

Avaliação da eficiência do fungo *Trichoderma harzianum* em função de diferentes tratamentos químicos de semente

Guilherme Mombach Maia^{1*}; Norma Schlickmann Lazaretti¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná

^{1*}gmombachmaia@gmail.com

Resumo: A soja é crucial para o Brasil como exportador de grãos, mas a dependência de agroquímicos aumenta custos e riscos ambientais, com a redução da eficiência desses produtos e a demanda por sustentabilidade, o manejo biológico com o fungo *T. harzianum* mostra-se promissor para o controle de doenças na soja. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial do fungo *T. harzianum* no desenvolvimento da cultura da soja em diferentes tratamentos industriais de sementes. O trabalho foi desenvolvido na fazenda escola do Centro Universitário FAG, localizada no município de Cascavel, Paraná, em cultivo protegido. Foram analisadas 3 moléculas de fungicidas próprios para tratamento de sementes, utilizando as dosagens fornecidas na bula. A condução do delineamento foi do tipo DBC (Delineamento em Blocos Casualizado), composto por 7 tratamentos. Os tratamentos de semente incluíram três composições sendo eles: (Maxim®), (Apron® RFC) e (Certeza® N) com adição do fungo do gênero *T. harzianum* somando um tratamento com sementes tratadas apenas com o *T. harzianum*. Cada tratamento foi replicado em 4 blocos, apresentando um total de 28 unidades experimentais. As variáveis avaliadas consistiram em número de plantas por vaso, altura da parte aérea, tamanho das plantas, massa seca das plântulas e índices de clorofila A e B. Os resultados sugerem que o uso do *T. harzianum*, em condições com menor interferência de fungicidas, pode proporcionar benefícios no crescimento inicial das plântulas. A combinação com fungicidas, no entanto, pode reduzir o potencial de resposta positiva ao *T. harzianum*, possivelmente devido a interações químicas que afetam sua eficácia. Assim, o *T. harzianum* pode apresentar melhor desempenho em fases posteriores do ciclo da cultura ou em condições em que a interferência de fungicidas seja mínima.

Palavras-chave: Patologia de sementes; Tratamento industrial de sementes; Controle biológico.

Evaluation of the efficiency of the *Trichoderma harzianum* fungus according to different chemical seed treatments

Abstrat: Soy is crucial for Brazil as a grain exporter, but dependence on agrochemicals increases costs and environmental risks, with the reduction in the efficiency of these products and the demand for sustainability, biological management with the fungus *T. harzianum* shows promise for disease control in soybeans. The present work aimed to evaluate the potential of the fungus *T. harzianum* in the development of soybean crops in different industrial seed treatments. The work was carried out on the FAG University Center school farm, located in the municipality of Cascavel, Paraná, in protected cultivation. Three fungicide molecules suitable for seed treatment were analyzed, using the dosages provided in the leaflet. The design was conducted using the DBC (Casualized Block Design) type, consisting of 7 treatments. The seed treatments included three compositions: (Maxim®), (Apron® RFC) and (Certeza® N) with the addition of the fungus of the genus *T. harzianum*, adding a treatment with seeds treated only with *T. harzianum*. Each treatment was replicated in 4 blocks, presenting a total of 28 experimental units. The variables evaluated consisted of number of plants per pot, aerial part height, plant size, seedling dry mass and chlorophyll A and B indices. The results suggest that the use of *T. harzianum*, in conditions with less interference from fungicides, can provide benefits in the initial growth of seedlings. Combination with fungicides, however, may reduce the potential for a positive response to *T. harzianum*, possibly due to chemical interactions that affect their effectiveness. Thus, *T. harzianum* may perform better in later phases of the crop cycle or in conditions where fungicide interference is minimal.

Keywords: Seed pathology; Industrial seed treatment; Biological control.

Introdução

A cultura da soja tem se consolidado como uma das mais importantes no Brasil, tanto em termos de produção quanto de área plantada. Nos últimos anos, investimentos em tecnologias e práticas agronômicas têm sido fundamentais para impulsionar a produtividade. No entanto, a incidência de doenças continua sendo um dos maiores desafios para a cultura, podendo resultar em perdas de 15% a 20%, especialmente devido à prática comum de sucessão de culturas, que facilita a propagação de patógenos (EMBRAPA, 2018). Diante deste cenário, o controle biológico surge como uma estratégia sustentável e eficaz contra doenças, pragas e nematoides, representando uma alternativa aos produtos químicos, que frequentemente apresentam limitações em suas aplicações e podem levar à resistência de patógenos, além de provocar impactos negativos ao meio ambiente.

