

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes



Tese

***Colletotrichum truncatum* em sementes de soja:
redução pelo uso de fertilizantes, produtos
fitossanitários e inoculante bacteriano**

Vanessa Pinto Gonçalves

Pelotas, 2022

Vanessa Pinto Gonçalves

***Colletotrichum truncatum* em sementes de soja:
redução pelo uso de fertilizantes, produtos
fitossanitários e inoculante bacteriano**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências

Comitê de Orientação:

Orientador: Dr. Géri Eduardo Meneghello

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a. Cândida Jacobsem de Farias

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

G635c Gonçalves, Vanessa Pinto

Colletotrichum truncatum em sementes de soja :
redução pelo uso de fertilizantes, produtos fitossanitários e
inoculante bacteriano / Vanessa Pinto Gonçalves ; Géri
Eduardo Meneghello, orientador ; Cândida Renata Jacobsen
de Farias, coorientadora. — Pelotas, 2022.

72 f.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de
Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas,
2022.

1. *Glycine max* (L.) Merrill. 2. Produtos fitossanitários.
3. Fertilizantes. 4. Fungos. I. Meneghello, Géri Eduardo,
orient. II. Farias, Cândida Renata Jacobsen de, coorient. III.
Título.

CDD : 631.521

Pelotas, 2022

Banca Examinadora

Géri Eduardo Meneghello

Eng. Agr. Dr. Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPel (Orientador)
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas, UFPel

Daisy Leticia Ramirez Monzon

Prof.^a Dr.^a Facultad de Ingenieria Agronomica, UNE
Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

Andreia da Silva Almeida

Prof.^a Dr.^a Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPel
Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas, UFPel

Vanessa Nogueira Soares

Dr.^a Eng.^a Agr.^a Fundação Espírito-Santense de Tecnologia (FEST)
Doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal de Pelotas, UFPel

Bianca Obes Correa

Prof.^a Dr.^a Agronomia Anhanguera UNIDERP Campo Grande MS
Doutora em Fitossanidade pela Universidade Federal de Pelotas, UFPel

Dedico
A minha família,
Em especial ao meu marido Fábio
Por ser meu anjo da guarda, meu porto seguro.

Agradecimentos

Começo agradecendo à Universidade Federal de Pelotas, de maneira especial a minha segunda casa, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, a qual me deu oportunidade de fazer parte da sua história em mais de dez anos de convívio. Foi um imenso prazer poder estudar, pesquisar e trabalhar durante todos estes anos nesta instituição pública e renomada onde pude alcançar meus objetivos profissionais e pessoais.

Agradeço a todos os professores que fizeram parte da minha trajetória acadêmica, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, onde fui tão bem recebida, em especial por duas pessoas primeiramente, pela minha amiga Dra. Vanessa Nogueira Soares e pela professora Dra. Lilian Vanussa Madruga de Tunes pela oportunidade de ingressar neste programa de pós-graduação tão sonhado. Agradeço a todas as pessoas que fazem parte do mesmo, por todo convívio e auxílio.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos.

Gostaria muito de agradecer ao meu orientador Dr. Géri Eduardo Meneghello, pela pessoa que ele é, educado, cuidadoso, sempre disponível de portas abertas para ajudar e orientar, não somente seus orientados, mas sem distinção a qualquer aluno que queira sentar e conversar. Um orientador que sabe corrigir sem menosprezar, que sabe elogiar se merecido for, que confia e apoia o trabalho alheio de todos, sempre reconhecendo seus orientados como adultos e profissionais, de fato ele é um orientador muito especial.

Não poderia deixar ainda de agradecer a minha coorientadora, Professora Dra. Cândida Jacobsem de Farias, por todos estes anos de convívio orientação e amizade. Também a alguns professores em especial pela admiração que adquiri nestes anos de convívio. Dr. Francisco Villela, Dra. Gizele Gadotti, Dra. Andrea Martins, Dra. Andréia da Silva Almeida, Dra. Irene Leitzke por todas conversas e dicas na melhoria e excussão deste trabalho, além da amizade e do carinho pelos quais sempre fui tratada.

Agradeço aos muitos colegas que tive o privilégio de conhecer e desfrutar das muitas trocas de conhecimentos, não só de pesquisas e afins, mas também

de vida, cada um que passa pelo nosso caminho, deixa um pouco de si e leva um pouco da gente.

Um agradecimento especial àquelas pessoas que foram muito mais que simples colegas e que ganharam a minha amizade para o resto da vida, Carla Tunes pela amizade sincera e pelos mates, Jacqueline Barcellos pela amizade e companhia, Sheila Bigolin pela paciência na estatística, Fernanda Xavier pelas risadas, Michele Meneguzzo, Josiane Otalacoski, Josiane Figueiredo, Dieli Witte, Ilenice Hartwig, Iara Lemke, o meu respeito e a minha admiração. Sou uma pessoa agraciada pelas sinceras amizades que adquiri nestes anos de convívio.

Muito obrigada a todos que contribuíram de alguma forma para realização e conclusão deste trabalho, que foi realmente trabalhoso e que sozinha eu jamais conseguiria. Desde aqueles que botaram realmente a mão na massa comigo, até aqueles que simplesmente trocaram ideias e deram sugestões para que meu trabalho fosse concretizado.

Jamais deixaria de agradecer a toda minha família e amigos, mas principalmente aos meus pais Vilmar Vieira Gonçalves e Marinez Pinto Gonçalves, que são meus alicerces de vida, me impulsionaram a todo momento. As Palavras nunca serão suficientes para descrever tamanha gratidão que tenho por vocês.

Agradeço em especial aos meus filhos, Gustavo Gonçalves da Rosa, Paola Gonçalves Hipólito, sem eles eu jamais teria tido tanta garra para percorrer este caminho tão difícil, no qual sempre uni minha vida acadêmica a minha vida de mãe, obviamente não foi das tarefas mais fáceis, porém a mais cheia de alegria e amor.

Aos meus irmãos Priscila, Thiago e Rodrigo Pinto Gonçalves, que sempre torceram por mim, e acreditaram no meu potencial.

O meu obrigada cheio de gratidão ao meu marido Fábio Warnke Hipólito, quem viveu de perto cada passo dado durante esta caminhada, quem foi forte e sempre me orientou e me acolheu nós momentos em que precisei, e sempre colocou a mão na massa para me ajudar na montagem de experimentos e vibrou comigo em cada conquista, então dedico a ele esta conquista ao amor da minha vida.

Por fim, mas nunca menos importante, agradeço à Deus pela minha vida e pela minha saúde, graças à Ele posso estar aqui agradecendo tantas pessoas e tantas coisas boas que vivi e conquistei.

À tudo e à todos, o meu MUITO OBRIGADA!

Resumo

Gonçalves, Vanessa Pinto. **Tratamento de sementes, convencionais e alternativos, para controle de *Colletotrichum truncatum* em soja.** 2022. 72f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil.

A soja é cultivada em mais de 38,532 milhões de hectares, semeados quase que em sua totalidade com sementes tratadas. A expansão da cultura ocasionou um aumento das doenças, com isso, os danos causados pelo patógeno *Colletotrichum truncatum*, agente causal da antracnose da soja, o tratamento de sementes, com fertilizantes, produtos fitossanitários e inoculante bacteriano podem atuar no seu controle. Devido a isso, o objetivo do trabalho foi levantar informações quanto ao controle de *Colletotrichum truncatum*, agente causal da antracnose, a partir da aplicação de produtos fitossanitários, fertilizantes e inoculante bacteriano. Os trabalhos foram divididos em dois estudos, o primeiro sobre avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja, após a contaminação dos lotes com os três níveis 5%, 10% 30% infecção por *C. truncatum*, e o efeito dos tratamentos na qualidade fisiológica destas sementes. No segundo estudo, foram realizadas avaliações de componentes de rendimento e sanidade através do “Blotter teste” para avaliação da incidência do patógeno nas sementes, e sua transmissibilidade após os tratamentos, verificando se *C. truncatum* é transmitido da semente infectada para planta, e da planta para semente. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial, as variáveis analisadas foram primeira contagem de plântulas, plântulas anormais e plântulas normais, germinação em areia e massa seca. Após o crescimento das plantas em casa de vegetação, foram colhidas as vagens da parte superior e inferior da planta, e avaliado, nº de vagens, peso de vagens, nº de sementes, peso de sementes de cada parte colhida da planta, após realizou-se “Blotter test” destas sementes para avaliação da incidência de *C. truncatum*. Os resultados indicam que, menores porcentagens de plântulas na primeira contagem, foi o tratamento T6 - Fludioxonil + Metalaxil-M + Complexo nutricional; e o melhor tratamento T10 - Fertilizante mineral a base de Silício com uma diferença percentual de 53%, e comparando os índices de infecções, com e sem inoculante. Para variável germinação – plântulas normais, a maioria dos tratamentos obtiveram resultados satisfatórios, exceto T6 e T2, sendo os mesmos responsáveis por maiores nº de plântulas anormais. Os testes sanitários demonstraram que mesmo as sementes passando pelos tratamentos de sementes, se o nível de infecção é muito alto, os produtos não conseguem controlar totalmente a infecção causada por *C. truncatum* nos percentuais de 30%. Porém lotes com 10% de infecção é reduzido em torno de 3% a incidência do fungo, chegando 0% de incidência nos lotes com 5% de incidência do fungo. O tratamento T11 Complexo nutricional + Fertilizante mineral a base de Silício, possui um índice de controle do fungo satisfatório. E a taxa de transmissibilidade do fungo da semente-planta-semente é praticamente nula.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill, produtos fitossanitários, fertilizantes, fungos.

