

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

BRUNO DOS SANTOS BACKES

**VIABILIDADE *IN VITRO* DE *TRICHODERMA* ASSOCIADO
AO TRATAMENTO QUÍMICO DE SEMENTES DE SOJA**

DOIS VIZINHOS

2022

BRUNO DOS SANTOS BACKES

**VIABILIDADE *IN VITRO* DE *TRICHODERMA* ASSOCIADO
AO TRATAMENTO QUÍMICO DE SEMENTES DE SOJA**

***In Vitro* viability of *Trichoderma* associated with chemical
Treatment of soybean seeds**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador(a): Prof. Dr. Sérgio Miguel Mazaro

DOIS VIZINHOS

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

BRUNO DOS SANTOS BACKES

**VIABILIDADE *IN VITRO* DE *TRICHODERMA* ASSOCIADO
AO TRATAMENTO QUÍMICO DE SEMENTES DE SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Data de aprovação: 10 de Junho de 2022.

LUCAS DA SILVA DOMINGUES

Doutor em Agronomia

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos.

MAIRA CRISTINA SCHUSTER RUSSIANO

Doutoranda em Agronomia

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos.

SÉRGIO MIGUEL MAZARO (Orientador)

Doutor em Agronomia

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos.

DOIS VIZINHOS

2022

RESUMO

BACKES, B. S. Viabilidade *in vitro* de *Trichoderma* associado ao tratamento químico de sementes de soja. 24f. Trabalho de conclusão de curso II. Bacharelado em agronomia. Universidade tecnológica federal do paraná, Dois Vizinhos, 2022.

O Brasil é o maior produtor de soja do mundo, no entanto, existem desafios como fungos de solo que acometem a cultura. Uma das práticas mais utilizadas para esse controle é o tratamento de sementes com fungicidas químicos, e mais recentemente com o uso de produtos biológicos. O objetivo desse trabalho foi avaliar a compatibilidade entre o agente biológico *Trichoderma harzianum* e os principais grupos químicos de ação fungicida usados no tratamento de sementes. O trabalho foi realizado nas dependências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos, na fazenda experimental e no laboratório de Controle Biológico. Foi realizado o tratamento de sementes de soja de forma semelhante ao Tratamento de Sementes Industrial (TSI) e tratamento na propriedade (*on farm*), os quais foram feitos com diferentes combinações de produtos químicos associados ao *T. harzianum*. Após o tratamento, as sementes foram armazenadas por 30 dias (TSI) e 20 dias (*on farm*), simulando as condições de armazenamento na fazenda. Passado esse tempo, parte das sementes foram levadas para laboratório para verificar a viabilidade do *T. harzianum*, *in vitro*, e outra parte das sementes foram semeadas a campo. Vinte dias após a semeadura, foram coletadas plântulas, levadas ao laboratório para buscar recuperar o *T. harzianum* das raízes. Os resultados mostraram que o *T. harzianum* possui compatibilidade com alguns grupos químicos, porém quando associado ao produto Standak Top®, possui algum grau de incompatibilidade tanto no tratamento de sementes industrial, como no tratamento *on farm*. Resultados que levam a pensar em quais fungicidas químicos utilizar no tratamento de sementes quando temos o objetivo de utilizar o *T. harzianum* dentro do mesmo processo.

Palavras-chave: compatibilidade, soja, *Trichoderma*, químicos.

ABSTRACT

BACKES, B. S. *In vitro* viability of *Trichoderma* associated with chemical treatment of soybean seeds. 24f. Trabalho de Conclusão de Curso II. Bacharelado em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2022.

Brazil is the largest soybean producer in the world, however, there are challenges such as soil fungi that affect the crop. One of the most used practices for this control is the treatment of seeds with chemical fungicides, and more recently with the use of biological products. The objective of this work was to observe the compatibility between the biological agent *Trichoderma harzianum* and the main chemical groups of fungicidal action used in the treatment of seeds. The work was carried out on the premises of the Federal Technological University of Parana, Dois Vizinhos campus, in the experimental farm and in the Biological Control laboratory. Soybean seed treatment was carried out in a similar way to Industrial Seed Treatment (IST) and on-farm treatment, which were done with different combinations of chemicals associated with *T. harzianum*. After treatment, seeds were stored for 30 days (TSI) and 20 days (on farm), simulating storage conditions on the farm. After this time, part of the seeds was taken to the laboratory to verify the viability of *T. harzianum*, *in vitro*, and another part of the seeds were sown in the field. Twenty days after sowing, seedlings were collected and taken to the laboratory to seek to recover *T. harzianum* from the roots. The results showed that *T. harzianum* has compatibility with some chemical groups, but when associated with the product Standak Top[®], it has a certain incompatibility both in industrial seed treatment and in on-farm treatment. Results that lead us to think about which chemical fungicides to use in seed treatment when we intend to use *T. harzianum* within the same process.

Keywords: compatibility, soybean, *Trichoderma*, chemicals

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	6
2	JUSTIFICATIVA.....	7
3	OBJETIVOS	9
3.1	Objetivo geral	9
3.2	Objetivos específicos.....	9
4	REVISÃO DE LITERATURA.....	10
4.1	Cultura da soja	10
4.2	Doenças da soja.....	11
4.2.1	Mofo Branco (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	12
4.2.2	Podridão de <i>Macrophomina</i> (<i>Macrophomina phaseolina</i>)	13
4.2.3	Podridão de Fitóftora (<i>Phytophthora sojae</i>)	14
4.3	Tratamento de sementes	14
4.4	O gênero <i>Trichoderma</i>	15
5	MATERIAL E MÉTODOS	16
5.1	Local do experimento	16
5.2	Tratamentos	17
5.3	Variáveis analisadas	20
5.4	Delineamento experimental e análise estatística	20
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
	REFERÊNCIAS	23

1 INTRODUÇÃO

O Brasil além de possuir uma imensa diversidade de espécies plantadas e cultivadas, é um dos maiores produtores e exportadores de *commodities* agrícolas. Em relação a exportação, o Brasil ocupa a terceira posição no ranking mundial, ficando atrás, apenas, dos Estados Unidos e da União Europeia, além disso, possui uma média de crescimento em torno dos 9% ao ano (AGROSABER, 2019).