Os fungos do gênero *Trichoderma harzianum* spp. destacam-se como agentes de controle biológico amplamente utilizados devido à sua adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas e à sua capacidade de se estabelecer em diversos ecossistemas (BERNARDO *et al.*, 2019). Uma característica fundamental do *T. harzianum* é sua capacidade de colonizar o solo e as raízes de plantas, formando uma associação simbiótica que contribui para a promoção do crescimento vegetal. Além disso, esses fungos possuem propriedades micoparasíticas, permitindo-lhes atuar diretamente contra patógenos fúngicos por meio de mecanismos como a produção de enzimas hidrolíticas (quitinases e glucanases) que degradam a parede celular dos patógenos. Essa adaptabilidade permite sua ampla dispersão pelo mundo, o que tem estimulado o uso desse fungo na agricultura como controle biológico de fungos patogênicos que atacam diferentes culturas. A aplicação de técnicas como estas tem contribuído significativamente para o aumento da produção agrícola no Brasil, que se posiciona como um dos principais fornecedores de produtos para o mercado interno e externo. Entre 1980 e 2021, houve um crescimento de 400% na produção de grãos, resultado da intensificação da mecanização agrícola, do uso de fertilizantes, defensivos e do tratamento de sementes (GASQUES *et al.*, 2022).

A soja (*Glycine max*) é a principal cultura comercial do Brasil, devido à sua alta demanda tanto para a alimentação quanto para a produção de biocombustíveis (BRITO, DA SILVA e LEÃO, 2023). O óleo de soja é amplamente utilizado na indústria alimentícia, enquanto o farelo é um dos principais insumos na alimentação animal. Além disso, o cultivo da soja desempenha um papel vital na economia brasileira, gerando empregos e contribuindo significativamente para o PIB agrícola. Seu cultivo se estende por todas as regiões do país,

graças à adaptabilidade das diferentes variedades, que são desenvolvidas para resistir às diversas doenças e pragas que acometem a cultura. Todavia, para que a cultura alcance seu potencial máximo de produtividade, é necessário um conjunto de manejos, muitas vezes dominados por práticas químicas. Esses manejos, embora eficazes, aumentam significativamente o custo de produção e podem ter impactos negativos à saúde humana e ao meio ambiente (GOMES, 2023).

Com o objetivo de atender às demandas atuais por práticas agrícolas mais sustentáveis e pela redução do uso de produtos químicos, o mercado tem buscado alternativas biológicas para diferentes etapas do manejo da soja (BUENO *et al.*, 2022). Essas alternativas incluem o uso de bioestimulantes na semeadura, que auxiliam no desenvolvimento inicial das plantas, o uso de inimigos naturais para o controle de pragas, e a aplicação de fungos, vírus e bactérias que promovem o controle natural e seletivo de patógenos. Esses produtos biológicos contribuem para evitar a seleção de linhagens de pragas e patógenos resistentes, uma preocupação crescente com o uso contínuo e repetitivo de defensivos químicos (ABRANTES, 2023).

Dentro desse contexto, o *T. harzianum* spp. destaca-se devido à sua alta adaptabilidade e versatilidade. Os fungos deste gênero são caracterizados por seu rápido crescimento e habilidade para colonizar diversos substratos, muitas vezes exibindo crescimento superior aos próprios patógenos que atacam. Uma característica notável do *T. harzianum* spp. é a produção de metabólitos secundários, incluindo compostos voláteis e antibióticos naturais, que auxiliam na inibição de patógenos, além de promoverem resistência sistêmica em plantas, preparando-as para responder melhor a infecções futuras. Ele pode ser aplicado como agente de controle biológico, atuando contra uma ampla gama de patógenos fúngicos, ou como bioestimulante, promovendo o crescimento vegetal ao melhorar a absorção de água e nutrientes pelas raízes (DE CONTO *et al.*, 2021). O fungo atua de maneira direta, predando patógenos e competindo por nutrientes, e de forma indireta, estimulando o crescimento vegetal através da produção de fitormônios como auxina e giberelina. Entretanto, há um impasse em relação à compatibilidade do *T. harzianum* com fungicidas aplicados no tratamento de sementes, o que representa um desafio para sua aplicação integrada no manejo da soja (SOUZA, 2020). Alguns fungicidas podem inibir o crescimento e a atividade do *T. harzianum*, diminuindo sua eficácia como agente biológico, enquanto outros apresentam compatibilidade e até sinergia, promovendo um controle mais eficiente.

