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**, v. 36, n. 1, p. 28-34, 2011.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CHACÓN, M. R.; RODRÍGUEZ GALÁN, O.; BENÍTEZ FERNÁNDEZ, C. T.; SOUSA, S.; REY, M.; LLOBELL GONZÁLEZ, A.; DELGADO JARANA, J. Microscopic and transcriptome analyses of early colonization of tomato roots by *Trichoderma harzianum*. **International Microbiology**, v. 10, n. 1, p. 19-27, 2007. DOI: <https://doi.org/10.2436/20.1501.01.4>

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2020/2021**. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_03_14_15_28_33_boletim_graos_.pdf. Acesso em: 29 abril. 2022.

CONTRERAS-CORNEJO, H. A.; MACÍAS-RODRÍGUEZ, L.; CORTÉS-PENAGOS, C.; LÓPEZ-BUCIO, J. *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**, v. 149, n. 3, p. 1579-1592, 2009. <https://doi.org/10.1104/pp.108.130369>

CRUZ, J. L. G. **Efeito de *Trichoderma* spp. no potencial fisiológico de sementes e mudas de melão**. 64f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil, 2010.

CRUZ, J. M. F. L.; MEDEIROS, E. C.; FARIAS, O. R.; SILVA, E. C.; NASCIMENTO, L.C. Microbiolization of organic cotton seeds with *Trichoderma* sp. and *Saccharomyces cerevisiae*. **Journal of Seed Science**, v. 42, n. 8, p. 1-9, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v42229182>

DOMENE, M. P.; GLORIA, E. M.; BIAGI, J.; BENEDETTI, B. C.; MARTINS, L. Efeito do tratamento com óleos essenciais sobre a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de milho (*Zea mays*). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83, n. 1, p. 1-6, 2016. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000072014>

ETHUR, L. Z.; LUPATINI, M.; BLUME, E.; MUNIZ, M. F. B.; ANTONIOLLI, Z. I.; LORENTZ, L. H. *Trichoderma asperellum* na produção de mudas contra a fusariose do pepineiro. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 4, p. 73-84, 2012. DOI: <https://doi.org/10.18188/sap.v11i4.5347>

FIPKE, G. M.; PAZINI, J. B.; ETHUR, L. Z. Antagonismo de isolados de *Trichoderma* spp. ao *Sclerotinia sclerotiorum* em diferentes temperaturas. **Magistra**, v. 27, n. 1, p. 23-32, 2015.

GABRIEL, D.; TROMBETTA, G.; HENRIQUE, G.; PERECIN JÚNIOR, H.; MUNIZ, R.; SOUZA, L. C. D. Deslincamento de sementes de algodão. **Revista Conexão Eletrônica**, v. 12, n. 1, p. 105-113, 2015.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. R.; MOURA, S. S. S.; GALINDO, E. A. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Semina**:

- Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 2373-2382, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n4p2373>
- ICAC. International Cotton Advisory Committee. **Changes in Supply and Demand Estimates Since Last Week**. 05 de December. 2020.
- JUNGES, E.; MUNIZ, M.F.; MEZZOMO, R.; BASTOS, B.; MACHADO, M.T. *Trichoderma* spp. na produção de mudas de espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 2, p. 237-244, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.107614>
- KHAN, M. O.; SHAHZAD, S. Screening of *Trichoderma* species for tolerance to fungicides. **Pakistan Journal of Botany**, v. 39, n. 3, p. 945-951, 2007.
- KLOSTER, G. S. **Restrição hídrica em teste de sanidade e microbiolização com *Trichoderma* sp. em sementes de níger (*Guizotia abyssinica*)**. 50f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, Brasil, 2013.
- LUZ, P. B.; PIVETTA, K. F. L.; NEVES, L. G.; SOBRINHO, S. P.; BARELLI, M. A. A. Caracterização morfológica do diásporo e da plântula de *Archontophoenix cunninghamii* (Arecaceae). **Comunicata Scientiae**, v. 3, n. 4, p. 244-248, 2012. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v3i4.332>
- 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**, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012. DOI: <https://doi.org/10.19084/rca.16182>
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- MEDEIROS, J. C. D.; MARTINS, W. S.; MIRANDA, F. F. R. Antagonismo de *Trichoderma* spp. no biocontrole de *Fusarium moniliforme* na cultura do milho. **Revista Sítio Novo**, v. 4, n. 4, p. 169-178, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.47236/2594-7036.2020.v4.i4.169-178p>
- MEDEIROS, J. G. F.; ARAUJO NETO, A. C.; URSULINO, M. M.; NASCIMENTO, L. C.; ALVES, E. U. Fungos associados às sementes de *Enterolobium contortisiliquum*: análise da incidência, controle e efeitos na qualidade fisiológica com o uso de extratos vegetais. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 47-58, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509821090>
- MEDEIROS, K. A. S. **Avaliação de *Trichoderma* sp., isolado de fruto de abacaxi, no controle de fitopatógenos in vitro**. 34f. (Monografia de Graduação) – Universidade Federal do Mato Grosso, Sinop, Brasil, 2016.
- NCCA. National Cotton Council of America. **Rankings**. Disponível em: <https://www.cotton.org/econ/cropinfo/cropdata/rankings.cfm>. Acesso em: 16 de maio de 2018.
- OLIVEIRA, J. S. B.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; BONATO, C. M.; CARNEIRO, S. M. D. T. P. G. Homeopatas de óleos essenciais sobre a germinação de esporos e indução de fitoalexinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 1, p. 208-215, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170024>
- PINHEIRO, C. G.; LAZAROTTO, M.; MUNIZ, M. F. B.; REDIN, C. G.; SANTOS, M. V. Efeito da assepsia superficial na germinação e incidência de fungos em sementes de espécies florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, p. 253-260, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.87.1234>
- SEIFERT, K.; MORGAN-JONES, G.; GAMS, W.; KENDRICK, B. **The genera of Hyphomycetes**. 1ª ed. Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre. 2011. 866p.
- SIDDIQUEE, S.; CHEONG, B. E.; TASLIMA, K.; KAUSAR, H.; HASAN, M. M. Separation and Identification of *volatile compounds* from liquid Cultures of *Trichoderma harzianum* by GC-MS using Three Different Capillary Columns. **Journal of Chromatographic Science**, v. 50, n. 1, p. 358-367, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1093/chromsci/bms012>
- SILVEIRA, M. A. M.; RAMOS, E. J. M.; MORAIS, G. B. Comparação de métodos para avaliação da qualidade fisiológica em sementes de calêndula. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 2, p. 24-30, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222002000100005>
- SUASSUNA, N. D.; COUTINHO, W. M. Manejo das principais doenças do algodoeiro no Cerrado brasileiro. In: FREIRE, E.F. **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. Gráfica e Editora Positiva. Brasília. 2015. p. 479-521.
- XU, C.; SANO, M.; NAKATSUKA T. Tree ring cellulose $\delta^{18}O$ of *Fokienia hodginsii* in northern Laos: a promising proxy to reconstruct ENSO? **Journal of Geophysical Research Atmospheres**, v. 116, D24, e24109, 2011.
- WRASSE, C. F. **Testes de vigor alternativos em sementes de arroz**. 71f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil, 2006.
- ZHANG, L. I.; DENG, X. F.; TONG Y. G.; QIN, C. F. Excretion of infectious Zika virus in urine. **The Lancet Infect Dis**, v. 16, n. 1, p. 641-642, 2016.