

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA**

SAMARA STREDA

**EFEITO DE *Cercospora kikuchii* EM SEMENTES DE SOJA COM
TRATAMENTOS BIOLÓGICOS, FITORREGULADOR E QUÍMICO**

CERRO LARGO

2023

SAMARA STREDA

**EFEITO DE *Cercospora kikuchii* EM SEMENTES DE SOJA COM
TRATAMENTOS BIOLÓGICOS, FITORREGULADOR E QUÍMICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Juliane Ludwig

CERRO LARGO

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Streda, Samara

Efeito de *Cercospora kikuchii* em sementes de soja com tratamentos biológicos, fitorregulador e químico / Samara Streda. -- 2023.

48 f.

Orientadora: Doutora Juliane Ludwig

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2023.

1. Tratamento de sementes. 2. Mancha púrpura. 3. Qualidade fisiológica. I. Ludwig, Juliane, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

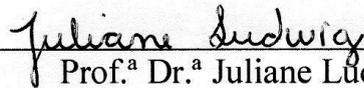
SAMARA STREDA

**EFEITO DE *Cercospora kikuchii* EM SEMENTES DE SOJA COM
TRATAMENTOS BIOLÓGICOS, FITORREGULADOR E QUÍMICO**

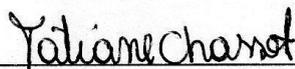
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Bacharel em Agronomia da
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS),
como requisito para obtenção do título de
Engenheira Agrônoma.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 17/11/2023.

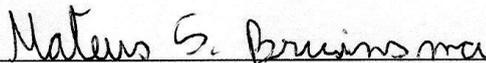
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Juliane Ludwig – UFFS
Orientadora



Prof.^a Dr.^a Tatiane Chassot – UFFS
Avaliador



Ms. Mateus Schneider Bruinsma – UFPel
Avaliador

Dedico este trabalho aos meus pais e a Deus,
em que recorri nos momentos mais difíceis e a
partir da fé, fui capaz de enfrentar todos os
obstáculos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais Magnus Streda e Mara Roseli Paz Streda pelo apoio em todo o período da graduação, em especial a minha mãe, que sempre me aconselhou nos momentos mais difíceis e me fortaleceu a seguir em frente de cabeça erguida.

Agradeço a minha irmã Larissa Streda que também me apoiou e aconselhou nessa caminhada e agradeço as minhas avós Irma e Ema, que sempre acreditaram em mim.

Agradeço aos meus amigos pela ajuda nas avaliações experimentais, a contribuição deles foi muito essencial para a realização das atividades e mostrando que a amizade também é para os momentos difíceis.

Agradeço à minha orientadora Juliane Ludwig por todos seus ensinamentos durante a graduação, por me induzir ao conhecimento sobre a fitopatologia em atividades envolvendo tutoria e atividades de extensão, por me ajudar e me orientar em todo o momento da elaboração deste projeto e por mostrar que, para todo problema existe uma solução.

Agradeço às demais pessoas que contribuíram no meu processo acadêmico e crescimento profissional.

Agradeço a Deus pela vida e por não me deixar desistir durante toda essa caminhada, por me dar forças nos momentos de fraqueza, servir como um farol nos momentos mais escuros que enfrentei.

E não poderia deixar de agradecer a mim mesma, por não desistir em momento algum e sempre agradecer os passos alcançados, por não me deixar derrotar quando achava que tudo estava perdido.

RESUMO

A utilização de sementes de qualidade é um dos fatores chave para o sucesso da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merr), apesar de existirem problemas de contaminação com patógenos que tem potencial de causar doenças em plantas, como a Mancha púrpura. Os melhores resultados com o controle desse patógeno são alcançados via tratamento de sementes. Diante disso, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja e o desenvolvimento das plântulas e plantas utilizando dois isolados de *Trichoderma harzianum*, um fitorregulador e um fungicida. O experimento foi realizado em duas etapas, a primeira consistiu em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com arranjo bifatorial 3x5, com quatro repetições, o primeiro fator foram as sementes com sintomas da mancha púrpura, sementes sem sintomas e inoculadas artificialmente, o segundo fator foram os tratamentos de sementes com os produtos Trichodermil[®] (*Trichoderma harzianum* cepa ESALQ-1306), Green Control[®] (*Trichoderma harzianum* cepa SIMBI T5), Stimulate[®] (Cinetina+GA3+AIB), Fungicida (Vitavax[®] Thiram) e testemunha com água. As variáveis analisadas foram: índice de velocidade de germinação (IVG), germinação, comprimento e massa seca do sistema radicular e da parte aérea das plântulas. A segunda etapa consistiu na avaliação da infecção latente da doença, sendo os fatores tipos de sementes e tratamentos de sementes os mesmos que no ensaio anterior, nesse caso, com cinco repetições. Para isso, as sementes foram semeadas em copos plásticos alocados em prateleira com luz UV até atingirem o estágio V2, em ambiente controlado com ar-condicionado a 25°C. Após esse período foi realizado um corte no colo das plantas para separação do sistema radicular e parte aérea, o qual foi colocado em caixas *gerbox* em BOD e as partes aérea e radicular secas em estufa. As variáveis analisadas foram: observação da infecção latente no colo das plantas e a massa seca do sistema radicular e aéreo. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software SISVAR. Foi possível concluir que sementes com sintomas naturais da mancha no tegumento não tiveram comprometimento do seu desenvolvimento e se sobressaíram em relação a sementes sem sintomas da doença nas variáveis analisadas, por outro lado, sementes inoculadas artificialmente foram as mais prejudicadas. O fungo *C. kikuchii* não prejudicou a germinação, exceto de sementes inoculadas artificialmente. O biocontrole com *T. harzianum* e o fitorregulador não promoveram aumento significativo do comprimento e massa seca de plântulas e plantas em relação à testemunha. Sobre a infecção latente, houve colonização das

raízes pelo *T. harzianum*, porém, os tratamentos não inibiram o desenvolvimento de *C. kikuchii*.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merr; Mancha púrpura; biocontrole; infecção latente; colonização.

ABSTRACT

The use of quality seeds is one of the key factors for the success of soybean (*Glycine max* (L.) Merr) cultivation, although there are problems with contamination with pathogens that have the potential to cause diseases in plants, such as purple spot. The best results in controlling this pathogen are achieved via seed treatment. Therefore, the objective was to evaluate the physiological quality of soybean seeds and the development of seedlings and plants using two isolates of *Trichoderma harzianum*, a phytohormone and a fungicide. The experiment was carried out in two stages, the first consisted of a completely randomized design (DIC) with a 3x5 bifactorial arrangement, with four replications, the first factor was seeds with purple spot symptoms, seeds without symptoms and artificially inoculated, the second factor was seed treatments with the products Trichodermil® (*Trichoderma harzianum* strain ESALQ-1306), Green Control® (*Trichoderma harzianum* strain SIMBI T5), Stimulate® (Cinetina+GA3+AIB), Fungicide (Vitavax® Thiram) and control with water. The variables analyzed were: germination speed index (IVG), germination, length and dry mass of the root system and aerial part of the seedlings. The second stage consisted of evaluating the latent infection of the disease, with the factors being seed types and seed treatments the same as in the previous trial, in this case, with five replications. For this, the seeds were sown in plastic cups placed on a shelf with UV light until they reached the V2 stage, in a controlled environment with air conditioning at 25°C. After this period, a cut was made at the neck of the plants to separate the root system and aerial part, which was placed in *gerbox* boxes in BOD and the aerial and root parts were dried in an oven. The variables analyzed were: observation of latent infection in the plant neck and the dry mass of the root and aerial system. The data were subjected to analysis of variance and the means were compared using the Tukey test at 5% probability using the SISVAR software. It was possible to conclude that seeds with natural symptoms of spot on the seed coat did not have any impairment in their development and stood out in relation to seeds without symptoms of the disease in the variables analyzed, on the other hand, artificially inoculated seeds were the most affected. The fungus *C. kikuchii* did not harm germination, except in artificially inoculated seeds. Biocontrol with *T. harzianum* and the phytohormone did not promote a significant increase in the length and dry mass of seedling and plants in relation to the control. Regarding latent infection, there was colonization of the root by *T. harzianum*, however, the treatments did not inhibit the development of *C. kikuchii*.

Keywords: *Glycine max* (L.) Merr; Purple spot, biocontrol; latent infection, colonization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Colonização de raízes de soja com o tratamento à base de <i>Trichoderma harzianum</i> (A) e incidência do patógeno no colo da planta (B). Cerro Largo - RS, 2023.....	37
--	----

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Índice de Velocidade de Germinação (IVG), contagem de germinação inicial (%) e contagem de germinação final (%) de sementes de soja submetidas a diferentes tratamentos de sementes. Cerro Largo – RS, 2023.....32
- Tabela 2 - Índice de Velocidade de Germinação (IVG), contagem de germinação inicial (%) e contagem de germinação final (%) de sementes de soja com a incidência natural de manchas no tegumento, sementes de soja sem sintomas no tegumento e sementes de soja inoculadas artificialmente com o patógeno. Cerro Largo, 2023.....33
- Tabela 3 - Comprimento radicular (cm) de plântulas de soja de sementes com a incidência natural de manchas no tegumento, sementes de soja sem sintomas no tegumento e sementes de soja inoculadas artificialmente com o patógeno, submetidas a diferentes tratamentos de sementes a base de diferentes cepas de *Trichoderma*, fitorregulador, fungicida e água. Cerro Largo – RS, 2023.....34
- Tabela 4 - Altura da parte aérea (cm) de plântulas de soja de sementes com a incidência natural de manchas no tegumento, sementes de soja sem sintomas no tegumento e sementes de soja inoculadas artificialmente com o patógeno, submetidas a diferentes tratamentos de sementes a base de diferentes cepas de *Trichoderma*, fitorregulador, fungicida e água. Cerro Largo – RS, 2023.....35
- Tabela 5 - Massa da matéria seca da parte radicular (MSPR) (mg) e massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) (mg) de plântulas de soja cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos. Cerro Largo – RS, 2023.....36
- Tabela 6 - Massa da matéria seca da parte radicular (MSPR) (mg) e massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) (mg) de plântulas de soja cujas sementes possuíam incidência natural de manchas no tegumento, sementes de soja sem sintomas no tegumento e sementes de soja inoculadas artificialmente com o patógeno. Cerro Largo – RS, 2023.....37
- Tabela 7 - Massa da matéria seca da parte radicular (MSPR) (mg) e massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) (mg) de plantas de soja cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos. Cerro Largo – RS, 2023.....38
- Tabela 8 - Massa da matéria seca da parte radicular (MSPR) (mg) e massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) (mg) de plantas de soja cujas sementes possuíam incidência natural de manchas no tegumento, sementes de soja sem sintomas no tegumento e sementes de soja inoculadas artificialmente com o patógeno. Cerro Largo – RS, 2023.....38

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 - Identificação dos tratamentos de sementes através de siglas, Cerro Largo – RS, 2023.....	29
---	----

SUMÁRIO

1 introdução.....	14
2 Revisão de literatura.....	17
2.1 cultura da soja.....	17
2.2 DOENÇAS DA CULTURA DA SOJA.....	18
2.2.1 Crestamento foliar e/ou Mancha púrpura.....	20
2.3 CONTROLE DE DOENÇAS.....	22
2.3.1 Controle Químico.....	24
2.3.2 Controle Biológico.....	25
2.3.3 Regulador de Crescimento Vegetal.....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
5 CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

A soja é uma das commodities de maior interesse econômico, por ser utilizada como fonte de proteína tanto para o consumo humano quanto animal. Diante disso, sua produção cresce exponencialmente, gerando a necessidade de expansão da cultura para novas áreas e/ou aumento da produtividade.

