



Microbiolização de sementes de soja com *Trichoderma harzianum*: qualidade fisiológica e sanitária

Gabryelle Oliveira de Souza SALES¹, Rommel dos Santos Siqueira GOMES^{2*}, Thamires Kelly Nunes CARVALHO³, Marlei Rosa dos SANTOS⁴, José George Ferreira MEDEIROS⁵

¹Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, PB, Brasil.

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

³Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI, Brasil.

⁴Universidade Estadual do Piauí, Uruçuí, PI, Brasil.

⁵Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, PB, Brasil.

*E-mail: rommelssgomes@gmail.com

Submetido em 23/03/2023; Aceito em 14/07/2023; Publicado em 28/07/2023.

RESUMO: A soja (*Glycine max* L.) contribui na geração de divisas via exportação, considerada a cultura agrícola mais importante do Brasil. O objetivo foi analisar o uso do *T. harzianum* para microbiolização de sementes de soja, visando o controle biológico de fungos. As sementes utilizadas foram das cultivares BRS 523 e BRS 539, onde os tratamentos caracterizou-se através do delineamento inteiramente casualizado. Para o teste de sanidade, os tratamentos utilizados foram a testemunha, tratamento químico (dicarboximida) e os tratamentos biológicos divididos nas concentrações de 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 e 400 g de *T. harzianum*. 100⁻¹ kg de sementes. No teste de germinação, utilizaram-se os mesmos tratamentos da sanidade, avaliando-se o percentual de germinação, primeira contagem, sementes mortas e duras, e comprimento de plântulas. Realizou-se análise de regressão para os dados quantitativos com a significância dos modelos verificados pelo teste F. Portanto, a aplicação de *T. harzianum* na concentração máxima (400 g) utilizada sobre as sementes de soja demonstrou maior eficiência na redução de *Aspergillus flavus*, *Fusarium semitectum*, *Penicillium* sp. e *Colletotrichum truncatum*. Já as concentrações altas (350 g e 400 g) de *T. harzianum* proporcionaram um aumento de 2% na germinação da cultivar de soja BRS 539.

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

Microbiolization of soybean seeds with *Trichoderma harzianum*: physiological and sanitary quality

ABSTRACT: Soybean (*Glycine max* L.) contributes to the generation of foreign exchange via exports, considered the most important agricultural crop in Brazil. The objective was to analyze the use of *T. harzianum* for microbiolization of soybean seeds, aiming at the biological control of fungi. The seeds used were from the cultivars BRS 523 and BRS 539, where the treatments were characterized through a completely randomized design. For the sanity test, the treatments used were the control, chemical treatments (dicarboximide) and biological treatments divided into concentrations of 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 and 400 g of *T. harzianum*. 100⁻¹ kg of seeds. In the germination test, the same sanity treatments were used, evaluating the percentage of germination, first count, dead and hard seeds, and seedling length. Regression analysis was carried out for the quantitative data with the significance of the models verified by the F test. Therefore, the application of *T. harzianum* at the maximum concentration (400 g) used on soybean seeds obtained greater efficiency in the reduction of *Aspergillus flavus*, *Fusarium semitectum*, *Penicillium* sp. and *Colletotrichum truncatum*. The high concentrations (350 g and 400 g) of *T. harzianum* provided a 2% increase in the germination of the soybean cultivar BRS 539.

Keywords: seed pathology; biological control; large cultures.

1. INTRODUÇÃO

O complexo soja tem grande importância econômica para o Brasil, sendo a principal cultura do agronegócio brasileiro, ocupando aproximadamente 50% da área plantada e apresentando o maior crescimento na produção nas últimas três décadas, contribuindo significativamente para a economia do país (CONAB, 2019).

O consumo mundial de soja é de aproximadamente 350 milhões de toneladas: China (29,3 %), Estados Unidos (17,8 %), Argentina (14,8 %) e Brasil (13,2 %) consomem juntos

75 % da safra e o comércio mundial é de aproximadamente 150 milhões de toneladas onde o Brasil (51 %) e Estados Unidos (32 %) são responsáveis por 83% do total exportado (FIESP, 2020). Em função da oferta estável ao longo do ano, essa cultura se tornou o principal insumo na constituição da alimentação de aves, suínos e bovinos para produção de proteína animal em todo o mundo.