Para que esse crescimento se justifique, uma das *commodities* produzida em larga escala no país, é a soja. Trata-se de uma leguminosa de alto valor comercial e valor nutricional, principalmente utilizada para alimentação humana, animal ou para a geração de energia, através dos biocombustíveis. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção estimada de soja do Brasil na safra 2021/22, gira em torno das 122,4 milhões de toneladas (CONAB, 2022).

Uma das grandes preocupações dos produtores de soja hoje em nosso país, são as pragas e doenças que afetam o desenvolvimento e produtividade da cultura. Pensando em doenças, se pode citar as que atacam a parte aérea, geralmente propagadas através de esporos pelo vento, e ainda as doenças que estão presentes no solo, que por sua vez acabam ficando nesse ambiente por anos, dependendo da característica do patógeno. Dentre elas podemos citar o Mofo-Branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), Podridão radicular (*Phytophthora sojae*), Fusariose (*Fusarium solani*), Podridão de Macrophomina (*Macrophomina phaseolina*), dentre outras. Essas doenças ainda são de difícil controle, pois a maioria dos produtos fitossanitários são de aplicação aérea, logo não tem capacidade de atingir o alvo biológico, os patógenos presentes no solo.

Nesse sentido, é necessário buscar meios de levar esses produtos para o solo e assim entrar em contato com o patógeno. Uma alternativa para alcançar esse objetivo, é o tratamento de sementes, uma prática que visa alocar junto a semente, produtos que tem consigo um objetivo específico, seja para o controle de pragas, doenças ou até mesmo estímulo de crescimento.

Em relação ao tratamento de sementes, existe uma divisão segundo a forma o qual é realizado. No processo de produção de sementes pelas empresas sementeiras, uma das etapas finais antes da comercialização, é o tratamento de semente industrial

(TSI), o qual é feito com o auxílio de máquinas específicas, que de forma geral trazem uma maior padronização e uniformidade do tratamento dentro do lote de sementes. Ainda, boa parte das sementes é comercializada na forma nua, ou seja, sem o tratamento industrial, por produtores que preferem realizar o tratamento das sementes em sua propriedade, essa prática recebe o termo de tratamento *on farm*, cuja tradução significa “tratamento na fazenda”, prática que por muitos é questionada, pela forma que é feita, na maioria das vezes com equipamentos rústicos, os quais não conseguem garantir uma boa uniformidade no tratamento (RICHETTI, 2019).

Quando pensamos nas doenças de solo que acometem a cultura da soja, temos de forma comercial, uma boa diversidade de produtos químicos, que são destinados ao tratamento de sementes, e que objetivam o controle desses patógenos de solo. Podemos citar alguns grupos de fungicidas, como as estrobilurinas, benzimidazoles, acilalaninatos e fenilpirols.

Outra forma de combater ou reduzir a ação desses patógenos presentes no solo, é o uso de fungos benéficos, como é o caso do *Trichoderma sp.*, que além de possuir ação biofungicida, traz outros benefícios como promoção de crescimento, solubilização de nutrientes e indução de resistência (MONTE, et al., 2019; WOO et al., 2014). Porém há muitas dúvidas, em relação a compatibilidade dos agentes biológicos com os produtos químicos quando utilizados simultaneamente no tratamento de sementes.

Diante do exposto, se torna necessário um estudo sobre a eficiência do *Trichoderma sp.*, quando usado em conjunto com alguns grupos químicos de fungicidas e inseticidas no tratamento de sementes, observando assim a compatibilidade entre esses agentes.

2 JUSTIFICATIVA

É notável que o uso de produtos biológicos vem crescendo cada vez mais dentro da agricultura brasileira, uma vez que estes trazem inúmeros benefícios ao sistema. Porém ainda existe a dependência do uso de agroquímicos, visto a quantidade de adversidades encontradas nos cultivos de soja. Pensando no tratamento das sementes, é dificultoso fazer o uso de químicos e biológicos em dois momentos diferentes, principalmente pela questão da logística para tal. Logo temos que pensar na associação desses dois processos.

No âmbito agrícola o uso dessa associação é bastante questionado, uma vez que temos um fungo como agente benéfico e ainda fungicidas químicos dentro do tratamento de semente, seja ele TSI ou *on farm*. Fica então, a seguinte pergunta: Será que os fungicidas químicos não irão interferir sobre o desenvolvimento do *Trichoderma sp.*? A partir dessa pergunta, esse estudo busca dirimir tais dúvidas, buscando avaliar a compatibilidade dos químicos com *Trichoderma* no tratamento de sementes.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar a compatibilidade de ativos químicos e biológicos no tratamento de sementes de soja no Tratamento de Sementes Industrial (TSI) e no sistema *on farm* (na fazenda).