O tratamento químico de sementes é amplamente utilizado para proteger contra o ataque inicial de patógenos e garantir estandes uniformes de plantas (NUNES, 2016). Entre os principais fungicidas utilizados estão Apron RFC (metalaxil-M), Certeza® N (tiofanato-metílico) e Maxim® (fludioxonil), que agem por diferentes mecanismos para combater fungos como *Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizoctonia* e *Aspergillus* (LEMKE *et al.*, 2021)

Esses fungicidas proporcionam uma proteção inicial importante, especialmente em solos com alta presença de inóculo de patógenos. A integração dessas práticas com o uso de *T. harzianum* spp. pode proporcionar uma proteção mais abrangente e sustentável para a cultura da soja, ao combinar os benefícios do controle biológico e do tratamento químico. Assim, a aplicação integrada pode ajudar a reduzir o impacto ambiental, diminuir a dependência de produtos químicos e, ao mesmo tempo, promover o crescimento saudável das plantas.

Diante desses aspectos, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial do fungo *T. harzianum* no desenvolvimento da cultura da soja em diferentes tratamentos industriais de sementes.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em estufa de cultivo protegido, na fazenda escola do Centro Universitário FAG, localizada no município de Cascavel, Paraná, com coordenadas geográficas de latitude: 24°56'24.2" S e longitude: 53°30'37.2" W. A região apresenta um clima caracterizado como subtropical úmido mesotérmico (Cfa), e a precipitação anual média está entre 1800 e 2000 mm (NITSCHKE *et al.*, 2019). O solo é classificado como do tipo Latossolo vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2018).

O experimento teve início no mês de maio de 2024, com a implantação da cultura, e as avaliações foram finalizadas no mês de julho. O delineamento experimental selecionado para este estudo foi o DBC (Delineamento em Blocos Casualizados), composto por sete tratamentos. Os tratamentos de sementes incluíram três composições, sendo eles: Maxim® (fludioxonil), Apron RFC (metalaxil-M + fludioxonil) e Certeza® N (tiofanato-metílico + fluazinam), com e sem a adição do fungo *T. harzianum*, conforme a Tabela 1, onde cada produto respeitou a dose recomendada pelo fabricante. Além disso, houve um tratamento com sementes tratadas apenas com o *T. harzianum*. Cada tratamento foi replicado em 4 blocos, totalizando 4 repetições por tratamento. A cultivar de soja escolhida para o experimento foi a variedade 57IX60RSF I2X.

Para a semeadura, foram empregados vasos de 8 litros preenchidos com solo, nos quais foram inseridas inicialmente 8 sementes por vaso. Após o preenchimento dos vasos com solo,

a semeadura da soja foi realizada no início do mês de maio, aplicando-se os tratamentos necessários. O tratamento químico de sementes seguiu as dosagens recomendadas pelo fabricante, sendo feita a incorporação no volume de semente representativo de cada tratamento com o auxílio de um pote, agitando o suficiente para garantir uma completa cobertura das sementes. Para os tratamentos que incluíram o fungo *T. harzianum*, foi realizada uma inoculação com o fungo após o tratamento químico, e a incorporação foi feita da mesma forma que o procedimento anterior.

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos utilizados na semente de soja. Cascavel / PR, 2024.

Tratamentos	Produto Comercial	Ausência ou presença de <i>T. harzianum</i>
1	Maxim [®]	sem <i>T. harzianum</i>
2	Apron [®] RFC	sem <i>T. harzianum</i>
3	Certeza [®] N	sem <i>T. harzianum</i>
4	Maxim [®]	com <i>T. harzianum</i>
5	Apron [®] RFC	com <i>T. harzianum</i>
6	Certeza [®] N	com <i>T. harzianum</i>
7	sem componente químico	com <i>T. harzianum</i>

Fonte: O autor, 2024.