Dentre os fatores que limitam a obtenção de elevados rendimentos em soja no Brasil estão as doenças. Sendo que aproximadamente 40 doenças são causadas por fungos,

bactérias, nematoides e vírus já foram identificadas. Este número continua a subir, devido à expansão da soja para novas áreas e como consequência da monocultura. As severas infecções de cada doença variam de ano para ano e de região para região, dependendo das condições climáticas de cada safra (EMBRAPA, 2010). A maioria dos patógenos são transmitidos através das sementes e, portanto, o uso principalmente de sementes saudáveis e com o tratamento de sementes é essencial para a prevenção ou a redução das perdas de produção.

As principais doenças que se disseminam através da semente são a antracnose (*Colletotrichum truncatum*), a seca da haste e vagem (*Phomopsis* spp.), a mancha púrpura da semente e o crestamento foliar de *Cercospora* (*Cercospora kikuchii*), a mancha “olho-de-rã” (*Cercospora sojina*), a mancha parda (*Septoria glycines*) e o cancro da haste (*Diaporthe phaseolorum* f. sp. meridionalis) (EMBRAPA, 2020).

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 ganho atenção mundial, por causarem menos impacto ao meio ambiente em decorrência de sua origem (PINHEIRO et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2017).

O tratamento de sementes pode ocorrer com o uso de produtos químicos como fungicidas e inseticidas, e formulados à base de fungos e bactérias para o controle biológico e promoção de crescimento vegetal. 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 (MACHADO et al., 2012). Para as ocorrências dos mecanismos citados, são liberados pelos 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, representando quase metade dos agentes biológicos encontrados no mundo (BETTIO 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. São encontrados em diversos ambientes, apresentam rápido crescimento em diferentes meios. Além disso, os pertencentes a esse 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* spp. 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).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização e obtenção das sementes

O experimento foi realizado no Laboratório de Fitossanidade do Semiárido (LAFISA) do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido Ciências Agrárias (CDSA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Sumé, Paraíba. Foram utilizadas sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], cultivares BRS 523 (Lote 1) e BRS 539 (Lote 2).

2.2. Teor de umidade

O teor de água das sementes foi determinado pelo método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, 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.

2.3. Tratamentos

Os tratamentos, para cada cultivar, 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 de *Trichoderma harzianum*. 100^{-1} kg de sementes na concentração de 1×10^{10} UFC - unidade formadora de colônia; T4 = 100 g de *T. Harzianum*. 100^{-1} kg de sementes na concentração de 1×10^{10} UFC; T5 = 150 g *T. Harzianum*. 100^{-1} kg de sementes na concentração de 1×10^{10} UFC; T6 = 200 g *T. harzianum*. 100^{-1} kg de sementes na concentração de 1×10^{10} UFC; T7 = 250 g de *T. Harzianum*. 100^{-1} kg de sementes na concentração de 1×10^{10} UFC; T8 = 300 g de *T. Harzianum*. 100^{-1} kg de sementes na concentração de 1×10^{10} UFC - unidade formadora de colônia; T9 = 350 g de *T. harzianum*. 100^{-1} kg de sementes na concentração de 1×10^{10} UFC; T10 = 400 g de *T. Harzianum*. 100^{-1} kg de sementes na concentração de 1×10^{10} . O biocontrolador foi aplicado diretamente sobre a superfície das sementes seguindo da mesma forma para o fungicida. Foi utilizado nos tratamentos os conídios do fungo *Trichoderma harzianum* linhagem ESALQ 1306/Koppert. A testemunha correspondeu somente na imersão das sementes em ADE.

2.4. Teste de sanidade

Foram utilizadas 200 sementes por tratamento, distribuídas em vinte repetições de dez sementes cada. Em seguida as sementes foram incubadas em placas de petri contendo dupla camada de papel filtro “Blotter Test”, esterilizado e umedecido com ADE. As placas permaneceram em incubação durante sete dias sob temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 12 horas (BRASIL, 2009).

A identificação dos fungos associados às sementes foi 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 incidência, e os resultados expressos em percentagem de sementes infectadas (BRASIL, 2009).