3.2 Objetivos Específicos

a) Verificar a viabilidade do *Trichoderma harzianum* em teste de germinação, utilizando as sementes tratadas, juntamente com produtos químicos, respeitando o período de intervalo recomendado pelo fabricante do *Trichoderma*, entre o tratamento e a semeadura.

b) Verificar a presença do *T. harzianum* em raízes de plântulas de soja coletadas a campo, 20 dias após a semeadura.

c) Avaliar a interferência de produtos químicos no comportamento e viabilidade do *T. harzianum*.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Cultura da soja

A origem da soja se deu no continente asiático, mais precisamente na China, é uma espécie pertencente à família Fabaceae, muito conhecida como leguminosas (CARVALHO, 2002). A soja (*Glycine max* L.) é uma das culturas mais promissoras tanto no Brasil, como nos demais países produtores de grãos, isso por se tratar de uma importante matéria prima para alguns produtos, como os da agroindústria, indústria química, indústria de alimentos e ainda serve como fonte na produção de energias renováveis, como é o caso do biodiesel (COSTA NETO E ROSSI, 2000).

Caracterizando a espécie, a soja possui um caule ramificado, esverdeado e piloso, as folhas têm distribuição alternada e são compostas por três folíolos (JOLY; LEITÃO FILHO, 1979). Em relação ao tamanho da planta, temos uma certa variação que depende muito da cultivar em questão, condições edafoclimáticas, estande de cultivo (plantas por metro linear), entre outros fatores, mas o mais encontrado em campo é entre 60 e 110 cm. A fenologia da soja é dividida basicamente em estágio vegetativo (V) e Reprodutivo (R), partindo da emergência (VE), abertura do primeiro par de folhas (VC), a partir disso, marca-se um novo estágio vegetativo a cada nó perceptível no caule da planta (V2, V3, V4... Vn), essa contagem vai até o início da floração, onde se marca o início do estágio reprodutivo (R1), a partir dessa fase marca os estágios conforme o desenvolvimento da floração, enchimento de grãos, maturação dos grãos, até chegar no último estágio, o de maturação completa da planta ou ponto de colheita (R8) (FRANZONI, 2019).

Essa cultura foi introduzida no Brasil por volta de 1882 pelo estado da Bahia, tempos depois foi levada para os estados de São Paulo (1892) e Rio Grande do Sul no ano de 1900, já no ano de 1932 a cultura foi expandida por todo o estado gaúcho (COSTA, 1996). Com o passar dos anos a soja foi ganhando espaço no território brasileiro e hoje em dia é a espécie mais cultivada no país.

O Brasil, atualmente ocupa o posto de maior produtor de soja do mundo, tendo uma produção de cerca de 122,4 milhões de toneladas, em uma área de

aproximadamente 39,8 milhões de hectares (CONAB, 2022). Produção que acaba sendo em torno de 10 % menor do que a produção da safra anterior (135,5 milhões de toneladas), levando em consideração um acréscimo de cerca de 2,3% da área plantada em relação a safra passada (38,9 milhões de hectares), tudo isso se deu conta pelas intempéries climáticas enfrentadas nas regiões sulinas do país (CANAL RURAL, 2022).

Todo esse volume de soja produzido no Brasil e no mundo se dá por principalmente um fator, a qualidade nutricional presentes no grão de soja. É um grão muito rico em proteínas, valor que pode variar entre 30 e 53%, dependendo muito da cultivar, da condição de cultivo, tratos culturais, fatores ambientais, nutricionais etc., as cultivares brasileiras tem em torno de 40% de proteína em sua constituição. Devido a esse fator e por ser uma cultura de fácil produção em grandes escalas, acabou se tornando uma das principais fontes de proteína na alimentação (SEDIYAMA et al., 2015).

4.2 Doenças da soja

As doenças da soja podem atingir a cultura em praticamente todas as suas fases, o que pode trazer no resultado, perdas de 10 a 20%, porém podendo chegar a 100% quando não manejadas adequadamente (GODOY, 2020). A cultura da soja possui uma grande quantidade de doenças que a acometem, no Brasil já foram identificadas cerca de 40 doenças (FIELDVIEW, 2020).

Dentre as doenças dessa cultura, temos as doenças que atacam e se disseminam na parte aérea, geralmente transmitidas por algum vetor ou pelo vento, por exemplo. Porém temos ainda, as doenças de solo, ou as doenças que ficam parte de seu ciclo no solo e atacam posteriormente a parte aérea. Salvo essas exceções, a maioria das vezes as doenças de solo atacam o sistema radicular da soja, trazendo danos, principalmente na absorção de nutrientes. São três as principais doenças de solo da soja.

4.2.1 Mofo Branco (*Sclerotinia sclerotiorum*)

O fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, teve seu surgimento no ano de 1884, sendo caracterizado por De Bary. Esse fungo pertence taxonomicamente ao Reino Fungi, Filo Ascomycota, Classe Discomycetes, Ordem Helotiales e Família Sclerotiniaceae (BOLTON et al., 2006). No Brasil, tem se registro que esse fungo ataca cerca de 75 famílias botânicas, 278 gêneros e 408 espécies de plantas (DEMANT, 2010; JULIATTI et al., 2010). A *S. sclerotiorum*, pode se desenvolver em condições de clima tropical, subtropical e temperado, ou seja, em praticamente todas as regiões produtoras (LEITE, 2005).

Com o desenvolvimento da doença, escleródios são formados, estes retornam ao solo e são responsáveis pela sobrevivência deste fungo a campo (GARCIA et al., 2012). Segundo Ximenes (2013), os escleródios são estruturas de resistência formados a partir de um conglomerado de hifas, de coloração escura, com tamanho em torno de 1 cm de comprimento e que, por terem uma consistência firme, se torna responsável pela sobrevivência deste no solo.