Os tratamentos químicos foram realizados com antecedência, respeitando as especificações de data do fabricante (Figura 1). Já a inoculação com o fungo *T. harzianum* foi feita com uma antecedência máxima de 5 horas à semeadura. O manejo de plantas daninhas foi realizado manualmente, e não houve necessidade de manejo fitossanitário devido ao curto prazo para o fim das avaliações.

Figura 1: Realização dos tratamentos químicos de sementes de soja



Fonte: O autor, 2024.

As variáveis avaliadas consistiram em número de plantas por vaso, altura da parte aérea, tamanho das plantas, massa seca das plântulas e índices de clorofila A e B. Após a avaliação do número de plântulas por vaso foi realizado um desbaste, deixando-se 3 plântulas por vaso.

Trinta dias após a semeadura, foram realizadas as determinações da altura da parte aérea e do sistema radicular com o auxílio de uma régua milimétrica representados na Figura 4, e os resultados foram expressos em centímetros. Nessa mesma ocasião, foi feita a medição dos índices de clorofila A e B com o auxílio de um clorofilômetro. Para finalizar as avaliações, foi determinada a massa seca tanto da parte aérea quanto das raízes. Após as medições, as plantas foram submetidas à secagem em estufa a 65 °C por 48h, e uma última pesagem foi realizada após a secagem, com os resultados expressos em gramas.

Figura 2: Avaliação do índice de velocidade de emergência



Fonte: O autor, 2024.

Figuras 3 e 4: Lavagem e medição do sistema radicular



Fonte: O autor, 2024.

Após a coleta completa dos dados, estes foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey com significância de 5%, utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

Resultados e discussões

Os tratamentos aplicados no experimento variaram entre a combinação de diferentes componentes químicos: 4 (Maxim® [fludioxonil] + *T. harzianum*), 5 (Apron® RFC [metalaxil-M + fludioxonil] + *T. harzianum*) e 6 (Certeza® N [tiofanato-metílico + fluazinam] + *T. harzianum*), e a presença ou ausência de *T. harzianum* no tratamento das sementes. O objetivo foi avaliar se a adição do *T. harzianum* promove melhorias no desenvolvimento inicial da soja em comparação ao uso exclusivo dos produtos químicos, bem como se os produtos químicos iriam inibir a ação do *T. harzianum*.

Tabela 2 – Resultados obtidos na avaliação do número de plantas por vaso, tamanho aéreo e tamanho das plantas em função do tratamento de sementes aplicado sob a presença ou ausência do *T. harzianum*. Cascavel / PR, 2024.

Tratamentos	Plântulas por vaso (n°)	Tamanho Aéreo (cm)	Tamanho Total das Plântulas (cm)
1	7,75 a	10,67 a	45,25 a
2	8,00 a	10,49 a	43,75 a
3	8,00 a	10,35 a	48,25 a
4	7,75 a	10,22 a	36,75 a
5	7,75 a	10,70 a	38,75 a
6	8,00 a	10,56 a	38,00 a
7	7,50 a	10,30 a	46,75 a
DMS (Coluna)	1,15	0,70	16,26
CV (%)	6,39	2,90	16,64

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV – Coeficiente de Variação. DMS – Diferença Mínima Significativa. Tratamentos: T1 – Maxim®; T2 – Apron® RFC; T3 – Certeza® N; T4 – Maxim® + *T. harzianum*; T5 – Apron® RFC + *T. harzianum*; T6 – Certeza® N + *T. harzianum*; T7 – *T. harzianum*.

A avaliação dos parâmetros analisados — número de plântulas por vaso, tamanho aéreo e tamanho total das plântulas — demonstrou uma certa uniformidade entre os diferentes tratamentos, visto que não houve diferença significativa entre as médias, conforme apontado pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O coeficiente de variação (CV) para os parâmetros foi considerado baixo, especialmente para o tamanho aéreo (2,90%), o que indica uma boa precisão experimental e uniformidade dos dados coletados.