Abstract

Gonçalves, Vanessa Pinto. **Seed treatment, conventional and alternative, for the control of *Colletotrichum truncatum* in soybean.** 2022. 72f. Dissertation (Doctoral) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil

Soybeans are cultivated on more than 38.532 million hectares, sown almost entirely with treated seeds. The expansion of the crop caused an increase in diseases, with this, the damage caused by the pathogen *Colletotrichum truncatum*, causal agent of soybean anthracnose, seed treatment with fertilizers, phytosanitary products and bacterial inoculant can act in its control. Therefore, the objective of this work was to gather information about the control of *Colletotrichum truncatum*, the causal agent of anthracnose, from the application of phytosanitary products, fertilizers and bacterial inoculant. The works were divided into two studies, the first on the evaluation of the physiological and sanitary quality of soybean seeds, after the contamination of the lots with the three levels 5%, 10% 30% infection by *C. truncatum*, and the effect of treatments on physiological quality of these seeds. In the second study, evaluations of yield and health components were carried out through the "Blotter test" to evaluate the incidence of the pathogen in the seeds, and its transmissibility after the treatments, verifying if *C. truncatum* is transmitted from the infected seed to the plant, and from the plant to seed. After the treatments, physiological tests were carried out, using a completely randomized experimental design in a factorial scheme, taking into account the assumptions, analysis of variance was carried out, being significant, tests of averages were carried out, according to each objective, the variables analyzed were the first seedling count, abnormal seedlings and normal seedlings, dead seeds, dry mass, germination in sand, pod weight, number of pods, seed weight, number of seeds, in the lower and upper parts of the plant. The sanitary tests were evaluated through fungal incidences, relevant to the test. The results indicate that, lower percentages of seedlings in the first count, was the treatment T6 - Fludioxonil + Metalaxil-M + Nutritional complex; and the best treatment T10 - Mineral fertilizer based on Silicon with a percentage difference of 53%, and comparing the infection rates, with and without inoculant. For the germination variable – normal seedlings, most treatments obtained satisfactory results, except T6 and T2, which were responsible for the highest number of abnormal seedlings. Sanitary tests have shown that even the seeds passing through the seed treatments, if the level of infection is too high, the products cannot fully control the infection caused by *C. truncatum* in the percentages of 30%. However, in lots with 10% of infection, the incidence of the fungus is reduced by around 3%, reaching 0% of incidence in lots with 5% of incidence of the fungus. Treatment T11 Nutritional Complex + Silicon-based mineral fertilizer, has a satisfactory rate of fungus control. And the transmission rate of the fungus from seed-plant-seed is practically nil.

Key-words: *Glycine max* (L.) Merrill, phytosanitary products, fertilizers and fungus.

Lista de Figuras

- Figura 1:** Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T1 = Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil.....54
- Figura 2:** Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T2 = Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil + Complexo nutricional.....54
- Figura 3:** Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T3 - Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil + Complexo nutricional + Fertilizante mineral a base de Silício.....55
- Figura 4:** Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T4 - Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil + Fertilizante mineral a base de Silício.....55
- Figura 5:** Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T5 - Fludioxonil + Metalaxil-M.....56
- Figura 6:** Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T6 - Fludioxonil + Metalaxil-M Complexo nutricional.....56
- Figura 7:** Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T7-Fludioxonil + Metalaxil-M + Complexo nutricional + Fertilizante mineral a base de Silício.....57
- Figura 8:** Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T8 - Fludioxonil + Metalaxil-M + Fertilizante mineral a base de Silício.....57

Figura 9: Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T9 Complexo Nutricional.....58

Figura 10: Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T10 - Fertilizante mineral a base de Silício.....58

Figura 11: Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T11 - Complexo nutricional + Fertilizante mineral a base de Silício.....59

Figura 12: Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T12 – Água + patógeno inoculado.....59

Figura 13: Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T13 – Água sem patógeno inoculado.....60

Lista de Tabelas

- Tabela 1.** Produtos Fitossanitários, Fertilizantes, e inoculantes bacteriano usados no tratamento de sementes de soja.....35
- Tabela 2.** Número de vagens com 0 (zero), 1, 2, 3 e 4 sementes, colhidas da parte inferior (INF) e superior (SUP) de plantas provenientes de sementes contaminadas por *Colletotrichum truncatum* e submetidas aos tratamentos. FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2021.....37
- Tabela 3.** Componentes de rendimento, peso de vagens, nº de vagens, peso de sementes e nº de sementes de plantas provenientes de sementes infectas por *Colletotrichum truncatum* e colhidas na parte inferior (INF) e na parte superior (SUP) da planta. FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2021.....39
- Tabela 4.** Primeira contagem de Germinação (PCG) provenientes de lotes de sementes de soja cultivar TMG 7262, com três níveis (5%, 10% e 30%) de infecção por *Colletotrichum truncatum*, SI (Sem Inoculante bacteriano), e com CI (Com Inoculante bacteriano). FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2021.....44
- Tabela 5.** Germinação de plântulas (G) provenientes de lotes de sementes de soja cultivar TMG 7262, com três níveis (5%, 10% e 30%) de infecção por *Colletotrichum truncatum*, SI (Sem Inoculante bacteriano), e com CI (Com Inoculante bacteriano). FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2021..... 45
- Tabela 6.** Plântulas anormais (PA), provenientes de lotes de sementes de soja cultivar TMG 7262, com três níveis (5%, 10% e 30%) de infecção por *Colletotrichum truncatum*, SI (Sem Inoculante bacteriano), e com CI (Com Inoculante bacteriano). FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2021.....45
- Tabela 7.** Massa seca (MS), provenientes de lotes de sementes de soja cultivar TMG 7262, com três níveis (5%, 10% e 30%) de infecção por *Colletotrichum truncatum*, SI (Sem Inoculante bacteriano), e com CI (Com Inoculante bacteriano). FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2021.....46
- Tabela 8.** Germinação de plântulas em areia (GA) provenientes de lotes de sementes de soja cultivar TMG 7262, com três níveis (5%, 10% e 30%) de infecção por *Colletotrichum truncatum*, SI (Sem Inoculante bacteriano), e com CI (Com Inoculante bacteriano). FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2021.....46
- Tabela 9.** Percentual de sementes que apresentaram incidência de *Colletotrichum truncatum* no teste de patologia de sementes em lotes submetidos a infecção artificial nas porcentagens de 5%, 10% e 30%, e tratados com fertilizantes, produtos fitossanitários, inoculante bacteriano. FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2021.....54

Sumário

Introdução Geral.....	14
Objetivos.....	16
Objetivo Geral.....	16
Objetivo Específicos	17
Referencial Teórico.....	19
Soja: Histórico, Expansão E Importância Econômica.....	18
Doenças Na Cultura Da Soja.....	20
Sementes De Soja: Abordagem Fitossanitária	22
Teste de Sanidade de Sementes.....	23
Antracnose da Soja.....	24
Tratamento De Sementes Na Cultura Da Soja.....	26
Material e métodos.....	30
Obtenção do fitopatógeno e preparo do inóculo.....	30
Cultivar utilizada.....	32
Teste de Germinação	33
Sanidade de Sementes.....	33
Resultados e discussão.....	36
Conclusões.....	600
Considerações finais.....	61
Referências.....	62

Introdução Geral

O agronegócio brasileiro vem se destacando cada vez mais no cenário econômico mundial, sendo um dos maiores impulsionadores da economia gerando dividendos em torno de R\$ 1,98 trilhão ou 27% do PIB brasileiro. Dentre os segmentos, a maior parcela é do ramo agrícola, que corresponde a 70% desse valor (R\$ 1,38 trilhão). Sendo a cultura da soja a mais importante entre os grãos, responsável a cada R\$1,00 de cada R\$3,55. Fortalecendo além da economia a influência do país no mercado mundial de commodities agrícolas (LUZ & FOCHEZATTO, 2022; CNA, 2022).

Com o advento do melhoramento genético, o qual permitiu o cultivo da soja nas mais diversas condições edafoclimáticas do país, a cultura foi se adaptando e conseqüentemente aumentando a produtividade, através estudos e pesquisas para potencializar sua qualidade, a introdução de novas tecnologias, técnicas de manejo, produtos fitossanitários adequados para as mais variáveis situações, permitiu ao produtor um maior alcance em ganhos de produtividade e qualidade de sua produção (EMBRAPA 2021; MARCOS-FILHO, 2015; SEEDNEWS, 2022).

Porém, é uma cultura atacada por diversos microrganismos, os quais diminuem drasticamente seu potencial produtivo, se não utilizadas medidas de controle adequadas. As doenças causadas por fungos são as que possuem maior ocorrência em no país, a maioria destes fungos podem ser transmitidos via sementes, estabelecendo uma fonte de disseminação de inóculo muito eficaz, em áreas isentas. Um dos manejos mais eficientes para evitar ou reduzir a disseminação de doenças transmitidas por sementes é a realização do tratamento de sementes para uma semeadura segura sanitariamente (GABARDOS, 2020; BALESTRIN, 2020; YORINORI, 1997).

Atualmente tecnologia de produção de sementes de soja tem acompanhado a expansão territorial da cultura. No entanto, Brasil um país tropical com condições climáticas de umidade e temperatura favoráveis, propiciam em todos os cantos do país o desenvolvimento de fitopatógenos que encontram na semente, um substrato ideal para se manterem dormentes e viáveis com suas estruturas de resistência, o que lhes confere sobrevivência e disseminação. Sendo assim, a semente é o principal veículo de dispersão para

fitopatógenos (BALESTRIN 2020, LES et al., 2020; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS-FILHO, 2015)

Presentemente, cerca de 50 fitopatógenos acometem a cultura da soja, onde apenas dois não são transmitidos via sementes. Contudo, um dos fatores de maior importância, ligado à produtividade de soja, no que tange a limitação são as doenças fúngicas, que colocam em risco 80% da produção, deste percentual 25% são causados pela antracnose (HENNING, 2004; GOULART, 2018; MAIS SOJA, 2021).

Visto esta limitação, o tratamento das sementes é utilizado principalmente com o objetivo de permitir a germinação das sementes infectadas controlando os patógenos transmitidos pelas sementes e protegendo-as dos fungos do solo, Além de oferecer proteção às sementes, o tratamento proporciona garantia adicional para o estabelecimento da cultura a custos reduzidos, menos de 0,5% do custo da instalação de uma lavoura (HENNING, et al., 1994; HENNING, et al., 2005; HENNING, et al., 2020).