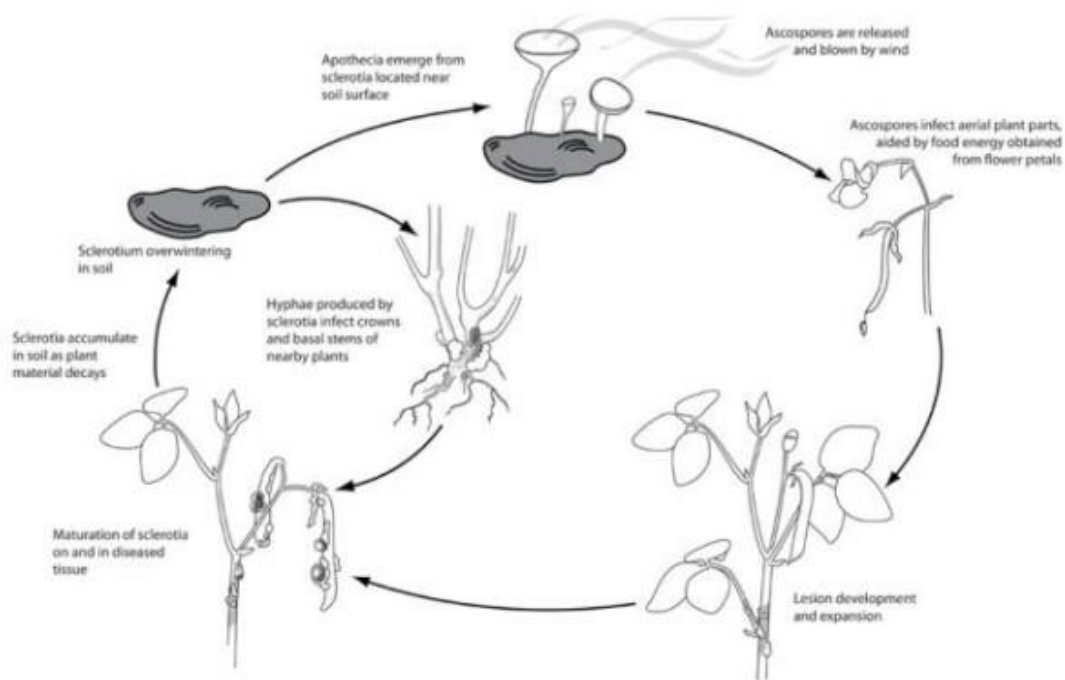
A germinação dos escleródios pode ser afetada por diversos fatores, como por exemplo, a luz, a temperatura, a umidade, pH do solo, aeração e profundidade que ele se encontra (WILLETTS; WONG, 1980; PHILLIPS, 1987).

Os escleródios sob condições ideais, germinam e liberam os apotécios, onde que neste, estão presentes milhões de ascósporos (ROSA, 2008). A partir do momento que houver um meio de disseminação (vento ou chuva), os ascósporos são carregados até as flores do hospedeiro, nesse momento, os ascósporos começam a liberar as hifas e se alimentarem dos nutrientes presentes nas pétalas das flores. Com o passar dos dias, as hifas irão contaminar outras partes da planta ainda saudáveis, como a haste, folhas e frutos. No momento que a planta hospedeira começa a encerrar seu ciclo, as hifas desse fungo se unem, formando mais uma vez os escleródios, que passam a ser depositados no solo, através dos restos culturais (SIEGA, 2018). O ciclo da *S. sclerotiorum* está descrito na figura 1.

A *S. sclerotiorum* ainda conta com um ciclo secundário, que se dá a partir do contato das plantas infectadas com as plantas saudáveis, nesse procedimento os micélios

(hifas) entram em contato com o novo substrato e começam, então, o processo chamado de germinação miceliogênica (ROSA, 2008) (figura 1).

Figura 1: Ciclo da *Sclerotinia sclerotiorum*



Fonte: HEFFER E JOHNSON (2007)

4.2.2 Podridão de Macrophomina (*Macrophomina phaseolina*)

A Podridão de Macrophomina ou podridão negra das raízes, como também é chamada, é uma doença muito comum nas áreas que o cultivo de soja é presente. O fungo *Macrophomina phaseolina* se encontra na maioria das vezes de forma natural no solo, porém só apresenta seus sintomas nas plantas, quando surge uma condição de veranico e o solo se encontra compactado ou raso, o que torna difícil a penetração das raízes no solo (HENNING, 2009).

Essa doença causa apodrecimento do sistema radicular e morte prematura das plantas, o que no final tem se plantas com má formação dos grãos, ocasionando perdas na produtividade da lavoura (MAIS SOJA, 2019). Não existe controle químico para essa doença, o que acaba sendo indicado é a prevenção, descompactando as

áreas com subsolagens ou escarificações, ou ainda com plantas de cobertura (HENNING, 2009).

4.2.3 Podridão de Fitóftora (*Phytophthora sojae*)

A Podridão de Fitóftora é uma doença muito presente em solos com alta capacidade de encharcamento, ou seja, solos pesados. Outro fator que favorece o aparecimento dessa doença é a falta de rotação de culturas. O fungo pode atacar em diversas fases da cultura, desde a semente, passando pela fase de plântula indo até a planta adulta (HENNING, 2009).

Os sintomas se dão por um apodrecimento ou germinação lenta das sementes, resultando em morte de plântulas, nas plantas adultas os sintomas são as folhas com coloração amarelada, murcha das plantas, podridão da haste e por fim, tombamento da planta (MAIS SOJA, 2020).

O controle de Fitóftora pode ser feito através da utilização de cultivares resistentes ao fungo e rotação da área com outras culturas, de preferência não susceptíveis ao fungo em questão. Outra medida de controle, é o tratamento das sementes com fungicidas específicos para esse patógeno (HENNING, 2009)

4.3 Tratamento de sementes

O tratamento de sementes, nada mais é do que a aplicação de processos e substâncias que conservem e/ou melhorem o desempenho das sementes, fazendo com que elas expressem seu máximo potencial em condições de campo (PARISI & MEDINA, 2013). Dentre os produtos que podemos incluir no tratamento de sementes, temos os defensivos químicos (fungicidas, inseticidas e nematicidas), biológicos (*Trichoderma*), estimulantes de crescimento (hormônios), micronutrientes (Co, Mn, Cu, Zn...) e ainda os inoculantes (Bactérias fixadoras de Nitrogênio).