O tratamento 3 (Certeza® N [tiofanato-metílico+ fluazinam]) e o tratamento 7 (somente *T. harzianum*) apresentaram uma tendência de maior crescimento das plântulas, com médias de 48,25 cm e 46,75 cm, respectivamente, para o tamanho total das plantas. Embora essas diferenças não tenham sido significativas estatisticamente, a observação sugere que o uso do *T.*

harzianum, seja de forma isolada ou combinado com um tratamento químico, pode promover o crescimento das plantas. Por outro lado, os tratamentos combinados com fungicidas químicos, como 4 (Maxim® [fludioxonil] + *T. harzianum*), 5 (Apron RFC [metalaxil-M + fludioxonil] + *T. harzianum*) e 6 (Certeza® N [tiofanato-metílico + fluazinam] + *T. harzianum*), mostraram menor desenvolvimento no tamanho total das plântulas, indicando possível interferência dos fungicidas no efeito bioestimulante do *T. harzianum*.

Em estudo conduzido por Werle (2017), foi demonstrado que formulados químicos que apresentam ingrediente ativo metalaxil-M, como presente na formulação do Apron® RFC (tratamentos 2 e 5), infringiram em uma redução no desenvolvimento do fungo *T. harzianum* superior a 70%. Tal redução pode ter sido minimizada no presente trabalho devido ao curto tempo entre as avaliações e as condições do solo utilizadas no experimento.

Essa análise sugere que, nas fases iniciais de desenvolvimento, o *T. harzianum* apresenta um desempenho mais eficiente quando não há interação direta com produtos químicos, especialmente os fungicidas utilizados neste experimento. A adição de fungicidas parece inibir os efeitos positivos do *T. harzianum*, comprometendo o potencial de crescimento das plantas de soja.

Os tratamentos que combinaram fungicidas químicos (Maxim®, Apron® RFC e Certeza® N) com *Trichoderma harzianum* apresentaram desempenho inferior às testemunhas, possivelmente devido ao antagonismo entre os agentes químicos e o fungo benéfico. Fungicidas de largo espectro podem interferir negativamente na viabilidade e no desenvolvimento do *T. harzianum*, prejudicando sua capacidade de colonizar o ambiente radicular e exercer suas funções biocontroladoras e de estímulo ao crescimento vegetal. Essa interação química desfavorável pode ter reduzido a eficiência do fungo, comprometendo os benefícios esperados de sua associação.

Além disso, a toxicidade dos ingredientes ativos dos fungicidas pode ter limitado o potencial biológico do *T. harzianum*, criando um ambiente hostil ao seu estabelecimento. Esse antagonismo ressalta a importância de compatibilidade entre produtos químicos e agentes biológicos. A ausência de componentes químicos, como no tratamento que utilizou apenas *T. harzianum*, pode ter permitido sua atuação plena, evidenciando que o uso conjunto requer ajustes ou formulações que minimizem impactos negativos. Esses resultados reforçam a necessidade de estudos detalhados para maximizar o potencial integrado de controle biológico e químico.

Em estudo semelhante ao desenvolvido no presente experimento, Dalacosta (2019) obteve dados que demonstram que a utilização do *Trichoderma* spp. de forma isolada no tratamento não afetou o desenvolvimento inicial das plantas de soja, justificando o ocorrido pelo curto período de interação entre o agente e as sementes no momento de avaliação. Em seguida, o trabalho retrata uma compatibilidade entre o fungo *Trichoderma* spp. na formulação WP (pó molhável) quando aliado ao tratamento com tiofanato-metílico, como no produto comercial Certeza® N, mesmo após 18 horas de contato entre os produtos. Porém, demonstrou que a formulação SC (suspensão concentrada) de *Trichoderma* spp. se apresenta mais sensível a tal interação.

Na Tabela 3, são apresentados dados de massa seca das plântulas e os índices de clorofila A e B, o que visa fornecer um olhar mais detalhado sobre o estado fisiológico das plantas.

A massa seca das plântulas apresenta variabilidade maior (CV de 22,26%), com o tratamento 6, Certeza® N [tiofanato-metílico + fluazinam] + *T. harzianum*, exibindo a maior média, 1,0080 g. Embora não tenham sido identificadas diferenças significativas, o fato de o tratamento com Certeza® N [tiofanato-metílico + fluazinam] + *T. harzianum* ter apresentado a maior massa seca pode indicar que o fungicida não apresentou ação inibitória sobre o fungo, possibilitando que esse promova maior acúmulo de massa seca.