Mundialmente, a soja encontra-se em quarto lugar em produção e consumo de grãos, ficando atrás do milho, trigo e arroz (CARVALHO *et al.*, 2023). Dentre suas finalidades, destaca-se a produção de óleo e proteína que podem ultrapassar 20 % e 40%, respectivamente (SEDIYAMA, 2009). O grão é produzido em vários países possibilitando exportações e interesses econômicos. Sua expressiva produção gera acréscimo em investimentos que incluem desde a sua semeadura até a sua colheita (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

O aumento, ano a ano, da produção brasileira de soja vem atrelado não somente ao aumento de área semeada, como também pela aplicação de técnicas de manejo avançadas que permitem o incremento na produtividade, dentre essas a adoção de cultivares cada vez mais produtivas (FREITAS, 2011). Por outro lado, tais cultivares trouxeram consigo problemas, como a suscetibilidade a doenças causadas por vírus, fungos e nematoides que reduzem a produtividade e geram perdas significativas durante o processo de cultivo.

Entre as diversas doenças presentes na cultura da soja, destacam-se os fungos que podem causar podridões, tombamentos, antracnoses, manchas, que reduzem a área fotossintética das plantas ou levam à morte (HENNING *et al.*, 2014). Algumas das doenças mais conhecidas incluem a ferrugem, míldio, oídio, mancha-olho-de-rã, mofo-branco, podridões de fitopatógenos habitantes do solo e o crestamento foliar/mancha púrpura.

A doença crestamento foliar de *Cercospora* e/ou mancha púrpura da semente é causada por *Cercospora kikuchii*, que é um fungo necrotrófico que sobrevive em restos culturais e nas sementes. Nas folhas, os sintomas aparecem com pequenas pontuações de coloração castanho-avermelhadas com bordas difusas e com o tempo coalescem gerando uma maior área lesionada, levando essas a cair prematuramente. Destaca-se que, os sintomas são mais observados no final do ciclo da cultura e nas vagens, onde o patógeno atinge as sementes causando a coloração púrpura no tegumento (GODOY *et al.*, 2016).

Nas sementes, a descoloração do tegumento ocasionado pelo patógeno ocorre pelo efeito da cercosporina. Essa toxina é ativada pela luminosidade com produção de espécies reativas de oxigênio que danificam o conteúdo celular até ocorrer sua morte (MEYER *et al.*, 2022). Contudo, a infecção pode ocorrer nas sementes sem apresentar os sintomas característicos (GOULART, 1997). Em avaliações com diferentes classes de mancha de *C. kikuchii* em sementes de soja em meio de restrição hídrica, constatou-se que o manchamento ocasiona redução da germinação, com plântulas menos vigorosas (PEREIRA *et al.*, 2017), além de reduzir o peso da matéria seca do sistema aéreo e aumento de plântulas anormais quando os sintomas estavam associados ao hilo em relação ao manchamento ao oposto do hilo (DORNELES *et al.*, 2021).

Dentre as práticas de controle recomendadas estão o uso de cultivares resistentes, rotação de culturas, controle de plantas daninhas, manejo correto na semeadura, tratamento de sementes, as quais devem ser realizadas de forma integrada e não isolada (FUMIKO, 2013). O tratamento de sementes busca erradicar ou diminuir a contaminação por fungos o máximo possível, além de proteger as sementes dos fungos que já estão presentes na lavoura e contra danos causados em condições desfavoráveis na semeadura (GOULART, 1998).

Para o tratamento de sementes visando o controle dessa importante doença, o mais utilizado pelos agricultores é o controle químico. Podendo ser citados os fungicidas Carbendazim[®], Vitavax[®] Thiram etc, todos com registro no Agrofite para o controle de *C. kikuchii* em soja (MAPA, 2023). Os grupos químicos mais utilizados no controle da doença são benzimidazol, triazol, estrobilurina, carboxamida e multissítios (ARAÚJO JÚNIOR, 2021). No entanto, os produtos químicos são contaminantes de solos, águas e dependendo da sua composição geram impactos residuais no ambiente e nos alimentos (STEFFEN *et al.*, 2011). Outro ponto a ser considerado, consiste no efeito sobre espécies não-alvo como os insetos benéficos, que fazem o controle de insetos-praga (RIBAS; MATSUMURA, 2009), além da intoxicação humana, causando enfermidades a longo prazo. Diante de tantos problemas, considera-se a necessidade de estudos onde se utilizam produtos de menor toxicidade, dentre esses os produtos biológicos.

O controle biológico se dá pelo uso de microrganismos antagonistas que interferem no desenvolvimento dos fitopatógenos, desde que o nicho esteja adequado para a sobrevivência dos mesmos. Autores como Cook & Baker (1983) definem o controle biológico como “a redução da soma de inóculo ou das atividades determinantes da doença provocada por um patógeno, realizada por ou através de um ou mais organismos que não o homem”.

A interação entre microrganismos benéficos e patogênicos ocorre por diferentes mecanismos, no qual, os antagonistas podem agir de uma ou mais formas, como: antibiose, parasitismo, competição e indução de defesa ao hospedeiro (BETTIOL, 1991). As vantagens de utilização de produtos biológicos estão relacionadas a redução do uso de produtos químicos e na seleção dos agentes biológicos alvos, sem acarretar em impactos negativos sobre os inimigos naturais, como por exemplo, dos insetos-praga. Outra vantagem refere-se à variabilidade do modo de ação dos antagonistas sobre os patógenos (MACHADO *et al.*, 2012). No Brasil, os produtos biológicos à base de *Trichoderma* spp. são os de maior destaque no controle de fitopatógenos (MORANDI *et al.*, 2009).

As espécies de *Trichoderma* spp. são fungos habitantes do solo, encontrados em material em decomposição e na região das raízes das plantas, caracterizados pela massa de conídios verdes que confere o seu reconhecimento (ABREU; PFENNING, 2019). A espécie *Trichoderma harzianum* compõe os produtos biológicos mais comercializados mundialmente (BETTIOL *et al.*, 2019). Entre as formas de uso desses antagonistas está o tratamento de sementes, uma vez que uma pequena quantidade do produto garante a proteção da planta nas fases iniciais de desenvolvimento (MEDEIROS *et al.*, 2019).

Outra forma é pelo uso de fitorreguladores ou reguladores de crescimento vegetal, que são substâncias naturais ou sintéticas, aplicadas de forma exógena que atuam em processos fisiológicos e, conforme o tipo de hormônio, podem atuar na inibição ou crescimento e desenvolvimento das plantas (HAWERROTH *et al.*, 2016) e de forma indireta reduzir os danos dos patógenos.

Diante disso, foi objetivo do presente trabalho avaliar a aplicação de produtos biológicos à base de dois isolados de *T. harzianum*, fitorregulador e um fungicida químico em sementes de soja sintomáticas, assintomáticas e inoculadas com *C. kikuchii* e os impactos sobre variáveis de qualidade fisiológica das sementes e no desenvolvimento de plantas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine max* (L.) Merr) possui como centro primário de origem o continente asiático e como centro secundário a região da China (GAZZONI; DALL'AGNOL, 2018). As características morfológicas de seus ancestrais se diferenciam das características atuais, as quais consistiam em plantas rasteiras encontradas ao longo de rios e lagos (GOMES, 2021). Com o cruzamento natural entre as espécies de soja selvagem foram surgindo novas plantas, que passaram a ser melhoradas e domesticadas.

Os primeiros relatos sobre a introdução da soja no Brasil datam de 1882, na Bahia, porém, o germoplasma trazido dos Estados Unidos não era adaptado em latitudes baixas (12°) causando insucesso naquela época (DALL'AGNOL, 2011). Em 1991, os materiais genéticos da soja foram estudados e testados no estado de São Paulo conforme suas condições de latitude (22°) como planta forrageira usada na alimentação do gado (BONATO; BONATO, 1987). Foi no Rio Grande do Sul, em 1914, que ocorreu o avanço da escala comercial da soja, no município de Santa Rosa, reconhecida como o berço nacional da soja (BONATO; BONATO, 1987).

O estabelecimento da soja no estado ocorreu devido à ocorrência de condições de clima e latitude ideais para o seu desenvolvimento (GAZZONI; DALL'AGNOL, 2018). Conforme a sua disseminação pelo sul do Brasil, intensificaram-se as pesquisas com cultivares que se adaptassem em outras regiões do país, proporcionando a expansão da aleuro-oleaginosa e gerando a necessidade do desenvolvimento de novas tecnologias de produção (DUCLÓS, 2014).

Atualmente, a cultura possui importante papel na economia, sendo responsável pela expansão do agronegócio (CARVALHO *et al.*, 2023). A base para essa evolução consiste na exploração da área para seu cultivo, na produtividade e pela organização da cadeia produtiva que contribuem para os avanços tecnológicos que englobam toda a sua produção (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014). No Brasil, a aleuro-oleaginosa apresentou aumento de produtividade na safra 2022/23 com produção de 154,6 milhões de toneladas, com acréscimo de 23,2% em relação à safra de 2021/22 (CONAB, 2023).

Apesar da busca por novas tecnologias, melhoramento genético, técnicas de manejo e demais fatores que possam colaborar com o crescimento da cultura, sabe-se que ainda muitos

problemas interferem nos ganhos de produtividade. Entre eles destacam-se as condições climáticas adversas, manejo incorreto do solo, competição com plantas invasoras, insetos-praga (SANTOS *et al.*, 2017) e, com grande relevância, as doenças causadas por agentes fitopatogênicos. No Brasil, estimam-se perdas de 10 a 20% na produtividade devido ao ataque de patógenos, sendo os necrotróficos os mais importantes, uma vez que sua fonte de inóculo são as sementes (GOULART, 2004).

2.2 DOENÇAS DA CULTURA DA SOJA

As doenças que acometem a cultura da soja se tornaram mais severas nos últimos anos. Aproximadamente 40 doenças já foram identificadas no Brasil, causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides. Entre os fatores que ocasionam o aumento de doenças estão os relacionados à expansão das áreas de cultivo, monocultura e a entrada de novos patógenos (FURTADO, 2007).

Os fungos estão entre os agentes fitopatogênicos mais importantes nos estudos de doenças de plantas e não seria diferente em soja. São classificados em dois grupos: biotróficos ou obrigatórios e necrotróficos. Os biotróficos são fungos que necessitam de um hospedeiro vivo para realizar seu ciclo de vida, por outro lado, os necrotróficos, que são parasitas facultativos, apresentam uma fase parasitária sobre o hospedeiro vivo e outra saprofítica, no qual conseguem realizar seu ciclo de vida em restos culturais presentes no solo, podendo sobreviver também em sementes (FORCELINI, 2010).

A importância de cada doença que acomete a cultura da soja varia conforme o ano, região e condição climática. As perdas anuais de produção são estimadas em torno de 15% a 20%, podendo atingir 100% dependendo da doença, do ambiente e do manejo (GODOY *et al.*, 2020). São várias as doenças que acometem a cultura, entre as quais se destacam as doenças foliares que reduzem a área fotossinteticamente ativa e causam a queda de folhas, doenças da haste, vagens e sementes, doenças radiculares que causam podridões, tombamentos e murchas.

A ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) é causada por um fungo biotrófico e seus sintomas ocorrem na área foliar com o aparecimento de pontos com menos de 1 mm de diâmetro, de coloração pardo-avermelhada denominadas de urédias (pústulas) na parte abaxial da folha e na parte adaxial a coloração consiste de castanho-claro a castanho-escuro

(ALMEIDA *et al.*, 1997). A doença causa redução da área foliar devido, também, ao amarelecimento e queda prematura das folhas (YORINORI *et al.*, 2004). As condições favoráveis de desenvolvimento são de 6 horas ou mais de molhamento foliar e temperaturas entre 15°C a 25°C (OLIVEIRA *et al.*, 2022).

O agente causal do oídio (*Microsphaera diffusa*) ocorre em toda a parte aérea da planta formando uma fina camada esbranquiçada com micélios e esporos sobre a folha (HENNING *et al.*, 2014). A doença se desenvolve em baixa umidade e com temperaturas amenas entre 18°C a 24°C (GODOY *et al.*, 2016). As chuvas intensas são uma desvantagem para o fungo por remover os conídios que estão sobre a superfície foliar.