Existe hoje em dia basicamente duas formas de se fazer o tratamento de sementes, uma delas é o Tratamento de Sementes Industrial (TSI), que é realizado

normalmente pela própria sementeira que já fez todo o processo de produção e beneficiamento da cultivar. Esse por sua vez é feito com o auxílio de máquinas e equipamentos específicos para a atividade, o que possibilita uma melhor qualidade e uniformidade na deposição dos produtos nas sementes, garantindo assim uma maior eficiência dos mesmos (PARISI & MEDINA, 2013).

Outra forma de realizar o tratamento das sementes, é o tratamento na própria fazenda (*on farm*), porém essa atividade requer alguns cuidados mais específicos, a fim de obter um tratamento de sementes mais eficaz. Alguns dos cuidados que deve se ter é a aquisição de produtos fitossanitários de procedência e com registro para a cultura em questão; seguir à risca a dosagem do produto, evitando os riscos de gerar uma resistência de praga ou doença a aquela molécula; o processo de tratamento deve garantir a maior uniformidade do revestimento da semente; analisar a compatibilidade dos produtos utilizados; entre outros cuidados (DIEMINGER, 2022).

4.4 O gênero *Trichoderma*

O *Trichoderma sp.* é um fungo considerado benéfico para a agricultura, considerado antagonista no controle biológico de doenças em plantas (SANTIN, 2008). São fungos de vida livre, ubíquos e largamente interativos no solo, raiz e interior das culturas (POMELLA; RIBEIRO, 2009). Muitas espécies possuem substâncias antimicrobianas que atuam contra vários fitopatógenos, tendo dominância sobre várias doenças, além de possuir efeito estimulante no crescimento das plantas (LUCON, 2009).

Esse gênero de fungo, acaba sendo interessante por muitos pesquisadores, por sua alta capacidade de colonizar a rizosfera das plantas e diversos tipos de substratos, em ambientes extremamente distintos. A maioria das espécies de *Trichoderma spp.* habita climas temperados e solos ácidos, mas ele possui capacidade de sobreviver em condições mais adversas, pois conta com a produção de estruturas de resistência, chamados de clamidósporos ou microescleródios, que permitem essas condições (MONTE et al., 2019). Dentre as principais ações desse fungo, podemos citar o parasitismo, a antibiose, a competição e ainda a interação com as plantas.

A principal ação do *Trichoderma sp.*, é o parasitismo, exercido sobre os componentes fitopatogênicos, realizando assim o controle biológico natural. Trata-se de um fungo hiperparasita, ou seja, depende dos patógenos para a sua existência, logo estão subordinadas as mesmas mudanças ambientais e das mesmas categorias da estrutura parasitada (SCHMOLLER, 2021).

Dentre as várias espécies de *Trichoderma*, algumas delas são mais utilizadas no meio agrícola, visto suas características de maior distribuição nos solos e capacidade de parasitar os fungos fitopatogênicos e de estabelecer interações benéficas na parte radicular das plantas. A espécie mais utilizada no sistema de cultivo de grãos hoje em dia é o *Trichoderma harzianum*. Podem ser utilizados via tratamento de semente ou via aplicação aérea em grandes áreas, visando o controle biológico das doenças presentes no sistema de cultivo (WOO et al., 2014).

Por se tratar de um fungo que vem ganhando espaço no mercado de produção de soja, o uso dele associado aos fungicidas químicos se torna uma prática mais comum quando pensamos em tratamento de sementes (DALACOSTA et al., 2019). Porém, algumas das vezes, o uso de químicos pode interferir no desenvolvimento do *Trichoderma*, podendo reduzir o potencial da sua ação ou até mesmo inviabilizá-lo (ÁVILA et al., 2005; DIAS NETO, 2014; DALACOSTA et al., 2019). A compatibilidade ou incompatibilidade desses agentes, está muito relacionada a sensibilidade do *Trichoderma* em relação aos grupos químicos, por exemplo químicos dos grupos benzimidazóis, carbendazin e tiabendazol, não possui compatibilidade com o biofungicida em questão (ZAMBOLIM et al., 2007; DALACOSTA et al., 2019).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Local do experimento

A pesquisa foi desenvolvida, na fazenda experimental e no laboratório de controle biológico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos, região Sudoeste do Estado do Paraná (25°44'S; 53°04'O).

5.2 Tratamentos

O experimento foi dividido em dois Protocolos, considerando diferentes formas de tratamento de sementes, o Protocolo 1 conta com 7 tratamentos realizados de forma On Farm (Quadro 1), já o Protocolo 2 conta com 6 tratamentos realizados de forma semelhante ao TSI (Quadro 2). Tais protocolos foram conduzidos de forma simultânea.