Estudos têm sido realizados com o objetivo de avaliar a eficiência do tratamento de sementes com a utilização de fungicidas combinados com produtos à base de macro e micronutrientes, aminoácidos, atualmente chamados de complexos nutricionais, os quais conferem as sementes um melhor arranque inicial e estabelecimento uniforme das plântulas no campo, auxiliando também no controle de fungos transmitidos por sementes, sendo relatadas reduções significativas destes patógenos em sementes, através das combinações destes produtos, influenciando no aumento da produtividade (GOULART, 2010; BORIN, 2019; AMARO, 2020).

Dentre os patógenos de destaque na cultura da soja, está o fungo *Colletotrichum truncatum*, um dos mais importantes transmitidos via semente de soja. A doença causada pelo *C. truncatum* denominada antracnose, constitui uma das principais doenças, podendo causar danos em todas as fases da cultura, apesar de ser considerada uma doença de final de ciclo, ela afeta a fase inicial da plântula e a formação de vagens (ALMEIDA et al., 1997; YORINORI, 1997; PIETAS, 2021).

A doença é beneficiada em condições de alta umidade e temperatura, juntamente com elevadas precipitações, a antracnose é altamente induzida a

causar apodrecimento e queda das vagens, reduzindo de forma considerável o rendimento (SINCLAIR e HARTMAN, 2008; GRIGOLLI, 2015).

Quando o produtor utiliza sementes infectadas para a semeadura da soja, estas sementes irão originar plântulas infectadas que podem morrer durante a germinação ou germinar com necrose nos cotilédones, o que irá se estender para o hipocótilo e radícula, provocando tombamento da plântula em sua fase inicial de estabelecimento reduzindo assim o estande de plantas (BEGUM et al., 2008).

Para o desenvolvimento de medidas de controle em sementes com diferentes incidências de fungos fitopatogênicos, realizam-se estudos envolvendo a inoculação artificial do fungo foco do estudo, sendo imprescindível que haja este patógeno nas sementes para realização de diversos testes de controle de doenças (OLIVEIRA et al., 2021).

Através de inoculações artificiais das sementes de soja com *C. truncatum* podem ser abordados diversos objetivos, como a localização do patógeno nas sementes, danos internos e externos, tempo de viabilidade do fungo, eficiência de produtos, determinações de seu efeito na qualidade fisiológica e sanitária das sementes, e na preparação de amostras com quantidades e efeitos conhecidos do patógeno para estudo de controle através do tratamento de semente (GALLI et al., 2005).

Neste contexto, o presente trabalho busca estudar o efeito de tratamentos fitossanitários, fertilizantes e inoculante bacteriano, combinados ou não, sob a qualidade fisiológica e sanitária de sementes inoculadas artificialmente com o fungo *Colletotrichum truncatum* em diferentes níveis de infecção.

Objetivos

Geral

Obter informações quanto ao tratamento de sementes de soja, visando o controle de *C. truncatum*, agente causal da antracnose, a partir da aplicação de

produtos fitossanitários, fertilizantes e inoculante bacteriano, individualmente ou em combinações.

Específicos

Avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja, após a inoculação artificial com *C. truncatum*, em três níveis de infecção 5%, 10% 30%, e a eficiência dos tratamentos com produtos fitossanitários, fertilizantes e inoculante bacteriano.

Verificar a eficácia dos tratamentos sobre a transmissibilidade de *C. truncatum* de sementes infectadas para planta, e da planta para semente, em testes realizados em casa de vegetação.

Constatar a porcentagem de controle do patógeno em testes sanitários, com os diferentes níveis de infecção estabelecidos.

Soja: Histórico, Expansão E Importância Econômica

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a commodity de maior importância mundial. É uma das culturas mais importantes em termos de produção mundial e comercialização internacional, sendo considerada o principal produto da agricultura brasileira, atingindo altos patamares de produção na safra 2020/21 chegando a 135, 912 milhões de toneladas, provenientes da semeadura de 38,532 milhões de hectares, correspondendo a um incremento de 8,9% em comparação a safra passada (CONAB, 2021).

Mesmo com todas as intempéries climáticas ocorridas durante a safra, principalmente durante a colheita o Brasil chegou no pódio do ranking, transformou-se no maior produtor de soja do mundo, atingindo safra record e com ótimas previsões para próxima safra de 2022.

O Rio Grande do Sul destacou-se nesta safra 2020/2021, passando a ser o segundo maior produtor de soja do Brasil, superando o estado do Paraná, onde o clima afetou duramente as lavouras do estado, segundo análise regional realizada pela CONAB no mês de setembro. Mesmo tornando-se o terceiro maior produtor do Brasil, produziu 19,872 milhões de toneladas, ficando atrás do RS com produção de 20,164 milhões de toneladas e do Mato Grosso liderando o ranking com 35,947 milhões de toneladas (CONAB, 2021).

A origem da cultura da soja, possui relatos que datam de 2838 A.C., sendo um dos produtos mais antigos que a humanidade conhece, atribuindo-se o continente asiático como sua origem, mais precisamente na China na região do rio Yangtzé, onde o grão foi descrito pelo imperador chinês Shen-nung, considerado o “pai” da agricultura chinesa, onde mencionou em seu livro classificando a soja entre as 5 plantas consideradas sagradas na época. Os chineses utilizavam o grão como matéria prima para produção do tofu (leite de soja coalhado), alimento de grande importância para cultura chinesa representando grande parte da proteína vegetal consumida por estes povos permanecendo restrita por séculos ao oriente (CHUNG; SINGH, 2008).

No entanto, por volta do século XV ela entra no ocidente com finalidades diferentes, como ornamentação na Alemanha, França e Inglaterra onde foi

espalhada em jardins botânicos, nos quais, testou-se o potencial da cultura. (LANGE, 2008; HIRAKURI et al., 2018).

Os Estados Unidos foram os pioneiros na América, estreando século XX com alguns relatos de cultivos comerciais, inicialmente como uma forrageira, e a partir de 1880, os teores de óleo e proteína entusiasmaram pesquisadores e industriais que através de estudos e ensaios constataram o potencial da cultura e recomendaram seu cultivo, e através do incentivo da fundação da American Soybean Association (ASA), em 1921 passou a ser exportada tamanha sua importância e em 1930 seu cultivo como granífera superou a finalidade de planta forrageira em 1940 (LANGE, 2008; CÂMARA, 2012; HIRAKURI et al., 2018).

No Brasil, na Escola de Agronomia da Bahia, foi introduzida advinda dos Estados Unidos, em 1882, sem sucesso. Ensaios foram realizados pelo Instituto Agrônomo de Campinas, em 1891, primeiramente, como forrageira ((BLACK, 2000; HIRAKURI et al., 2018). Ainda em São Paulo, em 1901, houve a distribuição de sementes para produtores, o que é tido como início da introdução da cultura no país (APROSOJA BRASIL, 2018).

No Rio Grande do Sul, em 1914 formalizou-se seu cultivo, e nos anos 1970, a produção de soja passou de 1,5 milhões para mais de 15 milhões de toneladas, aumentando a área cultivada de 1,3 para 8,8 milhões de hectares na região Sul. A produção saltou em 2010 para 68,68 milhões de toneladas, em 23,6 milhões de hectares cultivados no território brasileiro, na época ,a estimativa para cultura até 2020, era de mais de 105 milhões de toneladas, número este já superado na safra 2016/17, três anos antes do esperado (VENCATO et al., 2010; CONAB, 2018).

Sua importância apoia-se também, em seu vasto espectro de produtos industrializados a partir de seus grãos (BENAVIDES et al., 2013; RIGO et al., 2015; CASTANHEIRA et al.,2015).

Atualmente o Brasil é o maior produtor mundial, com 38,532 milhões de hectares plantados, com volume produzido (aproximadamente 137,3 milhões de toneladas) e exportado (aproximadamente 81,6 milhões de toneladas), sendo o maior produtor mundial, responsável por 37,5% da produção mundial, e o maior exportador de soja (CONAB, 2021; USDA, 2021).

O aumento significativo na produção do grão está associado, entre outros fatores, ao uso de sementes de alta qualidade e ao desenvolvimento de cultivares cada vez mais adaptadas as mais diversas regiões produtoras da cultura e desta forma, para atender essa demanda, a produção de sementes ultrapassa 3,8 milhões de toneladas anuais, considerando uma taxa de utilização de sementes (TUS) de 67% (KRZYZANOWSKI, 2004; KRZYZANOWSKI et al., 2018; ABRASEM, 2020).

Ainda assim, apesar da elevada produtividade que tem sido alcançada, outros vários fatores limitam o rendimento da cultura, principalmente as doenças causadas por fungos, onde algumas delas potencializam sua importância através de seu método de disseminação, a semente, seu principal hospedeiro. Estas doenças podem ocorrer durante todo o ciclo da cultura, porém através das sementes elas facilmente infestam áreas isentas de certos patógenos, e percorrem grandes distâncias, sendo a semente seu principal meio de transporte, fonte de alimento e sobrevivência. Neste sentido, algumas tecnologias utilizadas, como o tratamento de sementes, ajudam a controlar o avanço desses patógenos (FREITAS, 2011).

Doenças Na Cultura Da Soja

Com a expansão da cultura da soja, o emprego de novas tecnologias e de práticas culturais são cada vez mais imprescindíveis para que a cultura responda produtivamente, contudo este aumento da área cultivada no mundo, ocasionou um acréscimo no número de doenças, sendo relatadas mais de 100 espécies de patógenos, dos quais mais de 50 são de grande importância econômica para esta cultura com grande diversidade etiológica, causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides. As perdas variam de 15 a 100% em alguns casos oscilando de acordo com o ano agrícola, condições climáticas, cultivar e o tipo de manejo empregado (HENNING et al., 2005; SINCLAIR & HARTMAN, 2008; GRIGOLLI, 2014).

A monocultura e/ou sucessão de culturas, a utilização de sementes não certificadas a expansão da área de plantio que possibilita ter a cultura no campo durante todo o ano, são fatores que favorecem a sobrevivência de patógenos aumentando o potencial de inóculo. Deste modo a combinação entre patógeno virulento, hospedeiro suscetível e ambiente favorável, estabelece as condições para o desenvolvimento das doenças, fato que tem aumentado o número de doenças registradas na cultura (HENNING et al., 2005; GRIGOLLI, 2014).