2.5. 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 quarto ao décimo segundo dia após a semeadura, considerando sementes germinadas aquelas que apresentaram sistema radicular com pelo menos 2 mm de comprimento, e os resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009). A qualidade fisiológica foi avaliada pelos seguintes testes, primeira contagem, percentual de germinação, percentual de sementes duras e mortas e comprimento da parte aérea.

2.5. Análise estatística

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (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 (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

A Figura 1 apresenta os dados relacionados a eficiência de *Trichoderma harzianum* na redução dos fungos *Aspergillus flavus* (Figura 1A) e *Penicillium* sp. (Figura 1B).

Verificou-se que as doses de *T. harzianum* nas concentrações de 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 e 400 g. 100⁻¹ kg de sementes na concentração de 1 x 10¹⁰ UFC - unidade formadora de colônia foram eficientes na redução dos fungos *Aspergillus flavus* e *Penicillium* sp. quando comparados com a testemunha (Figura 1). Dentre as doses utilizadas, as menores incidências de *Aspergillus flavus* (lote 1 = 15%; lote 2 = 8%) e *Penicillium* sp. (lote 1 = 4%; lote 2 = 2%) foram identificadas no tratamento 400 g de *T. harzianum*.

A eficiência do uso de *T. harzianum* na redução dos fungos *Colletotrichum truncatum* e *Fusarium semitectum* pode ser visualizada na Figura 2.

A maior incidência de *C. truncatum* foi observada no lote 1 (14%), quando comparado ao lote 2 (9%). Houve uma redução do fungo em ambos os lotes com efeito decrescente da incidência em função do aumento das doses de *T. harzianum*. As doses de 350 g e 400 g *T. harzianum*. 100⁻¹ kg de sementes na concentração de 1 x 10¹⁰ UFC foram as mais eficientes no manejo de *C. truncatum* (Figura 2A).

Em relação ao controle de *Fusarium semitectum* com o uso de *T. harzianum*, observou-se que em todas as concentrações utilizadas houve um efeito do biocontrolador. Dentre as doses aplicadas, verificou-se que 400 g *T. harzianum*. 100⁻¹ kg de sementes na concentração de 1 x 10¹⁰ UFC foi responsável

pela erradicação do fungo, assim comprovando a sua eficiência, inclusive apresentando o mesmo resultado do fungicida utilizado.

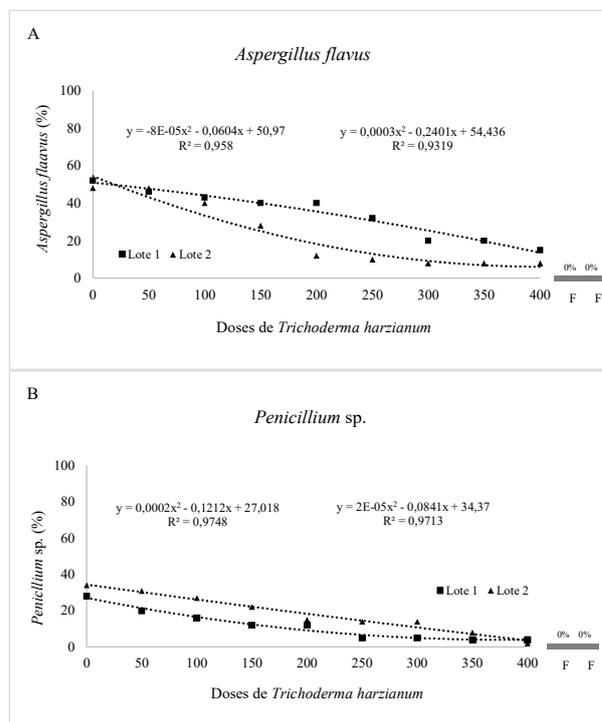


Figura 1. Incidência dos fungos de armazenamento *Aspergillus flavus* (A) e *Penicillium* sp. (B) em sementes de *Glycine max* submetidas ao tratamento biológico com *Trichoderma harzianum*. F = fungicida. Figure 1. Incidence of storage fungi *Aspergillus flavus* (A) and *Penicillium* sp. (B) in *Glycine max* seeds submitted to biological treatment with *Trichoderma harzianum*. F = fungicide.