Quadro 1: Descrição dos tratamentos do Protocolo 1 (On Farm)

Protocolo 1 (On Farm)		
Tratan	Produtos	Dose (ml/Kg de semente)
T1	Standak Top	2,0
T2	Cruiser + Fipronil	2,0 / 1,0
T3	Rizoderma + Standak Top	1,0 / 2,0
T4	Rizoderma + Cruiser + Fipronil	1,0 / 2,0 / 1,0
T5	Rizoderma + Maxim XL + Cruiser + Fipronil	1,0 / 1,0 / 2,0 / 1,0
T6	Trichodermil + Standak Top	1,0 / 2,0
T7	Trichodermil + Maxim XL + Cruiser + Fipronil	1,0 / 1,0 / 2,0 / 1,0

Fonte: Autor (2022)

Quadro 2: Descrição dos tratamentos do Protocolo 2 (TSI)

Protocolo 2 (TSI)		
Trat.	Produtos	Dose (ml/Kg de semente)
T1	Standak Top + Polímero	2,0 / 3,0
T2	Maxim Adv + Cruiser+ Fortenza + Avicta + Polímero	1,0 / 2,0 / 0,8 / 1,0 / 1,0
T3	Rizoderma + Standak Top + Polímero	1,0 / 2,0 / 2,0
T4	Rizoderma + Cruiser + Fortenza + Avicta + Polímero	1,0 / 2,0 / 0,8 / 1,0 / 1,0
T5	Rizoderma + Maxim XL + Cruiser + Fortenza + Avicta + Polímero	1,0 / 1,0 / 2,0 / 0,8 / 1,0 / 1,0
T6	Rizoderma + Maxim XL + Cruiser + Fortenza + Rizonema + Polímero	1,0 / 1,0 / 2,0 / 0,8 / 2,0 / 1,0

Fonte: Autor (2022)

No tratamento *on farm*, os produtos foram aplicados na semente, com auxílio de sacos plásticos resistentes, fazendo a mistura de forma homogênea das sementes com os produtos. Já para o tratamento TSI, foi utilizado uma máquina tratadora de sementes, com capacidade inferior às máquinas da indústria, mas que desempenha a mesma função mantendo a qualidade industrial do tratamento.

Após realizar os tratamentos, as sementes foram armazenadas por 20 dias para o tratamento *on farm* e 30 dias para o TSI, simulando o armazenamento em galpão do produtor, aonde então, realizou-se a semeadura delas. Tal período é o proposto pela indústria, a qual considera um período viável de contendo dos químicos como o agente biológico.

Após esse período de armazenamento das sementes, realizou-se um teste laboratorial de viabilidade do *Trichoderma*, presente nas sementes, e exposto aos produtos químicos. Para isso foram preparadas placas de Petri, com meio de cultura BDA (Batata, Dextrose e Ágar), foram colocadas 4 sementes em cada placa e para cada tratamento foram feitas 4 placas, representando 4 repetições. Diariamente, por 6 dias foi acompanhado o desenvolvimento do fungo nas placas, observando a presença de estruturas do *T. harzianum*. No sexto dia foi realizado a contagem do número de sementes colonizadas com *T. harzianum*, considerando a colonização das 4 sementes como sendo 100% (Figura 2).

Figura 2 – Placa de Petri, com sementes de soja tratadas com químicos e biológicos, aparente crescimento do *Trichoderma*



Foto: Autor (2022)

Também após 20 dias da semeadura, foram retiradas plântulas de soja da área experimental (Figura 3) e levadas ao laboratório.

Figura 3. Plântulas de soja no campo, 20 dias da sementeira, momento de retirada de plântulas para recuperação de *T. harzianum* das raízes



Fonte: Autor (2022)

No laboratório as raízes foram colocadas em placas com meio de cultura BDA, da mesma forma que se realizou com as sementes, com objetivo de buscar resgatar *T. harzianum* presente nas raízes em função dos tratamentos. Foram colocadas apenas duas raízes em cada placa de Petri, representando uma repetição das quatro de cada tratamento.

Figura 4. Raízes no meio de cultura, buscando recuperar *T.harzianum* em função dos tratamentos químicos



Foto: Autor (2022)

5.3 Variáveis analisadas

Foi analisado, 6 dias após a instalação do experimento, o desenvolvimento de *Trichoderma harzianum* presente nos tratamentos, mensurando em porcentagem, a quantidade de *T. harzianum* presente em cada placa de Petri, considerando as 4 sementes e as 2 raízes como 100%. (Figura 5)

Figura 5. *Trichoderma* presente em raízes de soja, após incubação por 6 dias

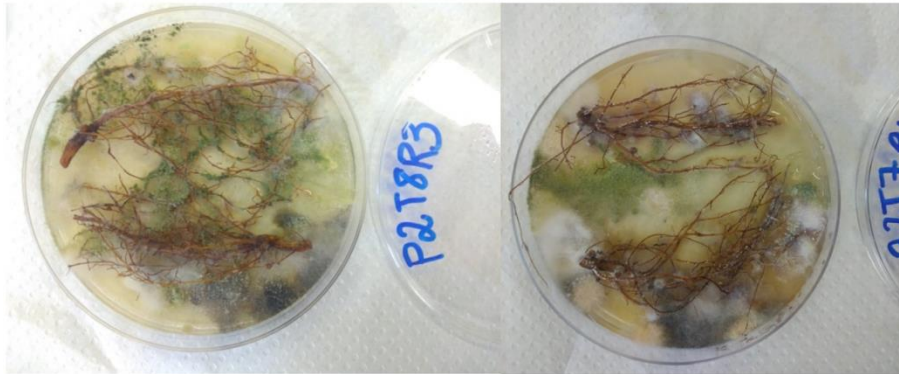


Foto: autor (2022)

5.4 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi Inteiramente Casualizado, em 4 repetições. Os dados foram tabulados, analisados pelo software RBio (BHERING, 2017), realizada a análise de variância e quando significativos, realizado o teste de comparação de médias (Tukey 5% de probabilidade de erro).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados demonstraram que o uso de *Trichoderma harzianum* em conjunto com alguns grupos de fungicidas e inseticidas possuem compatibilidade, quando usados no tratamento de sementes. No tratamento de sementes *On Farm*, os resultados mostram que o uso tanto do produto comercial Rizoderma como o Trichodermil, que são a base de *T. harzianum* tiveram uma certa incompatibilidade com o produto Standak Top, sendo que o Rizoderma apresentou melhor resposta de compatibilidade em comparação ao Trichodermil. Já levando em consideração os

outros produtos químicos o *T. harzianum* teve uma boa compatibilidade, tanto avaliando nas sementes, como avaliando nas raízes das plântulas (Tabela 1).