As doenças da cultura da soja, podem ser classificadas em grupos. Alguns autores classificam de forma mais específica outros mais abrangentes (ALMEIDA et al., 1997; GRIGOLLI, 2014), cada um com enfoque diferenciado. Entretanto, a Embrapa Soja maior Centro de referência em pesquisa da cultura no país, classifica em doenças fúngicas foliares; doenças fúngicas da haste, vagem e sementes; doenças fúngicas radiculares; doenças bacterianas; doenças causadas por vírus e doenças causadas por nematoides.

Um fator de extrema importância é entre as doenças que ocorrem na soja, é que somente três não são propagadas via sementes. Assim, os enfoques em tecnologia de produção de sementes, bem como fitossanitário tem sido destaque em pesquisas nas últimas décadas, procurando novas alternativas ao produtor, que além de reduzir custos com o manejo fitossanitário, possa estar trazendo um controle eficaz de doenças, principalmente nas que são transmitidas por sementes (GODOY et al., 2016).

Grande parte das doenças de importância econômica que ocorre na soja é causada por patógenos que são transmitidos pelas sementes. Os quais merecem ênfase, são: *Phomopsis* spp. - anamorfo de *Diaporthe* spp. (causador do cancro da haste da soja, da seca da haste e da vagem da soja e da deterioração das sementes), *Cercospora sojina* (causador da mancha olho-de-rã), *C. kikuchii* (causador da mancha púrpura da semente e do crestamento foliar), *Colletotrichum truncatum* (causador da antracnose), *Fusarium semitectum* (causador da deterioração das sementes), *Aspergillus flavus* (fungo de armazenamento), *Sclerotinia sclerotiorum* (causador da podridão branca da haste e da vagem) e *Rhizoctonia solani* (causador do tombamento de plântulas e morte em reboleira).

Sementes De Soja: Abordagem Fitossanitária

A semente é o insumo mais importante, visto que para a produção da maioria das culturas de interesse da humanidade, 90% das espécies destinadas à produção de alimentos, são propagadas por sementes, estas plantas estão sujeitas ao ataque de doenças, cuja maioria de seus agentes causais podem ser transmitidos via sementes, por isso sua qualidade é um aspecto que exige muita atenção e extremo cuidado por parte dos sistemas de produção e certificação.(GOULART, 2018).

Dados da ABRASEM (2019), mostram que foram produzidas na safra deste mesmo ano, em torno de 3.069.575 toneladas de sementes básicas, ou seja, mais de 76 milhões de sacas de 40 kg. No Brasil a produção de sementes é regida pela Lei 10.711/2003, a qual dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e o Registro Nacional de Semente e Mudanças (RENASEM) e dá outras providências (BRASIL, 2003).

A determinação de padrões de identidade, e qualidade para a produção e comercialização de sementes, são estabelecidas por leis, e Instruções Normativas, especificamente para a produção de sementes de soja e outras culturas, a IN nº 45, de 17 de setembro de 2013, determina tais padrões a serem seguidos pelos produtores (BRASIL, 2013). Trazendo garantia ao setor sementeiro, esta legislação trás, proteção de cultivares e valorização das sementes legitimadas por esta. O país conta com uma ampla rede de produtores de sementes de soja, portanto a produção e utilização de sementes de qualidade são de fundamental importância para o setor sojeiro (MARCOS-FILHO, 2015; BRASS, 2010).

Para demonstrar a qualidade de uma semente, são avaliados um conjunto de atributos relacionados a ela, o que determina o valor de semeadura, inferindo de maneira consistente que, o desempenho das sementes é avaliado quando é considerada a interação dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, podemos descrevê-los: Atributos genéticos: a semente deve apresentar pureza varietal, onde ela detenha representatividade do seu material genético, sem mistura varietal. Atributos físicos: a semente deve ser livre de materiais inertes, impurezas e danos mecânicos como microfissuras, as quais tornam-se porta de

entrada á doenças, além de comprometer a estrutura e qualidade física da semente. Atributos fisiológicos: avalia o vigor e germinação de sementes refletindo diretamente na capacidade de desenvolvimento da planta a campo, na uniformidade de estande e a velocidade de germinação (COSTA et al., 2018).

Por fim e não menos importante, os atributos sanitários: está relacionado a relação entre a semente e os microrganismos, deve apresenta-se livre de doenças, patógenos e fungos que possam vir a prejudicar o estabelecimento das plantas. As avaliações destes atributos são realizadas através de testes laboratoriais, os quais permitem que a partir das interpretações, sejam tomadas decisões assertivas quanto a utilização dos lotes e a predição do desempenho destes a campo (MARCOS-FILHO, 1998).

Teste de Sanidade de Sementes

Quando falamos em saúde da semente, estamos considerando o aspecto sanitário das mesmas, onde o uso de sementes fora do controle dos programas de certificação é grande e pode constituir-se em uma ameaça ao sistema agrícola brasileiro, tanto do ponto de vista econômico para o produtor, como em relação ao aspecto de sustentabilidade da atividade agrícola. Então uma das únicas maneiras, de evitar problemas sanitários, é submeter o lote de sementes ao teste de sanidade, uma ferramenta importante que oferece resultados afim de identificar os possíveis problemas e patógenos associados a semente. O teste sanitário além de todos estes benefícios, é eficaz e de baixo custo, proporcionando informações seguras do real estado sanitário das sementes, as quais podem ser usadas como subsidio para tomada de decisão quanto ao uso comercial do referido lote (GOULART, 2018).

Uma semente com baixa qualidade sanitária, permite a proliferação de agentes causais de doenças como o cancro da haste da soja, mofo branco do feijão e da soja, fusarioses e antracnoses, dito isso, uma boa análise sanitária visa prevenir a disseminação de patógenos via sementes para o campo (GOULART, 2004).

Há razões importantes para considerar o teste sanitário uma ferramenta a ser utilizada no cotidiano dos laboratórios de análise de sementes. A primeira razão, permite reduzir o inóculo inicial no campo por patógenos transmitidos via sementes; a segunda razão, auxilia evitar a introdução de patógenos em áreas isentas; a terceira razão permitiu uma melhor interpretação do teste de germinação, pois, a presença de fitopatógenos nas sementes, podem ser a causa de baixo vigor e baixos índices na germinação de sementes (HENNING, 2004; HENNING, 2005; HENNING, 2014; HENNING, 2015)

Por estes motivos, no controle de qualidade de sementes, a importância do aspecto sanitário vem sendo reconhecida de forma crescente. E, considerando os expressivos avanços da área de patologia de semente, vem crescendo, também, a necessidade de implantação e credenciamento de laboratórios, para a realização de análises sanitárias (GOULART, 2004; GOMES et al., 2009; FRANÇA-NETO et al., 2016).

Antracnose da Soja

É uma doença causada pelo fungo *Colletotrichum truncatum*, o qual possui um poder destrutivo considerável, por afetar todos os estádios de desenvolvimento da cultura, é capaz de atacar todas as partes da planta, durante a fase vegetativa, floração, frutificação e principalmente a sementes, sendo considerada a principal doença na fase inicial de formação das vagens de soja, pois pode causar morte de plântulas, necrose nos pecíolos e manchas nas folhas, hastes e vagens (GALLI et al., 2007a; OLIVEIRA et al., 2021).

A antracnose é favorecida por elevadas precipitações com alto molhamento foliar e altas temperaturas (28 a 34°C), principalmente nos estádios finais do ciclo da cultura, em regiões do Cerrados, pode causar perda total, sendo muito comum a diminuição do número de vagens e retenção foliar e haste verde, antracnose causa apodrecimento e queda das vagens, abertura das vagens imaturas e germinação dos grãos em formação (GALLI et al., 2007; GOULART, 2018).

Além da umidade e altas temperaturas a antracnose é favorecida por outros fatores como monocultivo de soja, excesso de plantas e menor espaço entre as linhas de cultivo auxiliam na criação de um micro clima favorável ao patógeno, o uso de sementes infectadas, infestação por percevejos e deficiências nutricionais, principalmente de potássio, viabilizam maior desenvolvimento da doença, trabalhos desenvolvido por Almeida et al. (1997), as sementes oriundas de lavouras que sofreram atraso de colheita, devido às chuvas, apresentaram porcentagens de infecção superiores a 50% (KLINGELFUSS e YORINORI, 2000).

Este patógeno pode causar deterioração da semente, morte de plântulas e infecção sistêmica em plantas adultas, obtendo através das sementes o meio de transporte mais eficiente na disseminação. Sementes infectadas apresentam manchas deprimidas de coloração castanho-escuro, e sobre estas manchas, estão os acérvulos em constante exudação de uma massa de coloração clara, puxando para o bege meio rosado, onde possui milhares de conídios. É muito comum e de fácil detecção o aparecimento de sintomas nos cotilédones, caracterizado pela necrose deles logo após a emergência da plântula. Contudo de maneira geral, a incidência desse patógeno nas sementes é baixa, sendo que dificilmente obtém-se um lote de sementes com níveis elevados de *C. truncatum*. Entretanto, com a expansão da cultura da soja para outras regiões do Brasil, tem-se observado, em algumas safras, aumento considerável da presença desse fungo nas sementes de soja (GALLI et al., 2007; GOULART, 2018).

Este patógeno uma vez introduzido por sementes infectadas, sobrevive na entressafra em restos culturais. Com relação a sua perda de viabilidade, ela ocorre durante o armazenamento sob condições ambientais demonstrando ser mais persistente que *Phomopsis sojae* e *Fusarium semitectum*, apesar de sua incidência diminuir quando as sementes são armazenadas em condições ambientes, por um período de 6 meses (HENNING, 2015; HENNING et al., 2020).