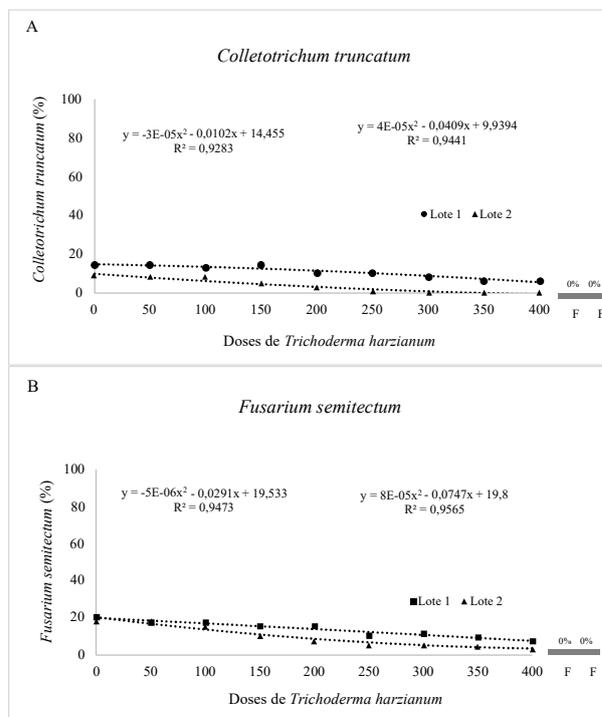


Figura 2. Incidência dos fungos patogênicos *Colletotrichum truncatum* (A) e *Fusarium semitectum* (B) em sementes de *Glycine max* submetidas ao tratamento biológico com *Trichoderma harzianum*. F = fungicida. Figure 2. Incidence of the pathogenic fungi *Colletotrichum truncatum* (A) and *Fusarium semitectum* (B) in *Glycine max* seeds submitted to biological treatment with *Trichoderma harzianum*. F = fungicide.

Os dados sobre a influência de *T. harzianum* sobre a primeira contagem e germinação das sementes de soja estão apresentados na Figura 3.

Constatou-se no teste de primeira contagem da germinação que houve um efeito significativo em relação ao lote 2, apresentando um aumento de 2% quando utilizada a dose de 400 g de *T. harzianum* (Figura 3A). Em relação aos valores do teste de germinação, observou-se um resultado semelhante ao anterior, havendo um aumento de 3% no percentual de germinação para o Lote 2 quando aplicada a dose de 400 g *T. harzianum* (Figura 3B). Assim, destacando-se como um tratamento promissor e demonstrando um incremento positivo no desenvolvimento inicial do processo de germinação das sementes.

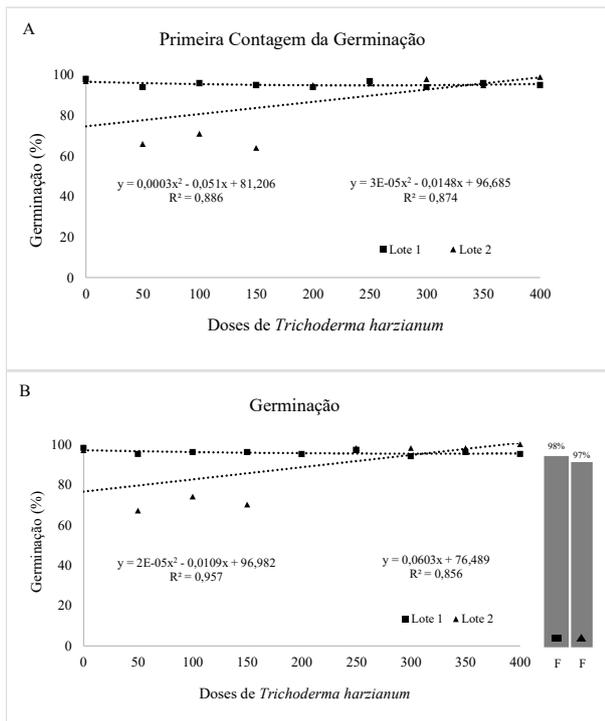


Figura 3. Percentual de primeira contagem (A) e germinação (B) em sementes de *Glycine max* submetidas ao tratamento biológico com *Trichoderma harzianum*. F = fungicida.