Tabela 1 – Desenvolvimento de *Trichoderma harzianum* em sementes tratadas e plântulas recuperadas a campo no sistema de Tratamento de Sementes *On Farm* (Protocolo 1). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos-PR – safra 2022/2022.

Tratamentos	Desenvolvimento de <i>Trichoderma</i> (%)	
	Sementes	Plântulas
Standak Top	0,0 b*	0,0 c
Cruiser + Fipronil	0,0 b	0,0 c
Rizoderma + Standak Top	18,75 b	18,75 ab
Rizoderma + Cruiser + Fipronil	87,5 a	56,25 a
Rizoderma + Maxim XL + Cruiser + Fipronil	93,75 a	43,75 ab
Trichodermil + Standak Top	0,0 b	12,5 b
Trichodermil + Maxim XL + Cruiser + Fipronil	75,0 a	43,75 ab
CV (%)	38,57	56,34

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Quando observamos os resultados obtidos através do tratamento de sementes industrial (TSI), temos resultados bem semelhantes, mais uma vez os produtos à base de *T. harzianum* apresentam incompatibilidade com o Standak Top®, e com os demais produtos químicos demonstrou boa compatibilidade (Tabela 2).

Tabela 2 – Desenvolvimento de *Trichoderma harzianum* em sementes tratadas e plântulas recuperadas a campo no sistema de Tratamento de Sementes Industrial (TSI) (Protocolo 2). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos-PR – safra 2022/2022.

Tratamentos	Desenvolvimento de <i>Trichoderma</i> (%)	
	Sementes	Plântulas
Standak Top + Polímero	0,0 c*	0,0 c
Maxim Adv + Cruiser + Fortenza + Avicta + Polímero	0,0 c	0,0 c
Rizoderma + Standak Top + Polímero	0,0 c	0,0 c
Rizoderma + Cruiser + Fortenza + Avicta + Polímero	93,75 a	18,75 bc
Rizoderma + Maxim XL + Cruiser + Fortenza + Avicta + Polímero	93,75 a	43,75 a
Rizoderma + Maxim XL + Cruiser + Fortenza + Rizonema + Polímero	75,00 ab	31,25 ab
CV (%)	44,00	56,39

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Resultados demonstrando certa incompatibilidade, foram descritos por Dalacosta et al., (2019), que realizaram uma pesquisa considerando a compatibilidade de alguns ingredientes ativos usados no tratamento de sementes de soja, com o *Trichoderma*. Os resultados demonstraram especificidade dos químicos, demonstrando compatibilidade e incompatibilidades, dependendo dos ativos. Ainda, os mesmos autores, avaliaram um teste relacionado com o tempo de armazenamento após o tratamento das sementes com os fungicidas químicos e biológico, o qual demonstrou que no decorrer do tempo de armazenamento o *Trichoderma* perdeu sua viabilidade em contato com os químicos.

Os ingredientes ativos presentes no produto comercial Standak Top® são a Piraclostrobina, Tiofanato metílico e Fipronil. O Fipronil por se tratar de um inseticida não tem efeito nenhum sobre o desenvolvimento do *T. harzianum*, o que pode ser comprovado por esse próprio estudo onde se tem fipronil em todos os tratamentos do protocolo 2 (TSI), e cujos resultados mostram que nos tratamentos sem o uso do Standak Top não se teve interferência.

No estudo de Dalacosta et al., 2019, os resultados mostraram que o ingrediente ativo Piraclostrobina, usado em conjunto com Tiofanato metílico possuem interferência sobre o desenvolvimento do *T. harzianum*. Não possuem resultados mostrando a interferência desses dois ativos químicos de forma individual com o *Trichoderma harzianum*, nesse sentido se faz necessário um futuro estudo, afim de descobrir o ativo específico que causa esse danoso ao *T.harzianum*.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados desse trabalho, pode-se concluir que existe certa compatibilidade dos produtos químicos de tratamento de sementes com o agente de biocontrole *Trichoderma*, no entanto, existe incompatibilidade quando se faz o uso de Standak Top com *Trichoderma*, tanto no sistema de Tratamento de Semente Industrial (TSI) como no *on farm*.

Sendo assim, quando se faz o uso de químicos e biológicos, no mesmo processo, deve-se atentar a quais produtos químicos utilizar, a fim de evitar perdas na eficiência dos produtos biológicos.

REFERÊNCIAS

AGROSABER Brasil, celeiro do Mundo! - AgroSaber. Disponível em: <<https://agrosaber.com.br/brasil-celeiro-do-mundo/>>. Acesso em: 18 jul. 2021.

BOLTON, M. D.; THOMMA, B. P.; NELSON, B. D. Sclerotinia sclerotiorum (lib.) de bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. Molecular plant pathology, Wiley Online Library, v. 7, n. 1, p. 1–16, 2006.

CARVALHO, C.G.P. et al. Correlações e análise de trilha em linhagens de soja semeadas em diferentes épocas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, p.311-320, 2002.

CONAB - Produção nacional de grãos é estimada em 269,3 milhões de toneladas na safra 2021/22, Conab.gov.br, disponível em: < <https://blog.climatefieldview.com.br/9-doencas-que-mais-preocupam-o-produtor-de-soja#:~:text=Segundo%20CI%C3%A1udia%20Vieira%20Godoy%2C%20fitopatologista,n%C3%A3o%20h%C3%A1%20o%20manejo%20adequado.>> acesso em: 19 maio 2022.

COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. Química Nova, v.23, p. 4, 2000.

COSTA, J.A. Cultura da Soja. Porto Alegre. Evangraf. 1996. 233p.