O míldio, que tem como agente etiológico *Peronospora manshurica*, causa manchas verde-claras que evoluem para a coloração amarelada na face adaxial das folhas até causar necrose, tendo a sobrevivência desse “pseudofungo” em sementes infectadas, restos culturais e plantas hospedeiras favorecida com temperaturas amenas entre 20°C e 22°C e com altas umidades (HENNING *et al.*, 2014).

Outra doença importante para a cultura da soja é a antracnose, causada pelo agente etiológico *Colletotrichum truncatum*. O fungo ataca na fase vegetativa e reprodutiva da soja, causando necrose dos cotilédones, avançando para o hipocótilo e gerando o tombamento das plântulas (GODOY *et al.*, 2016). Outros danos incluem necrose em folhas, hastes e infecção de sementes, que são as maiores fontes de inóculo primário de disseminação do patógeno. As condições ideais para o seu desenvolvimento são de elevada precipitação e altas temperaturas (GOULART, 2009).

Por fim, mas não menos importante encontra-se o crestamento foliar de *Cercospora* e a mancha púrpura, ambas causadas pelo fungo *Cercospora kikuchii*, o qual sobrevive em restos culturais e em sementes contaminadas. A doença causa, nas folhas, pontuações escuras com bordas difusas e, com o tempo, leva a um severo crestamento e queda prematura, nas vagens surgem manchas de coloração castanho-avermelhado e através delas o fungo atinge as sementes. Altas temperaturas de 23°C a 27°C e umidade elevada favorecem o desenvolvimento do patógeno (HENNING *et al.*, 2014). Os sintomas são manchas de coloração roxa, porém, nem sempre as sementes infectadas apresentam sintomas (GODOY *et al.*, 2016).

2.2.1 Crestamento foliar e/ou Mancha púrpura

O crestamento foliar de *Cercospora* (*Cercospora kikuchii*) ataca a soja em conjunto com a mancha parda (*Septoria glycines*), formando o complexo de final de ciclo, que são doenças que se desenvolvem na fase reprodutiva da cultura, nos estádios R6 e R7.1 (EMBRAPA, 1999). Os sintomas nas folhas causados por mancha parda são manchas de coloração castanho-avermelhada e os causados pelo crestamento foliar são manchas de coloração marrom-arroxeadas, ambas progridem para a necrose, com desfolha antes da maturação das vagens (MARTINS *et al.*, 2004; EMBRAPA, 1999).

O ciclo primário do fungo (*C. kikuchii*) caracteriza-se pela sobrevivência em restos culturais, matéria orgânica e sementes. A sua disseminação ocorre pela liberação dos conídios através do vento e por sementes infectadas e, ao atingirem um hospedeiro alternativo ou hospedeiro suscetível, no caso, a soja, iniciam o ciclo secundário e o processo de infecção (BEDENDO, 2019). A germinação dos conídios é beneficiada em condições de alta umidade relativa do ar, acima de 80%, com molhamento foliar constante de 18 horas (ARAÚJO JÚNIOR, 2021; KUDO *et al.*, 2011) e a esporulação é abundante em temperaturas entre 23°C a 27°C (GODOY *et al.*, 2016).

A doença causa danos em todas as partes da planta com exceção das raízes, com aparecimento dos sintomas no início do enchimento de grãos. Nas hastes ocorrem lesões vermelhas, superficiais, restringidas ao córtex, as lesões ocasionadas nos nós podem causar necrose avermelhada na medula através das hastes (HENNING *et al.*, 2014). Nas folhas os sintomas aparecem com pequenas manchas marrom-arroxeadas que coalescem para novas áreas do limbo foliar, sendo mais observado em folhas da parte superior e jovens. Quando expostas ao sol, adquirem coloração púrpura, característico da doença (ITO; TANAKA, 1993) ocasionando o crestamento foliar e queda prematura das folhas, conseqüentemente, menor área fotossintética.

Nas vagens, surgem pontuações vermelhas que progridem para manchas castanho-avermelhadas e atingem as sementes através do hilo, ocasionando a mancha púrpura das sementes (KIMATI *et al.*, 1997). Os fungos do gênero *Cercospora* possuem conídios hialinos longos e livres formados nas hifas e conidióforos de coloração marrom-escura (GOULART, 2004). Estudos realizados por Paula *et al.*, (2015), constataram que *C. kikuchii* penetra nas sementes através dos poros do tegumento com o tubo germinativo, sem o apressório.

As sementes infectadas adquirem coloração roxa, característico da doença, podendo ocorrer rachaduras no tegumento desde o hilo, conforme sua severidade (DORNELES *et al.*, 2021). Na planta o patógeno pode estar de forma latente no hospedeiro sem a presença de sintomas, esse estado persiste até que as condições ambientais estejam favoráveis ao desenvolvimento do fungo, dando início ao aparecimento de sinais e sintomas ou quando a planta atinge a maturidade fisiológica (AGRIOS, 1988), por ser uma doença de final de ciclo da cultura.

A pigmentação roxa do tegumento origina-se pela produção de cercosporina, uma fitotoxina perilenoquinona de coloração vermelha com pouca solubilidade em água. Seus cristais acumulam-se nos tecidos das plantas e se tornam visíveis, para isso, a toxina absorve energia luminosa que gera espécies reativas de oxigênio que causam toxidez às células vegetais (DAUB *et al.*, 2005). A cercosporina age como fotossensibilizante capaz de oxidar lipídios, proteínas e ácidos nucleicos, além de causar o rompimento da membrana e ocasionar a morte do tecido vegetal (DAUB; CHUNG, 2007).

Nas avaliações de mecanismos de defesa da soja em diferentes estágios de desenvolvimento contra *C. kikuchii*, com observação da infecção latente da doença, não foram encontrados níveis de cercosporina nas fases iniciais da soja, mas observaram-se os sintomas e a produção da toxina na fase reprodutiva da cultura (ARANTES, 2020). Em relação aos danos da doença, já foram realizados trabalhos que avaliaram a qualidade fisiológica das sementes com os sintomas de *C. kikuchii*, havendo resultados negativos e sem influência sobre o desenvolvimento das plântulas.

Nos estudos realizados por Venturoso *et al.*, (2008), com níveis de infestação de mancha púrpura nas cultivares de soja – BR 16, CD 202, e MSOY 5942, sementes com ausência do patógeno resultaram em maior vigor de plântulas a campo e maior índice de velocidade de emergência e em todas cultivares avaliadas, no entanto, níveis acima de 10% de mancha no tegumento ocasionaram plântulas menos vigorosas. A doença pode causar danos na plúmula, cotilédones e comprometimento do hipocótilo conforme o nível de severidade da mesma (BERNARDO *et al.*, 2021).

Antagônico a esses resultados, em experimentos com sementes de soja da cultivar M5947 IPRO, divididas em quatro classes de mancha púrpura, a severidade da doença não causou efeito negativo na germinação, condutividade elétrica e emergência das plântulas no solo, porém, na avaliação do envelhecimento acelerado ocorreu maior porcentagem de sementes mortas e menor comprimento de raiz na classe 4 de severidade (50 – 100% de sintoma) (Dorneles *et al.*, 2021). Em trabalhos com sementes sem sintomas e com sintomas

com o uso ou não do tratamento químico, não foram observados efeitos negativos da doença sobre a germinação de sementes com sintomas sem tratamento, ou seja, a qualidade fisiológica das sementes não foi afetada pelo patógeno (REIS *et al.*, 2000).

2.3 CONTROLE DE DOENÇAS

O controle de doenças quando realizado de forma isolada não consegue atuar de forma eficiente sobre os agentes causadores de danos, para isso, deve-se realizar um manejo integrado de doenças (MID), que consiste na utilização de vários métodos como o genético, cultural, físico, biológico e químico.

Controle genético: Parte do uso de cultivares resistentes, melhoradas geneticamente, com o intuito de ser um método com menores custos e de fácil implantação. Para a obtenção de cultivares resistente deve-se identificar os genes resistentes através de germoplasmas de mesmas espécies ou espécies diferentes, realizar a incorporação dos genes em plantas comerciais e garantir que as cultivares sejam capazes de resistir em relação às evoluções dos agentes patogênicos (MICHEREFF, 2001).

Para a obtenção de cultivares de soja resistente a doenças é necessário o conhecimento dos genes das fontes de resistência e sua atuação contra os agentes patogênicos, como cada gênero dos patógenos atuam de formas distintas nas plantas, conhecimento da doença, sua forma de infecção e danos (SOARES; ARIAS, 2016).

Controle cultural: Atua no triângulo das doenças, interferindo nas relações entre patógenos, hospedeiros e o ambiente com o objetivo de reduzir as fontes de inóculos, sobrevivência e disseminação de fungos (AMORIM *et al.*, 2018). A monocultura causa o maior potencial de danos devido ao cultivo de mesmas espécies na mesma área, na qual ficam seus restos culturais que favorecem a sobrevivência de patógenos necrotróficos (REIS *et al.* 2011).

Os métodos de controle cultural eficientes consistem em rotação de culturas, alternando diferentes espécies cultivadas na mesma área, utilização de sementes sadias, eliminação de plantas infectadas pelas doenças, eliminação de plantas que ficam no campo após a colheita conhecidas como “tigueras” e hospedeiros alternativos, retirada da palhada que serve como fonte de inóculo, cuidados relacionados a épocas de semeadura, densidades de plantas e espaçamentos, realização de preparo do solo com revolvimento e demais cuidados que devem ser observados para a eficiência do controle (AMORIM *et al.*, 2018).

Controle físico: Realizado para reduzir o inóculo dos patógenos no solo ou retardar o desenvolvimento das doenças utilizando métodos que envolvem o uso da temperatura, radiação, ventilação e luz (MICHEREFF, 2001). A solarização é um método de controle físico que utiliza a energia solar para controlar além de fitopatógenos, plantas espontâneas, insetos-praga, bactérias e nematoides, com cobertura do solo com uso de filme plástico transparente (BETTIOL; GHINI, 2003).

A solarização causa o aumento da temperatura do solo que, geralmente, é mais tolerável pelos microrganismos antagonistas em relação aos fitopatógenos, nesse caso, aumenta a eficiência desse método por reduzir ou eliminar os patógenos pelo aquecimento e controle por antagonistas (GHINI *et al.*, 2003). A aplicação do método se torna limitante por ser em pequenas áreas e em regiões de clima quente para que a radiação solar seja eficiente. Outras limitações incluem o uso de máquinas para a implantação do plástico, menor controle de patógenos em camadas mais profundas do solo e ausência de cultivo durante o uso da solarização (BETTIOL; GHINI, 2003; VISCONTI *et al.*, 2016).

Controle biológico: Realizado através do uso de microrganismos benéficos que atuam sobre os agentes causadores de doenças, esses microrganismos são conhecidos como antagonistas por interferirem no desenvolvimento dos patógenos. Agem através de mecanismos que envolvem a antibiose, competição, parasitismo e indução de resistência, sendo que os agentes biológicos podem exercer mais que um mecanismo ao mesmo tempo (MICHEREFF, 2001).

Na antibiose os metabólitos produzidos por um organismo causam danos sobre o desenvolvimento do outro como, por exemplo, a inibição da germinação dos esporos; a competição consiste na interferência de um organismo sobre o outro na busca de condições favoráveis de alimento, espaço, oxigênio; no parasitismo, um organismo utiliza outro organismo como um hospedeiro e a indução de resistência está relacionada à planta hospedeira que desenvolve mecanismos de defesa (BETTIOL, 1991).