Ao realizar a análise sanitária, além do conhecimento sólido do analista, é necessário se atentar a detalhes que possam causar certa confusão com outros patógenos, principalmente um contaminante muito versátil o *Chaetomium* sp., na observação sob microscópio estereoscópico (lupa), peritécios de *Chaetomium* podem ser confundidos com acérvulos de *Colletotrichum*. A

distinção é feita pelo fato de os peritécios ocorrerem na superfície das sementes, enquanto os acérvulos estão imersos em parte no tegumento (GOULART, 2018).

Então a principal característica utilizada para a identificação do patógeno nas sementes, após o período de incubação, é a presença de acérvulos com setas típicas da espécie com abundante exudação de conídios, facilmente são observadas inúmeras setas escuras, medindo 60–300 μm x 3–8 μm . Os conídios normalmente produzem tubos germinativos curtos, são hialinos, unicelulares, curvos e medindo 17–31 μm x 3–4,5 μm . Informações estas que podem ser consultadas como auxílio de um referencial teórico na hora da identificação (GOULART, 2018).

Tratamento De Sementes Na Cultura Da Soja

Entre os grandes avanços na agricultura, com a incorporação de novas tecnologias, dentre as quais merecem destaque, são aquelas relacionadas à indústria de sementes e de fungicidas. A importância do tratamento de sementes com fungicidas, no contexto atual da agricultura brasileira, é de suma importância e necessidade ao agricultor, considerando o seu valor como medida preventiva no controle integrado de inúmeras doenças de impacto econômico na cultura da soja, sendo o controle realizado quase que exclusivamente de forma química (OLIVEIRA; ROSA, 2014).

A garantia de produtividade na cultura da soja, se respalda no uso de fungicidas. Porém, o manejo integrado de doenças deve ser aplicado, mantendo as perdas abaixo do limiar de dano econômico, reduzindo a disseminação de inóculo, os custos/prejuízos econômicos e/ou ao ambiente. Fazendo parte deste manejo integrado, uso de sementes certificadas cultivares resistentes, cultivo em plantio direto, rotação de culturas e evasão devem ser também realizados (BEDIN et al., 2007; ZAMBOLIM; JESUS JUNIOR, 2008).

As primeiras recomendações no Brasil para o uso de fungicidas no tratamento de sementes de soja, são relatadas por Ferreira, Lehman, Almeida (1979), estes autores citam o uso de pentacloronitrobenzeno para o controle de podridões radiculares (*Rizoctonia* spp. e *F. solani*) e bissulfeto de tetrametil

tiuran, no tratamento de sementes para controle de mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*). Porém as vantagens do tratamento de sementes com fungicidas, começam a ser citadas em publicações a partir de 1984 (NASSER et al., 1984).

Com passar dos anos novas doenças foram diagnosticadas e descritas, fato seguido pelo uso intensivo de fungicidas, que garantiu o controle destas doenças, conseqüentemente o aumento da produtividade atrelado a este manejo, tornou a cultura dependente do uso de fungicidas. Com a ampliação das áreas de cultivo, a introdução de novas tecnologias e mercados a evolução do uso e o desenvolvimento de moléculas fungicidas foram crescendo juntamente com a produção (EMBRAPA SOJA, 1996; BALBINOT JUNIOR et al., 2017).

Na década de 1970 surgiram os triazóis, e na década de 1990, as estrobirulinas, o grupo mais novo entre os fungicidas, a partir deste momento os fungicidas começam a evoluir quanto as suas formulações e critérios de manejo (ZAMBOLIN; JESUS JUNIOR, 2008).

Acompanhando esta evolução, o tratamento das sementes é fundamental para garantir proteção contra doenças nos estádios iniciais da cultura e do estabelecimento a campo, o tratamento de sementes com fungicidas é orientação incontestável atualmente, visto seus inúmeros benefícios, controlando e protegendo as sementes contra fungos transmitidos por sementes e de solo, diminuindo a exposição da semente a estes microrganismos em sua fase mais crítica (OLIVEIRA; ROSA, 2014; SALVADORI et al., 2016).

Para sementes são indicados tratamentos com fungicidas, inseticidas, nematicidas, micronutrientes, filmes de recobrimento, inoculantes e biológicos, devendo ser realizado nesta sequência. Atualmente quase todos os grupos químicos de fungicidas são recomendados para soja. Entre estes, destacam-se o dialquilditiocarbamato, que age privando as células fúngicas da necessidade de metais; os benimidazóis, agindo sobre as tubulinas; as estrubitulinas, que inibem a respiração mitocondrial; as fenilpirimidinas, interferindo na fosforilação oxidativa; o fenilpirrole, que inibe a fosforilação da glicose e as acilalaninatos agem sobre a síntese de ácidos nucleicos (HENNING, 2005; FRANÇA-NETO et al., 2016; NUNES, 2016; SALVADORI et al., 2016, REIS; REIS; CARMONA, 2019).

Para o tratamento de sementes os fungicidas utilizados podem ser sistêmicos e não sistêmicos. Os não sistêmicos formam uma camada protetora,

evitando a colonização por fungos presentes no solo impedindo que patógenos presentes no interior das sementes atinjam órgãos aéreos (REIS; FORCELINI; REIS; 2001; FRANÇA-NETO et al., 2016).

Quando já há patógeno no interior da semente, é necessário que sejam absorvidos pelo micélio para serem controlados. Quando o fungicida sistêmico permanece na superfície da semente e após sua germinação ele é absorvido pela radícula e translocado na plântula (REIS; FORCELINI; REIS, 2001; REIS; REIS; CARMONA, 2019).

Com tudo, o tratamento de sementes não melhora a qualidade de um lote que apresenta danos diversos, e indica-se que seja realizado um teste de sanidade de sementes, para que se tenha subsídio nas decisões quanto à aplicação ou não do tratamento, a combinação ou não de fungicida a ser utilizado na mistura para aumentar o espectro de ação (HENNING, 2005; REIS; REIS; CARMONA, 2019).

Em função dos benefícios que esta técnica apresenta, propiciando uma lavoura com estande adequado e controle fitossanitário (MERTZ et al., 2009), cerca de mais de 99% das sementes de soja no Brasil são tratadas com fungicidas e inseticidas, seja ele realizado com máquinas específicas de forma industrial (TSI) chamado tratamento industrial de sementes, ou em nível de propriedade agrícola (*on farm*). O TSI é uma tecnologia recente, e já consolidada, chegando a quase 100% das sementes certificadas comercializadas no país, por apresentar melhor qualidade e segurança no tratamento (NUNES, 2016).

Ainda há necessidade de se entender detalhadamente cada tripé fitopatológico, planta-ambiente-patógeno, para que se efetive o controle eximindo custos de produção. Alcançando com isso maiores informações referentes à efetividade de controle e/ou redução de perdas com tratamentos de sementes, sejam eles químicos, biológicos usados isoladamente ou em combinação, disponibilizados no mercado (HENNING, 2005; FRANÇANETO et al., 2016; NUNES, 2016).

Desta forma, foi adotada a seguinte estrutura textual: Um único capítulo contendo 2 Estudos. 1º ESTUDO. Foi feita a realização do teste sanitário de sementes de soja, para identificação e isolamento do patógeno de interesse *Colletotrichum truncatum*, para repicagem e manutenção da colônia para posterior multiplicação e inoculação de sementes de soja.

Para confirmar se as sementes foram infestadas ou infectadas, realizou-se a desinfestação com hipoclorito de sódio 1% por 3 minutos, após enxaguando em água corrente esterilizada, escorrendo-as para montagem do “Blotter test” para averiguação do crescimento micelial do fungo e de suas estruturas em microscópio estereoscópio, detectou-se 100% de infecção nas sementes do teste sanitário.

Realizou-se regras de três para as diferentes porcentagens de infecção (5%, 10% e 30%), exemplificando: em um lote com 400 sementes foram retiradas 20 sementes sadias e substituídas por 20 sementes infectadas por *C. truncatum*, obtendo assim o nível de infecção 5%. Assim foram realizadas sucessivamente para cada nível de infecção de cada lote e posterior tratamentos. Nesta outra etapa, com as sementes devidamente inoculadas com as 3 porcentagens de infecção em cada lote, as sementes foram tratadas com produtos fitossanitários, fertilizantes e inoculante bacteriano, utilizados de forma isolada e em combinação, com e sem inoculante bacteriano, nas sementes de soja infectadas com *C. truncatum*, para avaliação da qualidade fisiológica e sanitária em laboratório.

2º ESTUDO – Neste experimento em casa de vegetação, as sementes semeadas nos baldes foram todas infectadas com *C. truncatum* e tratadas com produtos fitossanitários, fertilizantes e inoculante bacteriano, após o desenvolvimento da cultura, foram colhidas as sementes para avaliação de componentes de rendimento e averiguação da eficiência dos tratamentos no controle do fungo. Neste estudo também foi avaliado se o patógeno é transmitido da semente infectada, para planta, e da planta para semente, visto que cada planta foi originária de uma semente doente.

Material e métodos

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Análises de Sementes – LAS, do Departamento de Fitotecnia, e no laboratório de Patologia de Sementes e Fungos Fitopatogênicos do Departamento de Fitossanidade - UFPEL em Pelotas – RS.

Foram realizados dois estudos, com algumas metodologias em comum. Assim, descreve-se estas e distingue-se as especificidades para cada estudo.

Obtenção do fitopatógeno e preparo do inóculo

A espécie de *C. truncatum*, utilizada nos estudos foi isolada das sementes de soja, através de teste sanitário (*Blotter-test*), após foram feitas lâminas e avaliadas em microscópio para confirmação da espécie através de características morfológicas do mesmo, e após confirmação da espécie alvo, foram feitas repicagens do patógeno dentro de fluxo laminar, em meio de cultura Batata Dextrose e Ágar (BDA) com restrição hídrica, no potencial hídrico – 1MPa incorporado ao meio de cultura 56,16 g de sacarose para cada litro de BDA, afim de evitar a germinação das sementes facilitando a identificação das estruturas fúngicas, o meio de cultura foi devidamente esterilizado em autoclave (121 °C), durando 20 minutos. Após o meio de cultura foi vertido em placas de Petri esterilizadas de 15cm de diâmetro, após o resfriamento foram realizadas as repicagens com uma alça de alumínio onde apenas encostou no micélio da colônia previamente crescida, em cinco pontos das placas vertidas com BDA restritor, então mantidas em sala de incubação ± 25 °C, com fotoperíodo com 12 horas luz, por 7 dias, para o devido crescimento da colônia, verificando-se a ocorrência de produção de esporos, para a devida inoculação das sementes de soja.