Figure 3. Percentage of first count (A) and germination (B) in *Glycine max* seeds submitted to biological treatment with *Trichoderma harzianum*. F = fungicide.

A influência de *T. harzianum* no percentual de sementes mortas e duras pode ser observada na Figura 4. Para os dados referentes a sementes mortas, verificou-se que o uso de *T. harzianum* na maior dose reduziu em 2% o percentual quando comprado com a testemunha no lote 2. Entretanto, houve um efeito contrário quando utilizada a dose de 300 g de *T. harzianum* para o lote 1, onde foi constatado um aumento de 2% (Figura 4A).

Em relação ao efeito de *T. harzianum* no percentual de sementes duras foi constatado que não houve influência para o Lote 1. Entretanto, os maiores valores do lote 2 foram apresentados nos tratamentos 50 g, 100 g e 150 g de *T. harzianum*, sendo 33%, 26% e 30%, respectivamente (Figura 4B).

Os resultados obtidos sobre a influência de *T. harzianum* no comprimento de plântulas de soja estão apresentados na Figura 5. Em relação ao comprimento de plântulas, verificou-se na Figura 5 que as plântulas pertencentes ao lote 2

apresentaram um aumento de 0,95 cm quando submetidas a dose de 400 g de *T. harzianum*. Não houve significância dos tratamentos quando aplicados nas sementes do lote 1.

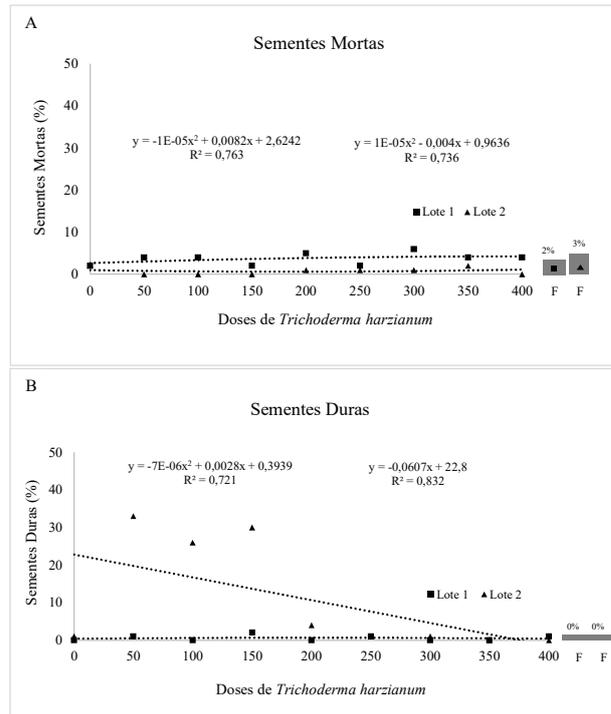


Figura 4. Percentual de sementes mortas (A) e duras (B) de *Glycine max* submetidas ao tratamento biológico com *Trichoderma harzianum*. F = fungicida.

Figure 4. Percentage of dead (A) and hard (B) seeds of *Glycine max* submitted to biological treatment with *Trichoderma harzianum*. F = fungicide.

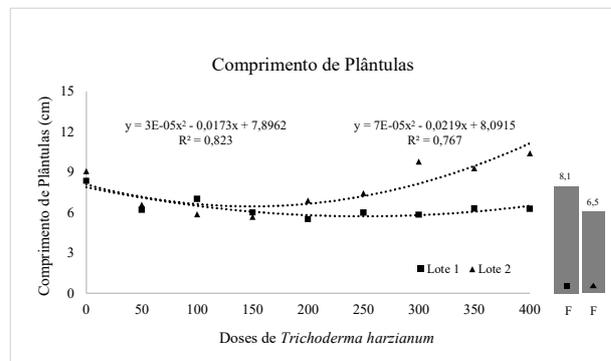


Figura 5. Comprimento de plântulas de *Glycine max* submetidas ao tratamento biológico com *Trichoderma harzianum*. F = fungicida.