Controle químico: Ocorre com a aplicação de diversos grupos químicos com o objetivo de controlar a ação dos patógenos sobre os hospedeiros. Os produtos químicos mais utilizados são os pesticidas que englobam os inseticidas, acaricidas, bactericidas, nematicidas, herbicidas e fungicidas, que atuam no controle dos vetores dos patógenos, plantas hospedeiras alternativas e sobre os próprios agentes fitopatogênicos (KIMATI, 1995).

Os fungicidas são os mais utilizados no controle químico de doenças. Os fungicidas podem ser de origem natural ou artificial que atuam na proteção das plantas à penetração dos

patógenos no desenvolvimento sobre seus tecidos e na indução de autodefesa pela planta (REIS; BRESOLIN, 2007).

Regulador de Crescimento Vegetal: O uso de reguladores/hormônios consiste na aplicação de substâncias exógenas que modificam as características das plantas com alterações metabólicas e fisiológicas. Os hormônios utilizados são auxinas, giberelinas, etileno, citocininas e também substâncias que inibem e retardam o desenvolvimento (CASTRO; VIEIRA, 2001). Esses produtos atuam nas estruturas vegetais, no qual, ocorre a ligação dos hormônios com proteínas receptoras da membrana plasmática (VIEIRA *et al.*, 2010). Sua aplicação pode ser realizada via solo, sementes e em plantas adultas (SILVA *et al.*, 2008).

Ao misturar reguladores de crescimento vegetal entre eles ou com adição de substâncias externas como aminoácidos, vitaminas e outros compostos, essas substâncias são consideradas bioestimulantes capazes de proporcionar o crescimento e desenvolvimento vegetal pela divisão, diferenciação e alongamento celular, também contribuindo na expansão do sistema radicular para absorver mais água e nutrientes (VIEIRA, 2001).

2.3.1 Controle Químico

A atuação dos produtos químicos, em específico os fungicidas, dependem, para a sua aplicação, de fatores relacionados a sua natureza, época e modos de aplicação e do grau de desenvolvimento e infecção das doenças, sendo classificados como erradicantes, de contato, protetores ou curativos (KIMATI, 1995). Os fungicidas também são fungistáticos e antiesporulantes e paralisam o desenvolvimento dos micélios e germinação de esporos dos fungos (REIS; BRESOLIN, 2007).

Os fungicidas são classificados conforme a sua mobilidade na planta, podendo ser de contato, mesostêmicos ou translaminares e sistêmicos (GARCIA, 1999a). Fungicidas de contato são produtos imóveis que protegem a superfície aérea das plantas através da produção de uma camada de película que protege da entrada de esporos e germinação dos fungos, por serem imóveis, eles não são translocados pelo vegetal (TOFOLI *et al.*, 2013). Como é um produto que precisa proteger a planta, sua aplicação deve ocorrer antes da inserção do patógeno no hospedeiro, são produtos inespecíficos por atuarem em diferentes sítios do metabolismo dos patógenos causando fungitoxicidade e apresentando baixo risco de resistência (GARCIA, 1999b).

Fungicidas mesostêmicos também chamados de translaminares possuem afinidade com a área foliar e se acumulam na camada de cera após a sua penetração. O produto volatiliza para dentro da planta e pode-se difundir para outras partes pela fase de vapor; Sua distribuição pelo xilema ou floema pode ser mínima ou sem ocorrência, sendo as estrobilurinas exemplos de fungicidas mesostêmicos (REIS; BRESOLIN, 2007). As estrobilurinas impedem a respiração mitocondrial dos fungos com o impedimento da produção de ATP pela interrupção da passagem de elétrons entre os citocromo *b* e citocromo *c1* dos fungos (GHINI; KIMATI, 2002; RODRIGUES, 2006).

Fungicidas sistêmicos são translocados dentro da planta no sistema vascular devido a sua solubilidade em água e são capazes de atuar em apenas um sítio do metabolismo, no qual, o patógeno pode adquirir resistência ao mecanismo de ação do produto (GARCIA, 1999b). Os fungicidas sistêmicos são absorvidos para o interior da planta via sistema radicular, sistema aéreo e pelas sementes (KIMATI, 1995). Atuam na planta antes da penetração, infecção e colonização dos fungos por serem erradicantes e curativos (AZEVEDO, 2001). Os triazóis possuem ação sistêmica e atuam na inibição da biossíntese de ergosterol inativando seus precursores. Sem o ergosterol ocorre a formação de membranas alternativas (RODRIGUES, 2006).

Os fungicidas são classificados conforme o momento de aplicação, podendo ter ação protetora ou pré-penetração impedindo que os fungos penetram no tecido vegetal, ação curativa de ocorrência após a penetração no hospedeiro limitando o seu desenvolvimento, ação antiesporulante que inibe a esporulação e ação residual que consiste na proteção da planta após a aplicação dos produtos (TOFOLI *et al.*, 2013).

2.3.2 Controle Biológico

O controle biológico consiste na aplicação de microrganismos vivos chamados de antagonistas com o propósito de intervenção no ciclo de vida dos fitopatógenos (MORANDI *et al.*, 2009). Esse controle pode incluir outras práticas culturais que favorecem o desenvolvimento dos microrganismos antagonistas e a planta hospedeira, como o melhoramento genético em relação a resistência aos fungos ou adaptação da planta hospedeira frente às ações dos microrganismos benéficos (BETTIOL; GHINI, 1995).

A produção de microrganismos do biocontrole pode ser realizada *in vivo* ou *in vitro*. A produção *in vivo* é realizada sobre o hospedeiro utilizando patógenos obrigatórios como os

vírus e nematóides. A produção *in vitro* consiste na multiplicação em meios artificiais de cultivo com uso de fermentação. Os microrganismos mais utilizados são as bactérias *Bacillus subtilis* e os fungos de *Trichoderma* spp. (LOPES, 2009).

O microrganismo *Trichoderma* é um fungo imperfeito, na sua fase assexuada possui estruturas denominadas de conidióforos que protegem os conídios, ou seja, os esporos do fungo (MELO, 1991). O fungo habita o solo e pode ser encontrado na decomposição orgânica de madeiras e na rizosfera do sistema radicular das plantas (ABREU; PFENNING, 2019). É utilizado no controle de patógenos do solo através do mecanismo do parasitismo, no qual, o antagonista identifica o patógeno por estímulos químicos e passa a produzir enzimas hidrolíticas que degradam a parede celular dos fitopatógenos; do mecanismo da antibiose com a produção de metabólitos e do mecanismo da competição entre o microrganismo patogênico e o antagonista (LOBO JUNIOR *et al.*, 2019).

Os metabólitos secundários são compostos químicos produzidos no metabolismo de *Trichoderma* sp. como ação antagonista aos fitopatógenos, entre eles se encontram os policetídeos, pironas, terpenóides e peptídeos antibióticos (RAMADA *et al.*, 2019). A alimentação dos fungos de *Trichoderma* é realizada através das hifas que invadem a parede celular dos fitopatógenos em busca de nutrientes. Para atravessar a parede dos fungos fitopatogênicos, ocorre a hidrólise de substratos e com isso, a liberação de enzimas que promovem benefícios aos antagonistas, como a capacidade de sobreviverem em diferentes condições ambientais com temperaturas elevadas, umidade relativa baixa e em diferentes condições de solo (MONTE *et al.*, 2019).

Por serem microrganismos vivos, seu armazenamento deve ocorrer em temperaturas abaixo de 28°C e, para sua aplicação, é necessário considerar alguns cuidados que envolvem o período da aplicação e a presença de alta umidade do ar e do solo (POMELLA; RIBEIRO, 2009). Outras estratégias para a melhor eficiência do controle biológico envolvem cuidados com o pH do solo entre 4 a 8, dependendo da espécie de *Trichoderma* sp. (BETTIOL *et al.*, 2019), época de semeadura, rotação de cultura (MORANDI *et al.*, 2009) e a presença de material orgânico, que pode favorecer o desenvolvimento dos antagonistas.

2.3.3 Regulador de Crescimento Vegetal

Os fitormônios são substâncias orgânicas que ocorrem de forma natural com a finalidade de intervir nos processos fisiológicos das plantas (ALBUQUERQUE *et al.*, 2008).

Entre estes destacam-se as giberelinas, auxinas, ácido abscísico, etileno e citocininas (MELO, 2002). Os reguladores de crescimento vegetal são substâncias naturais ou artificiais, aplicadas exogenamente sobre sementes ou partes das plantas, com o objetivo de melhorar as características estruturais dos vegetais (KLAHOLD, 2005).

Os reguladores sinalizam reações químicas que atuam no crescimento e desenvolvimento, ligam-se aos receptores das plantas que estimulam ações celulares que retardam, inibem ou promovem processos fisiológicos que ocorrem desde o crescimento, floração, frutificação e senescência das plantas (ESPINDULA *et al.*, 2010; MELO, 2002). Os biorreguladores também podem causar efeito fitotóxico ou injúria dependendo da concentração aplicada ou a forma de tolerância das culturas (BUZZELLO *et al.*, 2017).

O uso de substâncias hormonais exógenas possui a função de auxiliar os fitormônios a potencializar a produtividade das culturas. Quando aplicados no início do desenvolvimento das plantas, proporcionam a melhoria de atributos morfológicos no sistema radicular para suporte durante ou recuperação após períodos de restrição hídrica e resistência ao ataque de agentes biológicos e patológicos (LANA *et al.*, 2009). As respostas hormonais das plantas são variadas e dependem de fatores que envolvem a espécie vegetal, o estágio de desenvolvimento e formação dos órgãos, as concentrações das dosagens, o ambiente e a assimilação do produto ao sistema vegetal (QUIRINO, 2010).

O produto Stimulate, classificado por Castro *et al.* (1988) como fitoestimulante, cuja composição, com reguladores vegetais e traços de sais minerais quelatizados, apresenta 0,005% de ácido índolbutírico (auxina), 0,009% de cinetina (citocinina) e 0,005% de ácido giberélico (giberelina). As auxinas são responsáveis pelo crescimento das regiões apicais com incremento de materiais na parede celular ocasionando alongamento celular (VIEIRA, 2001). No processo de alongamento celular, o hormônio quebra as ligações enzimáticas da parede celular que ocasiona na plasticidade do tecido com influxo de água, ao fim desse processo as ligações não-covalentes são restauradas por ações enzimáticas (VIEIRA *et al.*, 2010).

As giberelinas estimulam o alongamento caulinar, divisão celular, superação de dormência e indução da germinação (VIEIRA, 2001). Citocininas são sintetizadas no ápice das raízes, são hormônios responsáveis pela divisão, alongamento e diferenciação celular, atuam no retardamento do envelhecimento/senescência e na germinação de sementes (PES; ARENHARDT, 2015).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal da Fronteira Sul *campus* Cerro Largo. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com arranjo bifatorial 3x5, com quatro repetições. O primeiro fator foi o tipo de sementes, sendo: sementes de soja sem sintomas no tegumento, sementes de soja com a incidência natural de manchas no tegumento e sementes de soja inoculadas artificialmente com o patógeno. O segundo fator foram os tratamentos de sementes, sendo: Trichodermil® - *Trichoderma harzianum* cepa ESALQ-1306; Green Control® - *Trichoderma harzianum* cepa SIMBI T5; Stimulate® - Cinetina+GA3+AIB; Fungicida - Vitavax® Thiram e uma testemunha utilizando apenas água.

As sementes sem sintomas de mancha no tegumento e sementes com a incidência natural de 5% até 75% de manchas púrpuras no tegumento, foram selecionadas manualmente e armazenadas em sacos plásticos, em temperatura ambiente, até a sua utilização para aplicação dos tratamentos de sementes. Nos tratamentos onde se utilizaram sementes inoculadas, estas foram colocadas em contato direto com *Cercospora kikuchii*, previamente cultivado em meio de cultura.