Sá *et al.* (2024) compartilham dos resultados encontrados neste experimento, nos quais não foram observadas diferenças significativas nos quesitos de massa seca e número de nódulos presentes na soja ao avaliar diferentes espécies do fungo *Trichoderma* spp. Esses autores demonstraram que, embora o fungo tenha eficiência em promover o crescimento geral da cultura, ele não apresenta efeitos expressivos nas fases iniciais de desenvolvimento da soja.

Tabela 3 – Resultados obtidos na avaliação da massa seca das plântulas e índices de clorofila A e B em função do tratamento de sementes aplicado sob a presença ou ausência do *T. harzianum*. Cascavel / PR, 2024.

Tratamentos	Massa Seca das Plântulas (g)	Índice de Clorofila A	Índice de Clorofila B
1	0,7403 a	27,740 a	6,068 a
2	0,8008 a	27,525 a	5,900 a
3	0,7590 a	27,393 a	5,850 a
4	0,7031 a	27,550 a	6,043 a
5	0,8775 a	23,558 a	5,560 a
6	1,0080 a	25,400 a	5,615 a
7	0,6273 a	26,800 a	5,850 a
DMS (Coluna)	0,4033	5,04	0,52
CV (%)	22,26	8,27	3,86

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV – Coeficiente de Variação. DMS – Diferença Mínima Significativa. Tratamentos: T1 – Maxim®; T2 – Aprom®

RFC; T3 – Certeza® N; T4 – Maxim® + *T. harzianum*; T5 – Apron® RFC + *T. harzianum*; T6 – Certeza® N + *T. harzianum*; T7 – *T. harzianum*.

O índice de clorofila fornece uma estimativa da eficiência fotossintética e da saúde da planta, já que concentrações mais altas de clorofila geralmente estão associadas a plantas mais vigorosas e produtivas. No presente experimento, a análise do índice de clorofila buscou compreender se os tratamentos com *T. harzianum* e fungicidas interferem na capacidade fotossintética das plântulas de soja. Alterações nesses índices poderiam indicar como o metabolismo das plantas está respondendo aos tratamentos aplicados, permitindo avaliar sua eficiência em termos de funcionalidade fisiológica.

Os índices de clorofila A e B não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Isso indica que a capacidade fotossintética, refletida pela produção de clorofila, foi semelhante em todos os tratamentos avaliados. A presença de *T. harzianum*, associado ou não a fungicidas, não alterou significativamente os níveis de clorofila nas plântulas de soja durante a fase inicial. Entretanto, vale destacar que o tratamento 5 (Apron RFC + *T. harzianum*) apresentou o índice de clorofila A de 23,558, o que pode sugerir uma incompatibilidade específica entre *T. harzianum* e os componentes do Apron® RFC.

Carvalho (2023) demonstrou que a co-inoculação de *T. harzianum* com *Azospirillum brasilense* e *Bacillus aryabhattai* resultou em aumento expressivo dos índices de clorofila em avaliações realizadas no estágio fenológico R2 da soja. Esse resultado evidencia que o *Trichoderma*, em combinação com outros microrganismos, pode promover ganhos na concentração de clorofila em estágios mais avançados do ciclo da cultura.

Os resultados coletados neste experimento sugerem que, na fase inicial da soja, a presença de *T. harzianum*, combinado ou não com os fungicidas utilizados, não gerou diferenças estatisticamente significativas no número de plântulas, tamanho aéreo, massa seca ou índices de clorofila. No entanto, a tendência de maior crescimento observada no tratamento 7 (somente *T. harzianum*) sugere que o fungo pode atuar de forma mais eficaz em condições com menor interferência química, ou que seus benefícios se tornam mais pronunciados em fases mais avançadas da cultura. Além disso, a maior massa seca observada no tratamento 6 (Certeza® N + *T. harzianum*) pode indicar uma interação positiva entre o fungicida tiofanato-metílico e o fungo, que merece maior investigação em estágios posteriores do desenvolvimento da planta.