Figure 5. Length of *Glycine max* seedlings submitted to biological treatment with *Trichoderma harzianum*. F = fungicide.

4. DISCUSSÃO

Constatou-se a eficiência dos tratamentos na redução dos fungos de armazenamento identificados nas sementes de soja.

A eficiência do uso de *Trichoderma harzianum* na redução de *Aspergillus flavus* e *Penicillium* sp. em sementes de soja foi comprovada em pesquisa realizada por Santana et al. (2020), onde identificaram uma redução de 28% e 10%, respectivamente. Moura et al. (2022) avaliaram a influência de *Trichoderma* spp. sobre a sanidade e aspectos fisiológicos de sementes de *Astronium urundeuva* e constataram a redução de fungos do gênero *Aspergillus*.

O gênero *Trichoderma* foi descrito como um potencial agente de biocontrole para fitopatógenos em agricultura, como o gênero *Colletotrichum* (KUCHLAN; ANSARI, 2019). Isso age por meio de mecanismos de competição por espaço e nutrientes, antibiose, parasitismo e indução dos mecanismos de defesa da planta contra patógenos (CONTRERAS-CORNEJO et al., 2020; SOOD et al., 2020; VINAL; SIVASITHAMPARAM, 2020).

O uso de *T. harzianum* foi eficiente na qualidade fisiológica de sementes de soja quando utilizada a dose de 1 ml. 500⁻¹ g de sementes, havendo um aumento de 5% em relação a testemunha (SANTANA; SEGATO, 2020).

O fungo *T. harzianum* está entre os agentes de biocontrole mais conhecidos e estudados na agricultura, havendo relatados como agentes biológicos inicialmente na década de 1930 (GHAZANFAR et al., 2018). Esse fungo pode ser utilizado como promotores do crescimento de plantas, indutores de resistência contra doenças e também utilizados no controle de fitopatógenos (MACHADO et al., 2012).

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 leguminosas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Kraemer (2022), avaliando o potencial de isolados de *Trichoderma* spp. no biocontrole de doenças da soja e na qualidade fisiológica de sementes, obteve um resultado semelhante a essa pesquisa, obtendo um aumento de 15 cm no comprimento das plântulas quando comparadas com a testemunha.

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, inclusive no comprimento das plântulas (GUEDES et al., 2015).

5. CONCLUSÕES

Foram identificados nas sementes de soja (*Glycine max*) das cultivares BRS 523 e BRS 539 os seguintes fungos: *Aspergillus flavus*, *Fusarium semitectum*, *Penicillium* sp. e *Colletotrichum truncatum*.

A aplicação de *Trichoderma harzianum* na concentração máxima (400 g) utilizada sobre as sementes de soja foi a mais eficiente na redução de *Aspergillus flavus*, *Fusarium semitectum*, *Penicillium* sp. e *Colletotrichum truncatum*.

As concentrações altas (350 g e 400 g) de *T. harzianum* proporcionaram um aumento de 2% na germinação das sementes de soja cultivar BRS 539.

6. REFERÊNCIAS

BETTOL, W.; MORANDI, M. A. B.; PINTO, Z. V.; PAULO JÚNIOR, T. J.; CORRÊA, É. B.; MOURA, A. B.; LUCON, C. M. M. COSTA, J. C. B.; BEZERRA, J. L. **Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2012. 115p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/930378>. Acesso em: 25 de mar. 2023.

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

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

CONAB_Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2018/2019**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_03_14_15_28_33_boletim_graos_marc_2017bx.pdf>. Acesso em: 13 Mar. 2020.

CONTRERAS-CORNEJO, H. A.; MACÍAS-RODRÍGUEZ L.; DEL-VAL, E.; LARSEN, J. Interactions of *Trichoderma* with plants, insects, and plant pathogen microorganism: chemical and molecular base. In: MÉRILLION, J. M.; RAMAWAT, K. G. (Eds.) **Co-evolution of secondary metabolites**. Cham, Zug: Springer Nature Switzerland AG, 2020. p. 263-290. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96397-6_23

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, p. 1-6, 2016. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000072014>

EMBRAPA_Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil**, 2011. Londrina: Embrapa Soja & Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2010. 255p.