Para realizar a inoculação, primeiramente realizou-se o isolamento do fungo, incubando-se sementes com sintomas típicos em BOD a 22°C, distribuídas em caixas plásticas transparentes tipo *Gerbox* contendo 2 folhas de papel mata-borrão umedecidos com água destilada. Após sete dias de armazenamento em BOD das caixas com desenvolvimento das colônias fúngicas sobre as sementes, essas foram raspadas com o auxílio de uma agulha esterilizada e o micélio depositado sobre meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar), em placas de Petri, e novamente incubado à mesma temperatura, para se obter a cultura pura do fungo. Para comprovar a obtenção da cultura pura, foram montadas lâminas e observadas ao microscópio, identificando-se os esporos típicos de *C. kikuchii*.

A partir disso, preparou-se o meio de cultura BDA modificado osmoticamente com uso de manitol, no potencial hídrico -1,2 Mpa, o meio foi vertido em placas de Petri após a esterilização, quando solidificado, discos do fungo foram repicados (REIS *et al.*, 2014). Após, as placas foram mantidas incubadas em BOD a 22°C até o micélio do fungo recobrir toda superfície do meio de cultura. Posteriormente, sementes de soja da cultivar BRS 1867 foram desinfestadas em hipoclorito de sódio a 1%, por um minuto, lavadas em água destilada e postas sobre papel em bancada desinfestada com álcool 70% para a secagem 24 horas antes da

inoculação. Estas foram, então, depositadas sobre o crescimento micelial, com o auxílio de uma pinça esterilizada e novamente incubadas em BOD em temperatura de 22°C por 72 horas, para que houvesse a infecção das sementes pelo patógeno. Após esse período foram realizados os tratamentos de sementes.

Para o segundo fator, sementes de cada um dos tipos (sementes de soja sem sintomas no tegumento, sementes de soja com a incidência natural de manchas no tegumento e sementes de soja inoculadas artificialmente com o patógeno) foram submetidas aos diferentes tratamentos de sementes. As mesmas foram acondicionadas em sacos plásticos, pesadas e, em função do peso, o volume correto de produto foi aplicado, com o auxílio de uma micropipeta. Os produtos e doses utilizados seguem: Trichodermil® (1,0 L ha⁻¹) e Green Control® (300 g 100 Kg⁻¹ de sementes), Stimulate® (750 ml 100 Kg⁻¹ de sementes), Vitavax® Thiram (300 ml 100 Kg⁻¹ de sementes) e uma testemunha utilizando apenas água, assim, cada tratamento de semente foi denominado através de siglas (QUADRO 1). Os sacos contendo as sementes e os produtos foram agitados por 1 minuto, visando a correta cobertura das sementes e após, foram deixados abertos para secagem e aderência dos produtos às sementes por 2 a 3 minutos.

Quadro 1 - Identificação dos tratamentos de sementes através de siglas, Cerro Largo – RS, 2023:

TS1	<i>T. harzianum</i> ESALQ-1306
TS2	<i>T. harzianum</i> SIMBI T5
TS3	Fitorregulador
TS4	Fungicida
TS5	Testemunha

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Após tratadas, as sementes foram submetidas às seguintes avaliações:

Germinação (G): Utilizou-se a metodologia do Rolo de Papel (RP). Para isso, folhas de papel *Germitest* foram umedecidas com água destilada, correspondente a 2,5 vezes o peso do papel seco, sobre os quais foram acondicionadas 25 sementes de cada tratamento, utilizando-se quatro repetições por tratamento. Foram confeccionados os rolos, os quais foram colocados em sacos plásticos limpos, identificados e incubados em BOD à temperatura de 25°C (BRASIL, 2009). As avaliações foram realizadas no quinto dia (primeira contagem) e no oitavo dia (contagem final). Os resultados foram expressos em porcentagem de germinação de plântulas normais.

Índice de Velocidade de Germinação (IVG): Paralelamente ao teste de germinação, diariamente, contou-se o número de sementes germinadas nos rolos de papel. Foram

consideradas germinadas aquelas sementes que possuíam 2mm de protrusão da raiz primária (BRASIL, 2009). Para o cálculo do IVG utilizou-se a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + (Gn/Nn)...$$

G = Número de sementes germinadas no dia da avaliação.

N = Número de dias após a sementeira.

Comprimento e massa seca do sistema radicular e aéreo das plântulas: Ao final do teste de G e IVG, todas as plântulas germinadas foram medidas, com o auxílio de um paquímetro digital. Primeiramente as mesmas foram separadas em parte aérea e parte radicular, a partir da realização de um corte no local de inserção da primeira raiz, sendo retirados os cotilédones. Cada parte foi medida e colocada, separada, em sacos de papel, identificada e levadas a estufas de ar forçado a 60°C até atingir massa constante. Após, cada parte foi pesada em balança de precisão, para determinação da massa seca aérea e radicular de cada tratamento (NAKAGAWA, 1999).

Avaliação da infecção latente: Para essa avaliação utilizou-se copos plásticos de 400 mL com furos na parte inferior e preenchidos com substrato para a sementeira dos diferentes tratamentos. As sementes foram depositadas a uma profundidade de 2 cm, semeando-se três sementes por copo, utilizando-se cinco repetições para cada tratamento. Os copos foram alocados em uma prateleira com luz UV com fotoperíodo de 12 horas, no interior do laboratório de Fisiologia Vegetal em ambiente controlado com ar condicionado à temperatura de 25°C. Após a emergência, realizou-se o desbaste, permanecendo uma planta em cada copo. Quando as plantas atingiram o estágio V2 (primeiro trifólio desenvolvido) foi realizada a avaliação da infecção latente, utilizando escala de Klingelfuss; Yorinori (2001). Posteriormente, realizou-se um corte no colo da planta (± 1 cm acima da superfície do solo), para separação do sistema radicular e parte aérea com o auxílio de uma lâmina de bisturi esterilizada. As raízes foram lavadas em água destilada corrente, secas em papel toalha e acondicionadas em caixa *Gerbox* contendo folhas de papel mata borrão umedecidas, e permaneceram incubadas em BOD a 25°C por sete dias.

Massa seca do sistema radicular e aéreo das plantas: A parte aérea (com exceção dos cotilédones) foi imediatamente colocada em sacos de papel, identificados e levados para a estufa a 60°C até atingirem massa constante. Quanto à massa seca do sistema radicular, decorridos os sete dias para avaliação da infecção latente nos tecidos da raiz, as mesmas foram retiradas da caixa *Gerbox* e acondicionadas em sacos de papel identificados e mantidos em estufa a 60°C até atingirem massa constante. Ambas as partes foram pesadas em balança de precisão e o peso expresso em miligramas (mg).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade através do software SISVAR. Quando houve interação significativa entre os tipos de sementes e os tratamentos de sementes, foi realizado o desdobramento no sistema.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando se avaliou a resposta das sementes de soja dos diferentes tipos (sementes de soja sem sintomas no tegumento, sementes de soja com a incidência natural de manchas no tegumento e sementes de soja inoculadas artificialmente com o patógeno) aos diferentes tratamentos de sementes (Trichodermil® (*T. harzianum* ESALQ-1306), Green Control® (*T. harzianum* SIMBI T5), Stimulate® (fitorregulador), Vitavax® Thiram (fungicida) e água (testemunha)), observou-se que não houve interação significativa entre os fatores nas variáveis IVG, primeira contagem de germinação (5° dia) e na germinação total (8° dia).

Em relação ao IVG (TABELA 1), os tratamentos de sementes não diferiram estatisticamente entre si, mas, numericamente, o tratamento testemunha e o tratamento com fungicida apresentaram o maior e o menor valor, respectivamente. As contagens de germinação inicial (5° dia) e final (8° dia) do experimento também não diferiram estatisticamente entre os tratamentos de sementes e, em ambas as avaliações, os percentuais de germinação sempre ultrapassaram 80% em todos os tratamentos, com destaque para o tratamento com fungicida que proporcionou as maiores médias observadas. Ressaltando que a germinação mínima para ser considerada semente, deve ser 80% ou mais, abaixo desse valor é considerado grão (BRASIL, 2009).

Tabela 1 - Índice de Velocidade de Germinação (IVG), contagem de germinação inicial (%) e contagem de germinação final (%) de sementes de soja submetidas a diferentes tratamentos de sementes. Cerro Largo – RS, 2023.

Tratamentos de Sementes	IVG	Contagem inicial	Contagem final
<i>T. harzianum</i> ESALQ-1306	44,05 ^{ns}	84 ^{ns}	84 ^{ns}
<i>T. harzianum</i> SIMBI T5	46,53	86	87
Fitorregulador	44,73	85	85
Fungicida	42,84	89	89
Testemunha	47,03	85	85
CV (%)	11,86	7,79	7,47

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

ns: Não significativo; CV(%): Coeficiente de Variação.

Os tipos de sementes diferiram entre si na variável IVG, cujas sementes de soja com incidência natural de manchas no tegumento resultaram em maior IVG enquanto sementes de soja inoculadas artificialmente com o patógeno tiveram o menor índice (TABELA 2). Nas avaliações de IVE (índice de velocidade de emergência) em estudos realizados por Malescki (2018), com aplicação de fungicidas em sementes sem sintomas, com sintomas de *C. kikuchii* e em sementes inoculadas artificialmente, a autora observou melhores resultados do índice

para sementes sem os sintomas e, sementes inoculadas artificialmente apresentaram resultado intermediário, resultados contrários aos encontrados neste estudo. Isso pode ter ocorrido em razão da temperatura e umidade no teste de IVG terem favorecido o desenvolvimento do fungo em sementes inoculadas e para o teste de IVE o ambiente pode ter sido desfavorável.

Tabela 2 - Índice de Velocidade de Germinação (IVG), contagem de germinação inicial (%) e contagem de germinação final (%) de sementes de soja com a incidência natural de manchas no tegumento, sementes de soja sem sintomas no tegumento e sementes de soja inoculadas artificialmente com o patógeno. Cerro Largo – RS, 2023.

Tipos de sementes	IVG	Contagem inicial	Contagem final
Incidência Natural	52,32 a*	96 a	97 a
Sem Sintoma	45,40 b	93 a	93 a
Inoculada	37,40 c	68 b	68 b
CV (%)	11,86	7,79	7,47

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

*Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

CV(%): Coeficiente de Variação.

No que se refere a primeira contagem e contagem final de germinação, sementes de soja com incidência natural de mancha e sementes sem sintomas no tegumento não diferiram significativamente entre si, mas diferiram em relação às sementes que foram inoculadas artificialmente (TABELA 2). Sementes com incidência natural do patógeno e sementes sem sintomas não tiveram diferença estatística na germinação, podendo ser pelo fato das sementes com manchamento não terem sido afetadas pelo fungo no embrião (FELICETI *et al.*, 2018). Segundo Galli *et al.* (2005), quando o patógeno está associado ao embrião da semente causa a infecção e quando ela se encontra superficialmente causa apenas a infestação, podendo não afetar negativamente a germinação das mesmas, que foi o ocorrido no presente experimento.

Aliado a isso, pode ter ocorrido um efeito da forma de inoculação do patógeno nas sementes, ou seja, a germinação de sementes inoculadas pode ter sido reduzida pelo uso da restrição hídrica a -1,2 MPa como método de inoculação e assim, a exposição das sementes ao patógeno gerou muitos danos e, como consequência, maior número de sementes mortas durante o experimento, o que levou a diminuição da germinação. Em sementes de algodoeiro sobre uso de restrição hídrica com manitol, as mesmas obtiveram germinação reduzida e maior porcentagem de sementes mortas por algumas doenças conforme o aumento do nível da restrição hídrica (MACHADO *et al.*, 2004).

Observou-se durante o experimento que, mesmo nos tratamentos onde as sementes utilizadas não apresentavam sintomas no tegumento, apresentaram incidência do patógeno *C. kikuchii*. Isso se deve ao fato das sementes, quando submetidas ao teste de germinação, são

colocadas em uma temperatura ótima, que pode ser a mesma da requerida pelo patógeno, com faixa de temperatura ideal entre 23°C a 27°C (GODOY *et al.*, 2016). Além disso, a umidade elevada dentro dos sacos plásticos, onde foram colocados os rolos, favorece o desenvolvimento do patógeno, no entanto, isso não foi o suficiente para resultar em efeito negativo da doença sobre a germinação. Além disso, devido a grande variabilidade de isolados de *C. kikuchii*, mesmo sementes sem sintomas podem estar infectadas/infestadas pelo patógeno (SANDERS; ABNEY, 1985).