Foram realizadas a desinfestação superficial das sementes (Cultivar TMG 7262 RR), por meio de solução 1% de hipoclorito de sódio por 3 minutos. Após foram secas em temperatura ambiente por 24h, então com as sementes secas e o fungo crescido por sete dias nas placas previamente prontas, foram distribuídas as sementes sob as placas, onde as sementes ficaram sob o fungo por 6h, após este tempo as sementes inoculadas, foram retiradas

cuidadosamente da placa de petri, deixando-as secando por 24h em temperatura ambiente, então montou-se o (*Bolttter-test*) para confirmação e quantificação da inoculação das sementes pelo patógeno, para então a distribuição dentro dos lotes, com níveis de infecção 5%, 10% e 30%, para cada teste montado foram realizadas regras de três, como exemplo: em 400 sementes foram retiradas 20 sementes, e substituídas por 20 sementes infectadas com o patógeno, conferindo assim o lote com infecção de 5%, para realizar a infecção 10% foram retiradas 40 sementes de 400, e substituídas por 40 sementes infectadas, o mesmo para o lote 30%, onde foram retiradas das 400 sementes, 120 sementes e substituídas pelas infectadas, assim sucessivamente para cada teste e cada tratamento.

Tratamento com produtos fitossanitários e fertilizantes

Antes dos tratamentos com os produtos fitossanitários e fertilizantes (tabela 1), foi realizada a inoculação com produto biológico *Bradyrhizobium japonicum* ficando exposta a secagem em temperatura ambiente por 24h, para então proceder com os tratamentos, todos estes testes foram duplicados sem a utilização do tratamento com inoculante bacteriano, apenas com os produtos fitossanitários e fertilizantes para comparação com e sem o uso do *B. japonicum*.

Os produtos utilizados para o tratamento químico das sementes foram os fungicidas Maxim xl®, e um produto com os princípios ativos de inseticida e fungicida, Standak Top®.

O Maxim xl ® é um fungicida sistêmico e de contato, com ingredientes ativos metalaxil-M e fludioxonil dos grupos químicos acilalaninato e fenilpirro. O Standak top® é uma mistura pronta contendo o inseticida fipronil do grupo pirazol, e os fungicidas piraclostrobina do grupo das estrubirulinas e metil tiofanato do grupo dos benzimidazois, seletivo para a cultura da soja.

Os fertilizantes utilizados foram Pack Seed® que além de Co e Mo, fornece macros e micronutrientes minerais, bioestimulantes, aminoácidos, enraizantes e ácidos orgânicos. E Biogranun é um fertilizante mineral simples a base de silício (Si):10%.

Os produtos foram, previamente, misturados em placa de Petri (fungicida + fertilizante + água), a quantidade da solução da mistura para os tratamentos

foi determinada de acordo com a dose comercial recomendada de cada produto e quantidade de água até completar o volume máximo de 12 mL.Kg-1 de sementes. A quantidade de sementes utilizada foi de 100g de sementes para cada uma das misturas, aplicando-se 1,2 mL.gr, para a aplicação dos produtos nas sementes foram utilizados sacos plásticos de 1 Kg de capacidade, onde os produtos foram aplicados no fundo dos sacos e espalhas a uma altura de 15cm, e colocados nos sacos plásticos e por último as sementes. O conjunto foi agitado por 1 minuto até que se obteve uma mistura homogênea das sementes. Após o tratamento, as sementes foram dispostas à sombra, a uma temperatura de aproximadamente 25°C por 20 minutos, para que houvesse a secagem do produto na superfície das sementes, conforme metodologia descrita por (NUNES, 2005).

Os produtos utilizados foram: T1: Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil; T2: Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil + Complexo nutricional; T3: Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil + Complexo nutricional + Fertilizante mineral a base de Silício; T4: Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil + Fertilizante mineral a base de Silício; T5: Fludioxonil + Metalaxil-M; T6: Fludioxonil + Metalaxil-M + Complexo nutricional; T7: Fludioxonil + Metalaxil-M + Complexo nutricional + Fertilizante mineral a base de Silício; T8: Fludioxonil + Metalaxil-M + Fertilizante mineral a base de Silício; T9: Complexo nutricional; T10: Fertilizante mineral a base de Silício; T11: Complexo nutricional + Fertilizante mineral a base de Silício; T12: Água + patógeno e T13 semente sem patógeno e sem tratamento, conforme mostra a tabela 1.

Cultivar utilizada

A cultivar utilizada foi a TMG 7262 RR com suscetibilidade ao patógeno. Conforme Tropical Melhoramento e Genética S.A. (2019), possui como principais características fenológicas: maturação relativa: 6.2, crescimento semi-determinado, flor branca, pubescência cinza, hilo marrom claro, 184 g de peso de mil grãos.

Quanto à reação a doenças é resistente ao cancro da haste (*Diaporthe aspalathi*), a ferrugem asiática (*Phakospora pachyrhizi*), mancha "olho-de-rã"

(*C. sojina*), a podridão radicular de fitóftora (*Phytophthora sojae* - raça 1), a pústula bacteriana (*Xanthomonas axonopodis*); moderadamente resistente a o Oídio (*Microsphaera diffusa*) e suscetível à nematoides das galhas (*Meloidogyne javanica* e *M. incognita*), das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) e de cisto (*H. glycines*).

As sementes da cultivar foram cedidas por uma empresa multiplicadora de sementes, devidamente inscrita no RENASEM. A categoria utilizada foi a Básica, peneira 6,5 mm, produzida na safra 2018/2019. Estas sementes foram armazenadas em câmara fria em torno de 17°C.

Antes de utilizar as sementes para os experimentos, caracterizou-se a amostra de sementes. Realizou-se a homogeneização da amostra média utilizando homogeneizador de sementes modelo *Gamet*, retirando-se as devidas amostras de trabalho com pesos compatíveis para a condução dos ensaios.

A partir de então, realizou-se o teste de germinação por rolo de papel descrito nas Regras para Análise de Sementes (RAS) e sanitário (BRASIL, 2009a).

Teste de Germinação

Para o teste de germinação em rolo de papel, foram dispostas 50 sementes em cada rolo, formado por três folhas de papel germitest, pré-umedecidas com água destilada 2,5 vezes o peso do papel seco. A média de quatro rolos constituiu uma repetição estatística.

Para o teste de germinação entre areia, foram utilizadas bandejas de aproximadamente quatro litros (A7cm x L21cm x C29,5cm), contendo 2 kg de areia de construção limpa, com granulometria média, umedecida com 330 ml de água destilada cada (conforme teste de capacidade de retenção de água, onde foi determinado 165 ml kg⁻¹ de areia), e distribuídas 50 sementes por bandeja, e a média de quatro bandejas compôs uma repetição estatística.

Os rolos e as bandejas foram mantidos em germinador tipo câmara contendo constantemente uma lâmina de água para manutenção da umidade interior, por oito dias, a 25±1°C, sob regime de 12 horas luz.

Sanidade de Sementes

O primeiro e o segundo trabalho, foram realizados testes sanitários, constituiu-se da avaliação da qualidade sanitária das sementes inoculadas e tratadas. Foi realizado o teste de sanidade utilizando-se do método do papel-de-filtro (*Blotter-test*) para quantificação da porcentagem de sementes infectadas por patógenos de sementes.

Para o método (*Blotter-test*) foram utilizadas caixas gerbox, contendo duas folhas de papel “mata-borrão” previamente esterilizadas, onde foram dispostas 25 sementes por gerbox, e utilizou-se restrição hídrica para umedecer as folhas 2,5x o seu peso, a fim de evitar a germinação das sementes para facilitar a leitura do teste, a solução restritora utilizada é composta pelos seguintes componentes (3,1 g de NaCl, 4 g de KCl e 33,5 g de sacarose, para um litro de água).

Foram utilizadas 25 sementes por gerbox, totalizando 8 gerbox por tratamento, os mesmos foram acondicionados em sala de incubação a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ com fotoperíodo de 12 horas de luz, distribuídos ao acaso de modo a proporcionar a mesma condição de luz a todos os tratamentos, após sete dias de incubação das sementes, realizou-se avaliação de cada semente.

As sementes foram examinadas, uma a uma, sob microscópio estereoscópico e os fungos presentes foram identificados e quantificados com base na esporulação. Onde utilizou-se material bibliográfico referencial para apoio e devida identificação. O resultado do teste foi expresso em porcentagem de cada fungo detectado (BARNETT, 1972; BRASIL, 2009a).

A análise sanitária foi realizada nas sementes colhidas, provenientes das sementes que foram levadas para casa de vegetação para completar seu ciclo, e então verificou-se novamente a presença dos patógenos para confirmar a eficiência dos produtos, e a transmissibilidade de *C. truncatum* através da semente-planta-semente.

O segundo estudo, foi realizado em casa de vegetação, com baldes de 3 litros, com mistura de areia e solo 2:1, um total de trinta e nove baldes, onde foram semeadas, sementes infectadas e tratadas, distribuí-se 6 sementes por cada balde, após 15 dias foi realizado o desbaste ficando 3 plantas por balde. Estas plantas completaram seu ciclo de 135 dias, então foram colhidas para avaliação da transmissibilidade do patógeno, assim como os componentes de

rendimentos de cada planta. Foram realizados testes de componentes de rendimentos, como número de vagens por planta, peso de vagens por planta, nº de sementes por planta, peso de sementes por planta. Também foram avaliadas quantas sementes por vagens (Vagens chochas, vagens com 1 semente, vagens com 2 sementes, vagens com 3 sementes e vagens com 4 sementes por tratamento).

As sementes colhidas foram submetidas ao teste sanitário, para verificação da ocorrência de *C. truncatum* (NEEGAARD, 1977).