EMBRAPA_Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil**. 2020. Londrina: Embrapa Soja & Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2020. 347p.

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. <https://doi.org/10.18188/sap.v11i4.5347>

FIESP_Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **9º Levantamento USDA da safra 2019/20**. 2020. Disponível em: <<https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/saframundial-de-soja/attachment/file-20200115141404>>. Acesso em: 20 de fev. 2020.

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.

GHAZANFAR, M. U.; RAZA, M.; RAZA, W.; QAMAR, M. I. *Trichoderma* as potential biocontrol agent, its exploitation in agriculture: a review. **Plant Protection**, v. 2, n. 3, p. 109-135, 2018.

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. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n4p2373>

- 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.
- KRAEMER, A. P. N. **Avaliação do potencial de isolados de *Trichoderma* spp. no biocontrole de doenças da soja e no tratamento de sementes**. 75f. (Dissertação de Mestrado) - Instituto Federal Goiano, Urutaí, Brasil, 2022.
- KUCHLAN, P.; KUCHLAN, M. K.; ANSARI, M. M. Efficient application of *Trichoderma viride* on soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] seed using thin layer polymer coating. **Legume Research - An International Journal**, v. 42, p. 260-264, 2019.
- 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.
- MOURA, I. N. B. M.; SILVA, J. N.; SILVA, E. C.; FARIAS, O. R.; NASCIMENTO, L. C. Controle biológico com *Trichoderma* sp. sobre a qualidade de sementes de *Astronium urundeuva*. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 15, n. 1, p. 113-123, 2022. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2022v15n1e8360>
- OLIVEIRA, J. S. B.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; BONATO, C. M.; CARNEIRO, S. M. 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. <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. <https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.87.1234>
- SANTANA, A. L.; SEGATO, S. V. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja tratadas com fungicida químico e microrganismos promotores de crescimento (*Trichoderma* spp. e *Azospirillum* spp.). **Nucleus**, v. 17, n. 2, p. 241-256, 2020.
- 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. 4, p. 358-367, 2012. <https://doi.org/10.1093/chromsci/bms012>
- SOOD, M.; KAPOOR, D.; KUMAR, V.; SHETEIWY, M. S.; RAMAKRISHNAN, M.; LANDI, M.; ARANITI, F.; SHARMA, A. *Trichoderma*: the “secrets” of a multitasking biocontrol agent. **Plants**, v. 9, n. 6, p. 1-25, 2020. <https://doi.org/10.3390/plants9060762>
- VINALE, F.; SIVASITHAMPARAM, K. Beneficial effects of *Trichoderma* secondary metabolites on crops. **Phytotherapy Research**, v. 1, n. 11, p. 1-8, 2020. <https://doi.org/10.1002/ptr.6728>
- XU, C.; SANO, M.; NAKATSUKA, T. Tree ring cellulose $\delta^{18}\text{O}$ of *Fokienia hodginsii* in northern Laos: A promising proxy to reconstruct ENSO? **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 116, D24, D24109. 2011. <https://doi.org/10.1029/2011JD016694>
- ZHANG, F. C.; LI, X. F.; DENG, Y. Q.; TONG, Y. G.; QIN, C. F. Excretion of infectious Zika virus in urine. **Lancet Infectious Diseases**, v. 16, n. 6, p. 641 – 642, 2016. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)30070-6](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)30070-6)

Agradecimentos: Ao conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsas da primeira autora.

Contribuição dos autores: G.S. - redação, metodologia e coleta de dados; R.S.S.G., T.K.N.C., M.R.S. e J.G.F.M. - redação, metodologia, coleta de dados, análise estatística, conceituação, administração e supervisão. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

Financiamento: Bolsa modalidade Iniciação Científica, CNPq - Edital CGP/PRPG/UFCG 01/2021.

Revisão por comitê institucional: Não se aplica.

Comitê de Ética: Não se aplica.

Disponibilização de dados: Os dados da pesquisa serão disponibilizados mediante solicitação através do email: rommelssgomes@gmail.com

Conflito de Interesse: Os autores declaram que não existem conflitos de interesse com outros pesquisadores ou instituições.