Na avaliação do comprimento da radícula de plântulas de soja (TABELA 3), quando nas sementes havia a presença natural de sintomas de mancha púrpura, os tratamentos de sementes mais eficientes foram com a testemunha (TS5) e Green Control® (*T. harzianum* SIMBI T5) (TS2), os quais resultaram nas maiores médias de comprimento radicular, mas não diferiram estatisticamente do Trichodermil® (*T. harzianum* ESALQ-1306) (TS1) e do fungicida (TS4). Silva *et al.* (2022) testaram diferentes concentrações do mesmo antagonista sobre patógenos em sementes de algodão das cultivares BRS 416 e Mocó e constataram, além da redução de fitopatógenos, resultados positivos em relação ao comprimento radicular. Os autores ainda ressaltam que *Trichoderma* proporciona atividades metabólicas que favorecem o desenvolvimento radicular, mas quando a planta não aproveita este benefício pode ocorrer redução no seu crescimento.

Quando não havia a presença de sintomas de mancha púrpura nas sementes, o maior comprimento da radícula foi observado nas plântulas da testemunha (TS5), sendo os demais tratamentos diferentes dessa, mas sem diferir significativamente entre si. Em relação a sementes inoculadas artificialmente, não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 3 - Comprimento radicular (cm) de plântulas de soja de sementes com a incidência natural de manchas no tegumento, sementes de soja sem sintomas no tegumento e sementes de soja inoculadas artificialmente com o patógeno, submetidas a diferentes tratamentos de sementes a base de diferentes cepas de *Trichoderma*, fitorregulador, fungicida e água. Cerro Largo – RS, 2023.

Tipos de sementes	Tratamentos de Sementes				
	TS1	TS2	TS3	TS4	TS5
Incidência Natural	8,61 Aab	10,11 Aa	5,30 Ab	6,88 Aab	10,50 Aa*
Sem Sintoma	4,78 Bb	5,97 Bb	4,36 Ab	4,67 Ab	9,87 Aa
Inoculada	2,10 Ba	3,09 Ba	2,97 Aa	1,51 Ba	3,05 Ba
CV (%)	32,39				

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

TS1 (Trichodermil® - *T. harzianum* cepa ESALQ-1306), TS2 (Green Control® - *T. harzianum* cepa SIMBI T5), TS3 (Stimulate® - fitorregulador), TS4 (Fungicida Vitavax® Thiram), TS5 (Testemunha com água).

*Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). CV (%) = Coeficiente de Variação

Ainda com relação ao comprimento radicular, esta variável foi significativamente superior na maioria das plântulas em que havia a incidência natural de manchas no tegumento em relação às que foram inoculadas artificialmente com o patógeno, com exceção de quando se utilizou o fitorregulador (TS3). Tratamento de sementes de feijão com Trichodermil® e bioestimulante Stimulate® no controle de fungos de solo, não resultaram em efeito significativo sobre a severidade das podridões radiculares, murcha-de-fusário e também não influenciaram significativamente no rendimento de grãos, estande final e inicial, e em componentes de produtividade (BERNARDES *et al.*, 2008).

Na avaliação da altura da parte aérea (TABELA 4), quando as sementes apresentavam incidência natural de manchas no tegumento, as plântulas da testemunha (TS5) apresentaram os melhores resultados, sem diferir significativamente dos tratamentos de sementes usando uma das cepas de *T. harzianum* (TS1 e TS2). Fungos do gênero *Trichoderma* tem potencial para a promoção de crescimento por produzirem fitohormônios ou outra substância análoga a estes (MACHADO *et al.*, 2011) ou por solubilizarem fosfatos e disponibilizarem o elemento às plantas (GRAVEL *et al.*, 2007) influenciando diretamente no crescimento da planta.

Tabela 4 - Altura da parte aérea (cm) de plântulas de soja de sementes com a incidência natural de manchas no tegumento, sementes de soja sem sintomas no tegumento e sementes de soja inoculadas artificialmente com o patógeno, submetidas a diferentes tratamentos de sementes a base de diferentes cepas de *Trichoderma*, fitorregulador, fungicida e água. Cerro Largo – RS, 2023.

Tipos de sementes	Tratamentos de Sementes				
	TS1	TS2	TS3	TS4	TS5
Incidência Natural	8,26 Aab	7,76 Aabc	6,25 Abc	5,54 Ac	9,47 Aa*
Sem Sintoma	4,31 Bb	4,92 Bb	3,94 Bb	3,43 ABb	9,04 Aa
Inoculada	2,78 Ba	3,86 Ba	3,78 Ba	1,62 Ba	3,78 Ba
CV(%)	25,49				

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

TS1 (Trichodermil® - *T. harzianum* cepa ESALQ-1306), TS2 (Green Control® - *T. harzianum* cepa SIMBI T5), TS3 (Stimulate® - fitorregulador), TS4 (Fungicida Vitavax® Thiram), TS5 (Testemunha com água).

*Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

CV (%) = Coeficiente de Variação

Nas plântulas cujas sementes não havia a presença de manchas púrpuras no tegumento, a maior altura da parte aérea foi observada na testemunha, sendo que os demais tratamentos não diferiram entre si. Em sementes inoculadas, todos os tratamentos se comportaram iguais à testemunha. Em avaliações com a cultivar M7198 IPRO, a presença

acima de 50% do patógeno ocasionou apodrecimento dos cotilédones, necrose nas radículas e ausência de raízes secundárias, danos cotiledonares em plântulas originadas de sementes com sintomas naturais e apodrecimento de sementes inoculadas, a doença também serviu de escape para o ataque de outros agentes fitopatogênicos às plântulas (COSTA *et al.*, 2020).

Quando se avaliou a resposta dos diferentes tipos de sementes de soja em relação aos diferentes tratamentos de sementes, observou-se que não houve interação significativa entre os fatores nas variáveis massa seca da parte radicular (MSPR) e massa seca da parte aérea (MSPA), no qual, foi realizado a pesagem da massa seca de todas as plântulas germinadas. As plântulas com raízes mais pesadas foram resultantes do tratamento testemunha, sendo que estas não diferiram significativamente do tratamento usando o *T. harzianum* SIMBI T5 (Green Control®). Nos demais tratamentos, os resultados foram estatisticamente inferiores aos da testemunha (TABELA 5).

Quanto aos resultados sobre a massa seca da parte aérea (MSPA), nenhum dos tratamentos foi superior à testemunha, sendo que esses não diferiram entre si.

Tabela 5 - Massa da matéria seca da parte radicular (MSPR) (mg) e massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) (mg) de plântulas de soja cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos. Cerro Largo – RS, 2023.

Tratamentos de Sementes	MSPR	MSPA
<i>T. harzianum</i> ESALQ-1306	201,7 b	446,7 b
<i>T. harzianum</i> SIMBI T5	298,3 a	494,3 b
Fitorregulador	174,2 b	464,2 b
Fungicida	140,0 b	377,5 b
Testemunha	303,3 a	657,5 a
CV (%)	29,57	21,26

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

*Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

CV(%): Coeficiente de Variação.

No fator tipos de sementes, as que apresentavam a incidência natural de manchas no tegumento e as sem manchas no tegumento, se mostraram superiores tanto na MSPR quanto MSPA em relação àquelas que foram inoculadas, proporcionando reduções que chegaram a 150% na MSPR e 90% na MSPA (TABELA 6). Em experimentos realizados por Malescki (2018) utilizando o tratamento de sementes de soja com fungicidas em sementes do mesmo tipo que no presente experimento e avaliando variáveis de produtividade, a autora observou melhores resultados quando utilizou sementes sem sintomas do patógeno.

Tabela 6 - Massa da matéria seca da parte radicular (MSPR) (mg) e massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) (mg) de plântulas de soja cujas sementes possuíam incidência natural de manchas no tegumento, sementes de soja sem sintomas no tegumento e sementes de soja inoculadas artificialmente com o patógeno. Cerro Largo – RS, 2023.

Tipos de sementes	MSPR	MSPA
Incidência Natural	301,5 a*	608,5 a
Sem Sintoma	254,0 a	536,5 a
Inoculada	115,0 b	319,0 b
CV(%)=	29,57	21,26

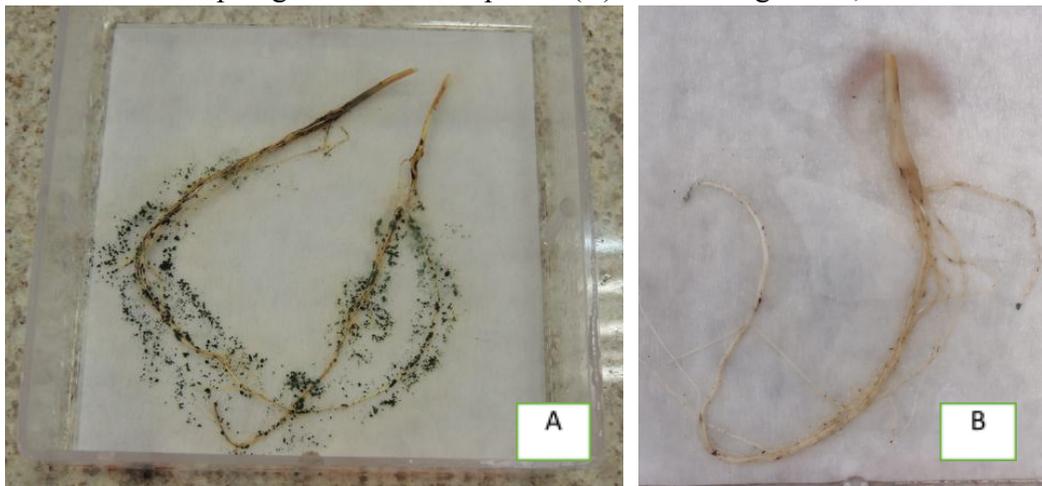
Fonte: Elaborado pela autora (2023).

*Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

CV(%): Coeficiente de Variação.

Na avaliação realizada nas plantas, referentes a colonização das raízes por *Trichoderma* e infecção latente por *C. kikuchii*, observou-se a colonização de raízes nos tratamentos a base de biocontrolador (FIGURA 1A). Da mesma forma, em todos os tratamentos se observou a incidência do patógeno no colo da planta (FIGURA 1B). Sendo assim, é provável que o patógeno estivesse latente nas sementes, mesmo naquelas onde não eram observados sintomas. Nos estudos da infecção latente de *C. kikuchii* realizados por Klingelfuss; Yorinori (2001), com avaliação de folhas e hastes de soja dos estádios R5.2, R5.4 e R7.2, os autores não observaram sintomas das doenças a campo, mas observaram a ocorrência nas avaliações em laboratório na forma de infecção latente.

Figura 1 - Colonização de raízes de soja com o tratamento à base de *Trichoderma harzianum* (A) e incidência do patógeno no colo da planta (B). Cerro Largo - RS, 2023:



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

No que se refere a massa da matéria seca da parte radicular das plantas, o tratamento de sementes utilizando Trichodermil®, a base de *T. harzianum* cepa ESALQ-1306, e aquele utilizando o fungicida Vitavax® Thiram foram os mais eficientes, diferindo significativamente

da testemunha e estatisticamente iguais ao uso de Trichodermil® (*T. harzianum* ESALQ-1306) e de Stimulate® (fitorregulador) (TABELA 7). Em relação a matéria seca da parte aérea, não houve diferença significativa entre os tratamentos de sementes.