DALACOSTA, Nean Locatelli. Compatibilidade de Trichoderma harzianum associado ao controle químico no tratamento de sementes de soja. 2019. 53 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019.

DEMANT, C. A. R. Mofo branco e seu manejo no oeste baiano. Boletim Passarela da Soja, v. 2, p. 9–9, 2010

EQUIPE FIELDVIEW, 9 doenças da soja que mais afetam o produtor | Climate FieldViewTM, Climatefieldview.com.br, disponível em: <<https://blog.climatefieldview.com.br/9-doencas-que-mais-preocupam-o-produtor-de-soja#:~:text=Segundo%20CI%C3%A1udia%20Vieira%20Godoy%2C%20fitopatologista,n%C3%A3o%20h%C3%A1%20o%20manejo%20adequado.>>. acesso em: 28 maio 2022.

EQUIPE MAIS SOJA, Macrophomina em soja, MAIS SOJA - Pensou Soja, Pensou Mais Soja, disponível em: <<https://maissoja.com.br/macrophomina-em-soja/>>. acesso em: 28 maio 2022.

EQUIPE MAIS SOJA, Podridão radicular de Phytophthora em soja, MAIS SOJA - Pensou Soja, Pensou Mais Soja, disponível em: <<https://maissoja.com.br/podridao-radicular-de-phytophthora-em-soja/>>. acesso em: 28 maio 2022.

FRANZONI, M. Dessecação de Soja para Colheita Escala Fenologica, 2019. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/desseccacao-de-soja-para-colheita/3-desseccacao-de-soja-para-colheita-escala-fenologica/>> . acesso em: 29 maio 2022.

GARCIA, R. A.; JULIATTI, F. C.; CASSEMIRO, T. A. Produção de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* (lib.) de Bary em meio de cultura. *Bioscience Journal*, v. 28, n. 1, 2012.

Heffer Link, V., and K. B. Johnson. 2007. White Mold – APS. Disponível em: <<https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/fungalasco/pdlessons/Pages/WhiteMoldPortuguese.aspx>> . acesso em: 28 maio 2022.

HENNING, Ademir Assis. Manejo de doenças da soja (*Glycine max* L. Merrill). Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2009.

JOLY, A. B.; LEITÃO FILHO, H. F. Botânica econômica: principais culturas brasileiras. São Paulo: HUCITEC-EDUSP, 1979, 114p.

LEITE, R. D. C. Ocorrência de doenças causadas por *Sclerotinia sclerotiorum* em girassol e soja. Embrapa Soja-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), Londrina: Embrapa Soja, 2005

LUCON, Cleusa Maria Mantovanello. Promoção de crescimento de plantas com o uso de *Trichoderma* spp. São Paulo: Instituto Biológico/Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal, 2009.

MEYER, Maurício Conrado; MAZARO, Sérgio Miguel; DA SILVA, Juliano Cesar. *Trichoderma*: uso na agricultura. Embrapa Soja-Livro científico (Alice), 2019.

MONTE E, BETTIOL W, HERMOSA R (2019) *Trichoderma* e seus mecanismos de ação para o controle de doenças de plantas. In: Meyer MC, Mazaro SM, Silva JC (eds) *Trichoderma* uso na agricultura. Embrapa, Brasília, pp 181-199

MONTE, E.; BETTIOL, W.; HERMOSA, R. *Trichoderma* uso na agricultura, 2019. Cap. 4, pg. 182.

PARISI, João José Dias; MEDINA, Priscila Fratin. Tratamento de sementes. Instituto Agrônomo de Campinas, 2013.

POMELLA, A. W. V. RIBEIRO, R. T. da S. Controle biológico com *Trichoderma* em grandes culturas – uma visão empresarial. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. *Biocontrole de doenças de plantas: Uso e perspectivas*. 1ª ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009.

RICHETTI, A.; GOULART, ACP. Soja: custo de tratar. 2019.

ROSA, C. R. E. Manejo do mofo branco da soja – Pionner. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/media-center/artigos/88/manejo-do-mofo-branco-da-soja>>. acesso em: 29 maio 2022.

SANTIN, R. C. M. Potencial do uso dos fungos *Trichoderma* spp. e *Pae-cilomyces lilacinus* no biocontrole de *Meloidogyne incognita* em *Phaseolus vulgaris*. 81 f. Tese

(Doutorado em Agronomia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

SCHMOLLER, Isabela. Biocontrole com *Trichoderma* e *Bacillus* à *Sclerotinia sclerotiorum* na cultura da soja. 2021. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2021.

SEDIYAMA, T. et al. Origem da soja e expansão no Brasil, econômicos e perspectiva. In: SEDIYAMA, et al. (Ed). Soja do plantio à colheita. Viçosa: UFV, 2015.

Soja: área plantada em 2021/22 será a maior da história, diz Safras, Canal Rural, disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/projeto-soja-brasil/soja-area-plantada-2021-22-recorde/>>. acesso em: 20 maio 2022.

Tratamento de Semente On Farm, Basf.com, disponível em: <<https://agriculture.basf.com/br/pt/conteudos/cultivos-e-sementes/veja-mais-cultivos/tratamento-de-semente-on-farm.html>>. acesso em: 29 maio 2022.

WILLETTS, H.; WONG, J. The biology of *Sclerotinia sclerotiorum*, *S. trifoliorum*, and *S. minor* with emphasis on specific nomenclature. *The Botanical Review*, Springer, v. 46, n. 2, p. 101–165, 1980.

WOO, S. L. et al. *Trichoderma* - based products and their widespread use in agriculture. *The Open Mycology Journal* 8: 71 – 126. 2014.

XIMENES, L. R. Importância e manejo de *Sclerotinia sclerotiorum* (mofo branco) nos cultivos de feijão e soja. 2013.