A avaliação sanitária foi descrita através de incidência fúngica, calculado através de percentual.

Já para os estudos de avaliações fisiológicas, foram utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema trifatorial 3 x 2 x 13 (3 níveis de infecção x 2 com e sem inoculação x 13 tratamentos químicos), atendendo os pressupostos foi realizado análise de variância, e foi realizado o teste de média Scott Knot $p < 0,05$ para a discriminação entre as médias dos tratamentos. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software Rbio (Bhering, 2017).

Tabela 1: Produtos Fitossanitários, Fertilizantes e inoculante bacteriano usados no tratamento de sementes de soja.

Tratamentos	Dose
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	2 mL kg ⁻¹
Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil	2 mL kg ⁻¹
Fludioxonil + Metalaxil-M	1 mL kg ⁻¹
Fertilizante Complexo nutricional	3 mL kg ⁻¹
Fertilizante mineral a base de silício	10 mL kg ⁻¹
Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil + Complexo nutricional	*
Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil + Complexo nutricional + Fertilizante mineral a base de Silício	*
Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil + Fertilizante mineral a base de Silício	*
Fludioxonil + Metalaxil-M + Complexo nutricional + Fertilizante mineral a base de Silício	*
Fludioxonil + Metalaxil-M + Fertilizante mineral a base de Silício	*
Fludioxonil + Metalaxil-M + Complexo nutricional	*
Complexo nutricional + Fertilizante mineral a base de Silício	12 mL kg ⁻¹
Água	

*Cada produto com sua respectiva dose.

Resultados e discussão

Considerando as variáveis vagens com 0 (zero), 1, 2, 3 e 4 sementes, conforme tabela 2. houve efeito significativo para todas as partes da planta Inferior e superior, exceto para a parte inferior da planta na variável 4 sementes, onde não houve produção de vagem com 4 sementes. Os tratamentos que apresentaram mais vagens com 0 e 1 semente na parte inferior da planta foram os tratamentos 13 e 12, diferenciando-se dos demais tratamentos, já na parte superior da planta o tratamento que obteve maior número de vagens com 0 foi o tratamento 5 e com 1 semente por vagem foi o tratamento 6, diferenciando - se dos demais tratamentos.

Quanto a produção de vagens contendo 2 sementes, os tratamentos que se destacaram foram os tratamentos T5 e T13 não havendo diferença significativa entre eles, porém diferenciando-se dos demais. No entanto na parte superior da planta do T5 demonstrou diferença significativa ao comparar a parte superior e inferior da planta. Já no T13 houve diferença significativa comparando as partes da planta, com maior produção de vagem com 2 sementes na parte inferior. Na variável 3 sementes por vagem, os tratamentos que apresentaram diferença significativa dos demais na parte inferior, foram oT13 seguido do T1, e na parte superior foram os T13, T6, T5 e T1 com maior produção de vagens com 3 sementes.

No entanto, pode se perceber uma produção baixa de vagens de 4 sementes, em todos os tratamentos, na parte inferior da planta não foi significativo, na parte superior da planta houve diferença significativa para os tratamentos T13 e T5, que se diferenciaram dos demais, seguidos dos tratamentos T12 e T6.

Segundo Board (2000), o número de grãos por vagem é uma característica intrínseca da planta, não afetada por práticas de manejo, como a utilização de produtos para tratamento de sementes.

Tabela 2. Número de vagens com 0 (zero), 1, 2, 3 e 4 sementes, colhidas da parte inferior (INF) e superior (SUP) de plantas provenientes de sementes contaminadas por *Colletotrichum truncatum* e submetidas aos tratamentos. FAEM/UFPeL, Capão do Leão/RS, 2021.

Produto	0 semente		1 semente		2 sementes		3 sementes		4 sementes	
	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP
T1	0,3 E ^{1/}	3,6 B*	5,0 D	5,3 C	13,0 C	20,3 B*	11,3 B	20,0 A*	0,0	0,0 C
T2	0,0 E	1,0 E*	1,3 G	2,3 E*	9,0 F	13,6 E*	2,0 D	13,3 B*	0,2	0,3 C
T3	1,0 D	2,0 D*	4,3 E	3,6 D	13,3 C*	12,3 F	8,0 C	14,3 B*	0,0	0,0 C
T4	0,3 E	0,3 F	6,3 C*	4,3 D	13,0 C*	8,0 J	9,0 C	14,3 B*	0,0	0,0 C
T5	2,0 C	9,3 A*	4,3 E	5,3 C*	14,0 B	21,3 A*	9,0 C	19,0 A*	0,0	1,3A*
T6	0,0 E	4,0 B*	5,3 D	9,3 A*	12,3 D	13,3 E*	9,3 C	18,3 A*	0,0	0,6B*
T7	0,3 E	1,0 E	2,3 F*	1,0 F	8,0 G	11,0 G*	9,3 C	11,0 C*	0,0	0,3 C
T8	1,0 D	1,6 D	5,3 D*	4,3 D	10,3 E	16,3 C*	9,3 C	12,0 C*	0,0	0,0 C
T9	1,0 D	3,0 C*	2,6 F	5,3 C*	12,0 D*	10,0 H	9,3 C	11,0 C*	0,0	0,0 C
T10	3,0 B*	0,0 F	3,0 F	3,0 E	6,0 H	15,0 D*	10,0 C*	8,3 D	0,0	0,0 C
T11	0,0 E	1,3 E*	5,3 D	8,3 B*	4,0 I	9,3 I*	1,0 D	5,6 E*	0,0	0,0 C
T12	4,0 A*	0,0 F	8,3 B	8,0 B	15,3 A*	12,3 F	9,3 C	14,3 B*	0,0	0,6B*
T13	4,3 A*	0,0 F	14,6 A*	7,3 B	14,3 B	14,0 E	14,3 A	19,0 A*	0,0	1,3A*

^{1/}Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula na coluna comparando as combinações de tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). INF = Inferior, SUP = Superior. * e ^{ns} Não significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$). Comparando parte da planta INF com SUP dentro de cada tratamento.

Quando se fala em componentes de rendimentos (tabela 3), logo espera-se altas produtividades, pois o produtor já lançou mão de todos seus investimentos para implantação da lavoura, porém se com todo investimento ele não optar por uma sementes de qualidade, certifica, livre de patógenos, de nada irá adiantar todo investimento inicial, sendo que o mais importante deles ficou para trás, quando o produtor optou por adquirir sementes sem origem, não certificada, corre-se o risco muito grande, uma semente doente, ela não conseguirá dar origem a uma planta saudável, por isso a análise sanitária entra como um diferencial, através dela pode se tomar a melhor atitude, escolhendo o produto, ou a combinação dos melhores e mais eficientes produtos para controlar fungos transmitidos pelas sementes, como é o caso de *C. truncatum*.

Pode perceber que os tratamentos foram estatisticamente diferentes entre si, chamando atenção para o peso de vagens, pode se perceber que o tratamento 13 que constitui uma semente livre de patógeno e sem nenhum tratamento químico, obteve um peso significativo, diferenciando-se dos demais, fato que demonstra o potencial de uma planta proveniente de uma semente saudável, perante plantas provenientes de sementes doentes, mesmo submetidas ao tratamento de semente, tiveram seu peso de vagens menor, podendo-se inferir que o patógeno *C. truncatum* conseguiu danificar estruturas internas importantes para o vigor e desempenho destas sementes. Comparando ainda no tratamento 13, parte inferior e superior da planta, pelo teste t, houve diferença entre as partes da planta, o que é demonstrado pelo *.

A menor média de peso das vagens ficou entre os tratamentos 10 e 11, os quais possuem em seus tratamentos, Fertilizante mineral a base de Silício; Complexo nutricional + Fertilizante mineral a base de Silício; respectivamente, demonstrando que o controle do patógeno através de fertilizantes apenas, não é o suficiente para controlar e combater o fungo na semente, refletindo assim no rendimento de peso de vagens.

Para o nº de vagens por planta, o tratamento 13 apresentou médias superiores diferenciando-se dos demais tratamentos, este fato pode estar ligado a melhor sanidade destas sementes, visto que estas sementes não foram inoculadas com o fungo *C. truncatum*, o demonstra que sementes saudáveis, mesmo sem a utilização de um tratamento de sementes, podem ser produtivas. Os tratamentos T1 e T5 na parte superior da planta, atingiram maiores médias

em números de vagens, diferenciando-se dos demais, estes tratamentos são compostos pelos respectivos produtos fitossanitários, T1: Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil (produto sistêmico, de contato e por ingestão), é um fungicida e inseticida de ação protetora, muito utilizado para o tratamento de sementes pelos produtores, seus grupos químicos são respectivamente, Estrobirulinas, benzimidazol, e pirazol. O tratamento T5: Fludioxonil + Metalaxil-M é um fungicida sistêmico e de contato, possui moléculas que controlam fungos de solo, que causam tombamentos. Estes dois produtos foram utilizados de maneira isolada, e alcançaram maiores médias em números de vagens na parte superior, este resultado corrobora com números superiores de vagens produzidas em tratamentos utilizando o princípio ativo Piraclostrobina em combinação com carbendazim e ciproconazol, nos tratamentos de sementes para o controle de *C. truncatum* em soja (PESQUEIRA et al., 2016).

Tabela 3. Componentes de rendimento, peso de vagens, nº de vagens, peso de sementes e nº de sementes de plantas provenientes de sementes infectas por *Colletotrichum truncatum* e colhidas na parte inferior (INF) e na parte superior (SUP) da planta. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2021.