Tabela 7: Massa da matéria seca da parte radicular (MSPR) (mg) e massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) (mg) de plantas de soja cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos. Cerro Largo – RS, 2023.

Tratamentos de Sementes	MSPR	MSPA
<i>T. harzianum</i> ESALQ-1306	16,2 a*	53,1 ^{ns**}
<i>T. harzianum</i> SIMBI T5	13,6 ab	54,2
Fitorregulador	11,7 ab	48,1
Fungicida	13,9 a	49,9
Testemunha	08,2 b	54,9
CV(%)	43,66	33,15

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

*Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$);

**n.s.: não significativo; CV(%): Coeficiente de Variação.

Em relação a massa seca radicular e da parte aérea, não foram observadas diferenças significativas entre os tipos de sementes (TABELA 8). Mesmo a inoculação de sementes sendo um método bastante agressivo, nas plantas já não são mais observados efeitos negativos do patógeno.

Tabela 8: Massa da matéria seca da parte radicular (MSPR) (mg) e massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) (mg) de plantas de soja cujas sementes possuíam incidência natural de manchas no tegumento, sementes de soja sem sintomas no tegumento e sementes de soja inoculadas artificialmente com o patógeno. Cerro Largo – RS, 2023.

Tipos de sementes	MSPR	MSPA
Incidência Natural	13,6 ^{ns*}	55,7 ^{ns}
Sem Sintoma	13,6	53,6
Inoculada	11,0	46,8
CV(%)	43,66	33,15

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

*ns: Não significativo, médias não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

CV (%) = Coeficiente de Variação

Destaca-se aqui que em ambos os experimentos, as sementes com a presença do patógeno, não tiveram seu desenvolvimento muito afetado, pois foi avaliado apenas o desenvolvimento inicial das plantas. No entanto, sabe-se que a doença causada é reconhecida como uma doença de final de ciclo (DFCs), portanto, as maiores perdas são de produtividade, que induz a grande importância da cultura (EMBRAPA, 1999). Assim, torna-se imprescindível a realização de experimentos que avaliam a ação de *C. kikuchii* de sementes

sem sintomas e com sintomas naturais tanto sobre a germinação e desenvolvimento inicial da soja quanto o ataque do patógeno no final do ciclo da cultura.

O tratamento de sementes desde as fases iniciais busca reduzir ou erradicar as fontes de inóculos de patógenos que deterioram as sementes e impactam no desenvolvimento de plântulas e plantas. Sendo importante a sua aplicação para diminuir os níveis de infestação/infecção de patógenos tanto os presentes nas sementes quanto fungos de solo, servindo como uma proteção das plantas para promover a uniformidade de germinação e emergência a campo (FRANÇA NETO, 2009). O manejo inicial com aplicação do tratamento de sementes impacta em resultados de produtividade, tornando o sistema mais eficiente em relação ao retorno econômico aos produtores.

5 CONCLUSÃO

As sementes com sintomas naturais de *Cercospora kikuchii* não tiveram seu desenvolvimento afetado pela doença tanto no teste de germinação quanto no teste em ambiente controlado com luz UV, apresentando melhores resultados que sementes sem sintomas de mancha púrpura no tegumento. Sementes com o patógeno inoculado artificialmente foram as mais prejudicadas em todas as variáveis analisadas.

Em relação aos tratamentos de sementes, produtos à base de duas cepas diferentes de *Trichoderma harzianum* e o fitorregulador não proporcionaram aumento significativo do comprimento e massa seca da parte radicular e aérea das plântulas e plantas de soja.

Foi possível observar colonização das raízes pelo *Trichoderma harzianum*, porém, isso não resultou em efeito positivo sobre a infecção latente da doença, pois em ambiente ótimo, ocorreu desenvolvimento e aparecimento dos sinais do patógeno em todos os tratamentos.

REFERÊNCIAS

- ABREU, L. M. de; PFENNING, L. H. O gênero *Trichoderma*. In: NASCENTE, A. S. *et al.* **Trichoderma uso na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, cap. 3, p. 163 – 179, 2019.
- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 3. ed. New York: Academic Press, 803 p. 1988.
- ALBUQUERQUE, T. C. S. de. *et al.* Reguladores de crescimento vegetal na concentração de macronutrientes em videira Itália. **Áreas básicas**. *Bragantia – Campinas*, v. 67, n. 3, p. 553 – 561. 2008.
- ALMEIDA, A. M. R. *et al.* Doenças da soja (*Glycine max* L.). In: HENNING, A. A. *et al.* **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. São Paulo - SP. Agronômica Ceres Ltda. 3. ed. v. 2, p. 596 – 617, 1997.
- AMORIM, L. *et al.* **Manual de fitopatologia**. Princípios e conceitos. 5. Ed. Minas Gerais. Agronômica Ceres Ltda. 2018. 573 p.
- ARANTES, M. R. **Mecanismos de defesa da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] em diferentes fases de desenvolvimento contra o fungo *Cercospora kikuchii* e caracterização da toxicidade in vitro da SBTX como fungicida**. 2020. Tese/Dissertação (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2020.
- ARAÚJO JÚNIOR. **Controle químico de manchas foliares em diferentes cultivares de soja**. 2021. Dissertação (Mestrado - Produção Vegetal) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia (ICIAG/UFU). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Uberlândia. 2021.
- AZEVEDO, L. A. S. de. **Proteção integrada de plantas com fungicidas: Teoria, prática e manejo**. São Paulo - SP, v. 2, cap. 13, p. 175 – 185, 2001.
- BEDENDO, I. P. Manchas Foliares. In: BERGAMIN FILHO, A. *et al.* **Manual de Fitopatologia: Volume I. Princípios e Conceitos**. 5. ed. v. 1. Agronômica Ceres Ltda. Ouro Fino – MG, cap. 26, p. 339 – 344, 2019.
- BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M. da; MESQUITA, M. A. M. Controle biológico de fungos e uso de bioestimulante no feijoeiro cultivado em sucessão de diferentes culturas. In: **Congresso Nacional De Pesquisa De Feijão**. Ciência e tecnologia na cadeia produtiva do feijão. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008.
- BERNARDO, A. P. G.; KROHN, N. G.; GOMES, S. de M. S. Germinação e vigor de sementes de soja com níveis de mancha púrpura. **Revista Agronomia Brasileira**. Jaboticabal – SP, doi: 10.29372/rab202122. v. 5, 2021.
- BETTIOL, W. Componentes do controle biológico de doenças de plantas. In: KRETZCHMAR *et al.* **Controle biológico de doenças de plantas**. São Paulo: Jaguariúna, cap. 1, p. 1 – 5, 1991

BETTIOL, W. *et al.* Produtos comerciais à base de *Trichoderma*. In: NASCENTE, A. S. *et al.* **Trichoderma uso na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, cap. 2, p. 45 - 160, 2019.

BETTIOL, W. GHINI, R. Controle Biológico. In: **Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos**. São Paulo, SP, 3. ed. v.1, cap. 36, p. 717 – 727, 1995.

BETTIOL, W. GHINI, R. Controle físico de doenças e de plantas invasoras. In: CAMPANHOLA C.; BETTIOL, W. **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna: Embrapa meio ambiente, 2003.

BONATO, E. R.; BONATO, A. L. V. **A soja no Brasil: História e estatística**. Londrina, PR. Embrapa – CNPSo, 1987.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. 395p.

BUZZELLO, G. L. *et al.* Desenvolvimento e rendimento de soja em função da aplicação de ácido indol-butírico, ácido giberélico e cinetina. **Revista Agrarian**. Dourados. v. 10, n. 37, p. 225 – 233. 2017.

CARVALHO, N. S. *et al.* Revisão: A importância da soja para o agronegócio brasileiro. In: SILVA-MATOS, R. R. S. da; SILVA, A. L. V. e; VIEIRA NETO, G. F. (Org.). **Fitotecnia, sistemas agrícolas ambientais e solo**. Atena Editora. Cap. 6, p. 52 - 60. 2023.

CASTRO, P. R. C.; PACHECO, A. C.; MEDINA, C. L. Efeitos de Stimulate e de micro-citros no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da laranjeira 'Pêra' (*Citrus sinensis* L. osbeck). **Sciencia Agrícola**, Piracicaba - SP, vol.55, n. 2, p. 338-341, 1998.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 132 p. 2001.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Safra 2022/23**. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília - DF, Décimo Segundo Levantamento, v. 10, n. 12, 111 p. 2023.

COOK, R.J.; BAKER, K.F. **The nature and practice of biological control of plant pathogens**. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1983. 539p.

COSTA, L. O. *et al.* Influência da mancha púrpura nas sementes de soja nas cultivares M6972 IPRO e M7198 IPRO. **TCC - Agronomia**, 2020.

DALL'AGNOL, A. A soja no brasil: evolução, causas, impactos e perspectivas. In: **Quinto Congresso de soja del Mercosul. Mercosoja**. 2011.

DAUB, M. E.; CHUNG, K. R. Cercosporin: a photoactivated toxin in plant disease. **American Phytopathological Society netFeatures**, 10.1094/APSnetFeature/2007-0207, 2007.

DAUB, M. E. *et al.* Photoactivated perylenequinone toxins in fungal pathogenesis of plants. **FEMS Microbiology Letters**, v. 252, n. 2, p. 197-206, 2005.

DORNELES *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de soja com mancha púrpura. **Agropecuária Científica no Semiárido**. Patos – PB. v. 17. n. 1. p. 23 – 28. 2021.

DUCLÓS, N. **A marcha do grão de ouro: soja, a cultura que mudou o Brasil**. Florianópolis: Expressão, 2014.

EMBRAPA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná 1999/2000**. Embrapa Soja, Londrina, 236 p. 1999. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n. 131).

ESPINDULA, M. C. *et al.* Efeito de reguladores de crescimento na alongação do colmo de trigo. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 32, n. 1, p. 109 – 116, 2010.

FELICETI, M. L. *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de soja infectadas por mancha púrpura. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp**, revista da 15º Jornada de Pós-graduação e Pesquisa, p. 1422-1430, 2018.

FORCELINI, C. A. Doenças em soja: entendendo as diferenças entre biotróficos e necrotróficos. **Revista Plantio Direto**. n. 7, p. 7 – 10, 2010.

FRANÇA NETO, J. B. **Evolução do conceito de qualidade de sementes**. Informativo ABRATES, v. 19, n. 2, p. 76-80, 2009.

FREITAS, M.C.M. A cultura da soja no Brasil: O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, v.7. n.12; 2011.

FUMIKO, M. **Principais doenças da cultura da soja e manejo integrado**. 1º encontro técnico sobre as culturas da soja e do milho no Nordeste Paulista. Nucleus, edição especial, 2013.

FURTADO, G. Q. **Ferrugem asiática da soja: métodos de preservação dos urediniósporos e fatores relacionados à infecção do hospedeiro**. 2007. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba – SP, 2007.

GALLI, J. A. *et al.* Efeito de *Colletotrichum dematium* var. *truncata* e *Cercospora kikuchii* na germinação de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p. 182-187, 2005.

GARCIA, A. **A resistência dos fungos como consequência da utilização de fungicidas sistêmicos: mecanismos de resistência, monitoramento e estratégias anti-resistência**. Porto Velho, RO. Embrapa Rondônia. 1999b.

GARCIA, A. **Fungicidas I: utilização no controle químico de doenças e sua ação contra os fitopatógenos**. Porto Velho, 32 p. 1999a. (Documentos /Embrapa – CPAF Rondônia; ISSN 0103-9865, n. 46).

GAZZONI, D. L.; DALL'AGNOL, A. **A saga da soja**: De 1050 a.C. a 2050 d.C. Brasília, DF. 1. ed. Embrapa, 2018.

GHINI, R. *et al.* Efeito da solarização sobre propriedades físicas, químicas e biológicas de solos. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 27, p. 71 – 79, 2003.

GHINI, R.; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas**. Embrapa Meio Ambiente, 2. ed. Jaguariúna – SP. 2002.