Conclusão

A combinação com fungicidas, no entanto, pode reduzir o potencial de resposta positiva ao *T. harzianum*, possivelmente devido a interações químicas que afetam sua eficácia. Assim, o *T. harzianum* pode apresentar melhor desempenho em fases posteriores do ciclo da cultura ou em condições em que a interferência de fungicidas seja mínima.

Referências

- ABRANTES, M. F. **Controle biológico de doenças foliares na soja**. Trabalho de conclusão de curso. Instituto Federal Goiano, 2023. 27 p.
- BERNARDO, J. T.; AGUILERA, J. G.; DA SILVA, R. B.; ROGÉRIO, V. I. A. N.; NIELLA, G. R.; ULHOA, C. J.; MEDEIROS, Í. R. E. Isolamento on farm de *T. harzianum*: uma ferramenta no controle de doenças de solo para os agricultores no Brasil. **Revista Eletrônica Científica Da UERGS**, v. 5, n. 3, p. 263–270, 2019.
- BRITO, D.; DA SILVA, G. N.; LEÃO, A. P. da S. Estratégias de logísticas para o setor exportador de soja no Brasil. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 4, n. 7, p. e473595, 2023.
- BUENO, A. F.; GA, C.; NOGUEIRA, M. A.; de MEDEIROS, F. H. V.; de MEDEIROS, F. C. L.; HUNGRIA, M.; HIROSE, E. **Compatibilidade no uso de bioinsumos e insumos sintéticos no manejo da cultura da soja**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Soja, Brasília-DF, 2022. 22 p.
- CARVALHO, R. C. da S. **Co-inoculação com microrganismos promotores de crescimento de plantas no desenvolvimento e produtividade da soja**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Agrárias) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Campus de Dracena, Dracena, 2023. 55 p.
- CHAGAS JUNIOR, A. F.; SOUZA, M. C.; MARTINS, A. L. L. Eficiência de *Trichoplus* (*Trichoderma asperellum*) como promotor de crescimento vegetal em soja em campo no cerrado. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, e16111527970, 2022.
- DALACOSTA, N. L. **Compatibilidade de *T. harzianum* associado ao controle químico no tratamento de sementes de soja**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019. 55 p.
- DE CONTO, L. M.; COSTA, F. A.; DA COSTA, A. C.; ULHOA, C. J. Potencial de isolados de *Trichoderma* spp. nativos em controlar o fungo *Sclerotinia sclerotiorum* e como promotor de crescimento na cultura da soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 30616–30632, 2021.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed., Brasília, 2018. 356 p.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T.; BACCHI, M. R. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Produtividade total dos fatores na agricultura: Brasil e países selecionados**. Texto para Discussão, n. 2764, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, 2022. 23 p.

GOMES, M. R. Evolução e perspectivas de desempenho econômico e produção da soja nos contextos brasileiro e paranaense. **Revista (re)definições das fronteiras**, v. 1, n. 2, p. 349–360, 2023.

LEMKE, I. M. S.; TUNES, L. V. M. D.; FRANCO, M. S.; MENEGHELLO, G. E. **Influência do tratamento químico de sementes na germinação de sementes de soja**. XXX CIC – Congresso de Iniciação Científica, 7ª Semana Integrada UFPEL, p. 33 – 36, 2021.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. D. S.; PINTO, L. F. D. **Atlas climático do Estado do Paraná**. Instituto Agrônomo do Paraná, 2019. 210 p.

NUNES, J. C. S. Tratamento de sementes de soja como um processo industrial no Brasil. **Revista Seed News**. v. 20, p. 26-32, 2016.

SÁ, R. A.; COSTA, A. C. T. da; DUARTE JÚNIOR, J. B.; ALBRECHT, L. P. Trichoderma na promoção de crescimento da cultura da soja na região oeste do Paraná. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, Marechal Cândido Rondon, DOI: 10.55905/revconv.17n.1-065. Recebido em: 01 dez. 2023. Aceito em: 04 jan. 2024.

SOUZA, M. S. **Desempenho de soja orgânica com uso de *T. harzianum* e condicionador de solo**. Dissertação de Mestrado — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Dois Vizinhos, 2020. 34 p.

WERLE, M. R. **Compatibilidade *in vitro* de *Trichoderma* spp. frente a diferentes agrotóxicos**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) — Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2017. 26 p.