GODOY, C. V. *et al.* Doenças da Soja. In: ALBUQUERQUE, P. S. B. *et al.* **Manual de Fitopatologia**: Doenças das Plantas Cultivadas. Ouro Fino, MG. Agronômica Ceres Ltda, 2016. 5. ed. v. 2, cap. 67, p. 657 – 675.

GODOY, C.V.; SEIXAS, C.D.S; MEYER, M.C.; SOARES, R.M. **Ferrugem-asiática da soja: bases para o manejo da doença e estratégias antirresistência**. Embrapa Soja, 39 p., 2020. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n. 428).

GOMES, I. de S. **Produção de soja para uso na alimentação animal**: Estudo de caso na fazenda São Roberto – PA. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília – DF, 2021.

GOULART, A. C. P. **Deteção e controle químico de *Colletotrichum* em sementes de soja e algodão**. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados - MS, 33 p. 2009 (Documentos / Embrapa Agropecuária Oeste, ISSN 1679-043X; n. 100).

GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja**: deteção, importância e controle. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados - MS, 72 p. 2004.

GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja**: deteção e importância. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1997. 58p. (Documentos / EMBRAPA-CPAO, ISSN 0104-5172; n. 11).

GOULART, A. C. P. **Tratamento de sementes de soja com fungicidas**: Recomendações técnicas. Dourados: Embrapa – CPAO. Circular Técnica nº 8, 1998.

GRAVEL, V.; ANTOUN, H.; TWEDDELL, R.J. Growth stimulation and fruit yield improvement of greenhouse tomato plants by inoculation with *Pseudomonas putida* or *Trichoderma atroviride*: Possible role of índole acetic acid (IAA). **Soil Biology & Biochemistry**, Amsterdam, v. 39, n. 8, p. 1968-1977, 2007.

HAWERROTH, F. J. *et al.* Reguladores de Crescimento, importância, perspectivas e utilização. **Seminário Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado**, v. 12, 2016.

HENNING, A. A. *et al.* **Manual de identificação de doenças de soja**. 5 ed. Embrapa Soja, Londrina - PR, 76 p. 2014 (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X, n. 256).

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J.J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Embrapa soja, Londrina, 36 p. 2014 (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n. 349).

ITO, M. F.; TANAKA, M. A. S. **Soja**: principais doenças causadas por fungos, bactérias e nematóides. Campinas. Fundação Cargill. (Série Técnica, 186). 1993.

KIMATI, H. Controle Químico. *In*: BERGAMIN FILHO, A. B.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia**: Princípios e Conceitos. São Paulo – SP, 3. ed. v. 1, cap. 38, p. 761 – 785. 1995.

KIMATI, H. *et al.* **Manual de Fitopatologia**: doenças de plantas cultivadas. São Paulo - SP. Agronômica Ceres Ltda. v. 2, p. 275. 1997.

KLAHOLD, C. A. **Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) a ação de bioestimulantes**. 2005. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2005.

KLINGELFUSS, L. H.; YORINORI, J. T. Infecção latente de *Colletotrichum truncatum* e *Cercospora kikuchii* e efeito de fungicidas sobre doenças de final de ciclo da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 26, n.º. 1, p. 356-361, 2001.

KUDO, Â. S.; BLUM, L. E. B.; LIMA, M. A. Aerobiologia de *Cercospora kikuchii*. Santa Maria, **Ciência Rural**, v. 41, n. 10, p. 1682-1688, 2011.

LANA, A. M. Q. *et al.* Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 1, p. 13-20, 2009.

LOBO JUNIOR, M. L. *et al.* Uso de *Trichoderma* na cultura do feijão-comum. *In*: NASCENTE, A. S. *et al.* **Trichoderma**: Usos na agricultura. Brasília, DF: Embrapa, 2019, cap. 17, p. 393 - 406.

LOPES, R. B. A indústria no Controle Biológico: Produção e Comercialização de Microrganismos no Brasil. *In*: BETTIOL, W. *et al.* **Biocontrole de Doenças de Plantas**: Uso e Perspectivas. Jaguariúna, SP. 1. ed. cap. 2, p. 15 – 28, 2009.

MACHADO, D. F. M. *et al.* *Trichoderma* no Brasil: O fungo e o bioagente. **Revista Ciências Agrárias**. v. 35. n. 1, p. 274 - 288, 2012.

MACAHDO, J. da C. *et al.* Uso da restrição hídrica na inoculação de fungos em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n.º. 1, p. 62 – 67, 2004.

MACHADO, R, G. *et al.* Promoção de crescimento de *Lotus corniculatus* L. e *Avena strigosa* Schreb pela inoculação conjunta de *Trichoderma harzianum* e rizóbio. **Ciência e Natura**. Santa Maria - RS, v. 33, n. 2, p. 111 - 126, 2011.

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

MALESCKI, J. **Tratamento de sementes de soja com fungicida no controle do fungo *Cercospora kikuchii***. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2018.

- MAPA. *Cercospora kikuchii*. Agrofit. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. 2023.
- MARTINS, M. C. *et al.* Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**. p. 179 – 184. 2004.
- MEDEIROS, F. H. V. de, *et al.* *Trichoderma*: interações e estratégias. *In*: NASCENTE, A. S. *et al.* **Trichoderma uso na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, cap. 6, p. 219 – 234. 2019.
- MELO, I. S. de. Potencialidades de utilização de *Trichoderma spp.* no controle biológico de doenças de plantas. *In*: KRETZCHMAR *et al.* **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna, SP, cap. 9, p. 135 – 156, 1991
- MELO, N. F. de. Introdução aos hormônios e reguladores de crescimento vegetal. **I Seminário Coda de Nutrição Vegetal**. Embrapa Semi-Árido. Petrolina – PE, p. 37 – 54. 2002.
- MICHEREFF, S. J. **Fundamentos de Fitopatologia**. 2001. Área de Fitossanidade – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2001.
- MONTE, E. *et al.* *Trichoderma* e seus mecanismos de ação para o controle de doenças de plantas. *In*: NASCENTE, A. S. *et al.* **Trichoderma: Usos na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, cap. 4, p. 181 - 199. 2019.
- MORANDI, M. A. B. *et al.* Controle biológico de fungos fitopatogênicos. *In*: INFORME AGROPECUÁRIO. **Controle biológico de pragas, doenças e plantas invasoras**. Belo Horizonte, v. 30, n^o, 251, p. 73 – 82. 2009.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. *In*: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, p.2-21, 1999.
- OLIVEIRA, G. M. de. *et al.* **Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2021/2022 para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja**. Embrapa. Londrina – PR, Circular Técnica 188. 2022.
- PAULA, P. V. A. A. de. *et al.* Formas de penetração do Gênero *Cercospora*. **Nucleus**, v. 12, n. 2, p. 271 – 280, 2015.
- PEREIRA, C. E. *et al.* Sementes de soja infectadas por *Cercospora kikuchii*, sob déficit hídrico. Jaboticabal, **Científica**, v. 45, n. 3, p. 295-299, 2017.
- PES, L. Z.; ARENHARDT, M. H. **Fisiologia Vegetal**. Colégio Politécnico, Universidade federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria – RS, p. 81, 2015.
- POMMELA, A. W. V.; RIBEIRO, R. T. da S. Controle biológico com *Trichoderma* em grandes culturas – Uma visão empresarial. *In*: BETTIOL, W. *et al.* **Biocontrole de Doenças de Plantas: Uso e Perspectivas**. Jaguariúna, SP. 1. ed. 2009, cap. 15, p. 239 – 244.

- QUIRINO, Z. G. M. Crescimento e desenvolvimento vegetal. **Fisiologia Vegetal**. In: Organizador GUERRA, R. A. T. Editora Universitária UFPB. Cadernos CB Virtual 5. Universidade Federal da Paraíba - João Pessoa, p. 393 – 405, 2010.
- RAMADA, M. H. S. *et al.* *Trichoderma*: metabólitos secundários. In: NASCENTE, A. S. *et al.* **Trichoderma**: Usos na agricultura. Brasília, DF: Embrapa, cap. 5, p. 201 – 218. 2019.
- REIS, E. M.; BRESOLIN, A. C. R. Fungicidas: aspectos gerais. **Revista Plantio Direto**. Aldeia Norte Editora, Passo Fundo, RS. Edição 97, janeiro/fevereiro de 2007.
- REIS, E. M. *et al.* Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. **Summa Phytopathol.** Botucatu, v. 37, n. 3, Jul./Set. 2011.
- REIS, G. F. dos. *et al.* Viabilidade de armazenamento de sementes de soja inoculadas com *Sclerotinia sclerotiorum* em meio com restrição hídrica. **Summa Phytopathol.** Botucatu, v. 40, n. 2, p. 168 – 173, 2014.
- REIS, H. F. dos; GOULART, A. C. P.; FIALHO, W. F. B. Associação de *Cercospora kikuchii* com sementes de soja com “mancha púrpura”. **Informativo Abrates**, v. 10. n. 1/2/3, p. 7 – 11. 2000.
- RIBAS, P. P.; MATSUMURA, A. T. S. A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente. **Revista Liberato**, v. 10, n. 14, p. 149-158, 2009.
- RODRIGUES, M. A. T. **Classificação de fungicidas de acordo com o mecanismo de ação proposto pelo Frac**. 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, SP, 2006.
- SANDERS, R. L.; ABNEY, T. S. Soybean leaf blight and seed infection caused by isolates of *Cercospora kikuchii* of diverse origin. **(Abstr.) Phytopathology**, 75:966. 1985.
- SANTOS, A. C. *et al.* Fatores e técnicas de produção e sua influência na produtividade e qualidade da soja. **XI EEPA–XI Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial**, p. 1-10, 2017.
- SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Ed. Mecenas, p. 314, 2009.
- SEIXAS, C. D. S. *et al.* Bioinsumos para o manejo de doenças foliares na cultura da soja. In: MEYER, M. C. *et al.* Editores técnicos. **Bioinsumos na cultura da soja**. Embrapa, Brasília – DF. 550 p. 2022.
- SILVA, J. V. B. da. *et al.* Controle de patógenos em sementes de algodão com o uso de *Trichoderma harzianum*. **Nativa**. v. 10, n. 2, p. 204 – 210. 2022.
- SILVA, T. T. de A. *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciência e Agrotécologia**. Lavras, v. 32, n. 3, p. 840 – 846, 2008.

SOARES, R. M.; ARIAS, C. A. A. **Seleção de linhagens de soja da Embrapa para resistência a doenças: histórico de 2008 a 2014**. Embrapa soja, Londrina, 41 p. 2016. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n. 376).

STEFFEN, G. P. K. ; STEFFEN, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I. Contaminação do solo e da água pelo uso de agrotóxicos. **Tecnológica**, v. 15, n. 1, p. 15-21, 2011.

TOFOLI, J. G. *et al.* Controle da requeima e pinta preta da batata por fungicidas: conceitos, evoluções e uso integrado. **Biológicos**. Divulgação técnica. São Paulo, v. 75, n. 1, p. 41 – 52, Jan./Jun. 2013.

VENTUROSO, L. R. *et al.* Influência de diferentes classes de infestação por mancha púrpura sobre o vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 12, n. 1, p. 41-48, 2008.

VIEIRA, E. L. **Ação de bioestimulantes na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2001. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP, 2001.

VIEIRA, E. L. *et al.* **Manual de Fisiologia Vegetal**. Editora EDUFMA, São Luis – MA, p. 230, 2010.

VISCONTI, A. *et al.* Métodos alternativos para o controle de fitopatógenos de solo: solarização e termoterapia. **Agropecuária Catarinense**, v. 29, n. 1, p. 32 – 35, 2016.

YORINORI, J. T.; NUNES JUNIOR, J.; LAZZAROTTO, J. J. **Ferrugem “asiática” da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle**. Embrapa soja. Londrina, 36 p. 2004 (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516 -781X; n. 247).