Tratamento	Peso Vagens		Nº Vagens		Peso Sementes		Nº Sementes	
	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP
T1	5,5 F1 ¹	7,8 D*	30 C	49 B*	15,9 C	21,2B*	65,3 C	10B*
T2	6,6 C*	2,9 K	13 G	30,6 G*	4,2 L	8,8 L*	26,6 I	71G*
T3	3,5 I	5,9 F*	27 D	32,3 F*	7,3 J	11,9 H*	55 F	71,3G*
T4	3,9 F	5,2 H*	29 C*	27 I	10,9 E	13,2G*	58 E	64 H*
T5	3,9 F	8,9 C*	29 C	57,3 A*	10,6 F	20,7 C*	59,3 D	109 A*
T6	4,0 E	9,4 B *	27 D	46,3C*	9,2 G	15,2 F*	59,3 D	87 D*
T7	3,3 J	4,4 I*	21 F*	24,3 J*	8,9 H	11,2 I*	47,3 G	57,3J*
T8	3,9 G	6,3 E *	26 E	34,3 E*	11,0 D	15,5 E*	55 F	74 F*
T9	3,9 H	5,8 G*	25 E	29,3 H*	8,5 I	9,4 K*	54,3 F	58,3 I*
T10	1,0 L	2,6 L*	22 F	26,3 I*	2,5 M	5,9 M*	45 H	58 I*
T11	1,7 K	3,6 J*	11 H	25, J*	4,2 K	10,2 J*	16,3 J	45 K*
T12	15,1 A*	8,9 E	38 D*	35 E	22,8 B*	18,6 D	68,3 B	78 E*
T13	15,7 A*	9,9 A	41 A*	41,3 D	23,5 A*	22,6 A	88, A	97,3C*

¹Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula na coluna comparando as combinações de tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). INF = Inferior, SUP = Superior. * e ^{ns} Não significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$). Comparando parte da planta INF com SUP dentro de cada tratamento.

Na variável, peso de sementes, as melhores médias foram T13, T12 na parte inferior da planta, seguidos pelo T1e T5 na parte superior. Na variável nº

de sementes, na parte inferior da planta os tratamentos destaque foram T13 e T12, na parte superior, T13, T1 e T5, onde o T13 e T5 foram estatisticamente iguais na produção de números de vagens, demonstrando novamente ação eficiente dos produtos isoladamente.

Dados semelhantes aos encontrados neste trabalho, foi através de experimentos instalados no RS, testando fungicidas e inseticidas no tratamento de sementes, verificaram efeitos positivos em diversas fases do crescimento e do desenvolvimento da soja, apesar disso não houve efeito sobre a produtividade em plantas de soja (CUNHA et al., 2015). Logo em condições de laboratório, autores encontraram redução de até 82% de *Fusarium semitectum* e 48,5% de *Colletotrichum truncatum* em sementes de soja tratadas com benomyl + tiram, em comparação com as testemunhas, conseqüentemente em campo, o tratamento bem administrado demonstrou aumento do estande de plantas e produtividade com os mesmos tratamentos. Outro fato a ser observado é a compatibilidade dos tratamentos com inoculantes (ROCHA et al., 1997).

Segundo alguns autores, as tecnologias de recobrimento de sementes, permitem o uso de misturas (fungicidas e inseticidas) na mesma formulação, buscando um complexo maior de proteção contra pragas e doenças (JULIATTI, 2010; MENTEN; MORAES, 2010). Trabalhos utilizando o produto fludioxonil+metalaxyl-M aqui representado por T5, não apresentaram diferenças quanto à porcentagem de germinação e plântulas normais e à emergência de plântulas em canteiros de areia, em relação à testemunha não tratada (ROCHA et al., 2017), auxiliando, no presente estudo, o entendimento do comportamento deste tratamento químico, que em certos momentos, destacou-se positivamente diferenciando-se dos demais tratamentos, alcançou maiores números de vagens com 2 sementes e 3 sementes na parte superior da planta, quando utilizado unicamente sem associação Segundo alguns autores, as tecnologias de recobrimento de sementes, permitem o uso de misturas (fungicidas e inseticidas) na mesma formulação, buscando um complexo maior de proteção contra pragas e doenças (JULIATTI, 2010; MENTEN; MORAES, 2010). Trabalhos utilizando o produto fludioxonil+metalaxyl-M aqui representado por T5, não apresentaram diferenças quanto à porcentagem de germinação e plântulas normais e à emergência de plântulas em canteiros de areia, em relação à testemunha não tratada (ROCHA et al., 2017), auxiliando, no presente estudo, o entendimento do

comportamento deste tratamento químico, que em certos momentos, destacou-se positivamente diferenciando-se dos demais tratamentos, alcançou maiores números de vagens com 2 sementes e 3 sementes na parte superior da planta, quando utilizado unicamente sem associações.

O uso de fertilizantes foliares vem sendo amplamente estudado, com ação de nutrição das plantas e também por induzirem a proteção contra patógenos (DIANESE & BLUM et al., 2010). Tais fertilizantes, já vem sendo usados em aplicações foliares. No entanto, trabalhos recentes têm demonstrado resultados potenciais quando são aplicados determinados nutrientes no tratamento de sementes de soja, ativando respostas de defesa vegetal (MULLER, 2015). Tal ação pode estar relacionada a composição por fosfitos, conterem aminoácidos e micronutrientes, que possuem ação de indução ou são co-fatores de rotas metabólicas relacionadas a defesa vegetal.

Os fertilizantes, estão sendo discutidos com enfoque na sustentabilidade e produtividade, pois alguns à base de fósforo e silício são citados na literatura como indutores de resistência (SCOTT et al, 2015). Segundo Nojosa et al. (2005), isso deve-se ao aumento da assimilação na presença do fósforo e potássio, ativando mecanismos de defesa e produzindo fitoalexinas. Porém, poucos são os resultados encontrados sobre o uso de fosfitos no controle de doenças e sanidade de sementes. Visto isso, o objetivo deste estudo foi verificar a eficiência dos produtos à base de fosfitos no controle de doenças e sanidade de sementes de milho, atualmente, fertilizantes à base de fósforo e silício estão entre os produtos citados na literatura como indutores de resistência (DATNOFF et al., 2001) principalmente contra Oomycotas (SANTOS et al., 2011).

Os resultados indicam menores porcentagens de plântulas na primeira contagem (tabelas 4, 5) foi o tratamento T6 - Fludioxonil + Metalaxil-M + Complexo nutricional; e o melhor tratamento T10 - Fertilizante mineral a base de Silício com uma diferença percentual de 53%, e comparando os índices de infecções, com e sem inoculante, o pior resultado foi o T11 - Complexo nutricional + Fertilizante mineral a base de Silício onde reduziu drasticamente a germinação, de 92% para 19% sem inoculante, o qual apresentou diferença estatística. Autores como Borin (2017), encontraram efeito positivo, usando fungicidas aliados a fosfitos de potássio e de cobre, e os complexos nutricionais, mantiveram o potencial fisiológico das sementes de milho.

Apesar dos testes de germinação em rolo de papel e areia terem obtido resultados semelhantes, apenas em alguns tratamentos em rolo apresentaram reduções nas germinações, e quando levados á areia aumentaram seu índice de plântulas normais, apresentando os seguintes resultados, conforme (tabelas 5 e 8), T2 de 58% de germinação em rolo para 92% de germinação em areia, assim respectivamente para os tratamentos, T3 de 64% para 89%, T4 de 74% para 81%, T5 de 64% para 90% e T6 de 46% para 93% de germinação.

De acordo, Bizetto e Homechin (1997), avaliando a germinação de sementes de soja com altos índices de *Phomopsis sojae*, também constataram que a germinação em areia apresentou número de plântulas normais superior ao do teste padrão de germinação em rolo de papel. Autores também relataram a superioridade do teste de emergência com o emprego de solo ou areia como substrato em relação aos percentuais de germinação obtidos no teste de germinação padrão em rolo de papel (HENNING & FRANÇA NETO, 1980)

Segundo França Neto e Henning (1984), a plântula lança mão de mecanismos de defesa, onde provavelmente, este fato é devido ao mecanismo de escape, no qual a plântula ao emergir, libera o seu tegumento infectado no solo, enquanto que no teste de germinação em rolo de papel, o tegumento infectado pelo patógeno, permanecem em contato com os cotilédones, causando a deterioração aos tecidos das sementes, reduzindo assim o número de plântulas normais. Por isso a importância de uma avaliação sanitária, na qual a partir dela a adequação do melhor teste de germinação, que possa representar a real qualidade do lote, sem mascarar os resultados potenciais destes lotes em virtude da presença de patógenos.

Para variável germinação de plântulas (tabelas 5), a maioria dos tratamentos obtiveram resultados satisfatórios, exceto T6 e T2, sendo os mesmos responsáveis por maiores nº de plântulas anormais (tabelas 6), no nível 5% de infecção e entre os tratamentos SI (Sem Inoculante) e CI (Com Inoculante), T2 apresentou menor nº de anormais quando as sementes estavam também tratadas com inoculante bacteriano, porém nos níveis de infecção 10% e 30% quando tratadas com inoculante bacteriano apresentaram menores percentuais de anormais. De maneira geral os tratamentos apresentaram um menor nº de plântulas anormais, quando tratados com inoculante bacteriano e

no lote com percentual de 10% de infecção, destacando o tratamento melhor T2, diferentemente do apresentado do lote com 5% de infecção.

Para identificar lotes de sementes de alto vigor, tanto nos aspectos fisiológicos quanto sanitário, um dos testes que auxiliam nestas avaliações é a produção de matéria seca, onde podemos inferir que plântulas com maior produção de matéria seca, possuem taxa de crescimento mais rápida e maior área foliar, durante os estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, refletindo em todo ciclo. Quando uma plântula possui algum patógeno que foi transmitido via semente, seu desenvolvimento conseqüentemente é reduzido, gerando plantas menos produtivas no campo.

Massa seca (tabela 7) correspondeu a quantidade de sementes normais que o tratamento obteve, mas chama-se atenção para o tratamento T6, que obteve o menor peso. Os menores pesos comparando os níveis de infecção do patógeno, observou-se nos T1, T5, T9 e T11, que os produtos utilizados de maneira única sem associações, não atingiram resultado satisfatórios como na utilização de maneira combinada.

Autores como Pereira et al. (2009), observaram que mesmo utilizando lotes com 20% de infecção por *C. truncatum* houve um aumento na incidência do patógeno nos tratamentos de até 40% de incidência. É possível que ao realizar a homogeneização das sementes, ocorreu contaminação das sementes não inoculadas, com as sementes já inoculadas com o patógeno *C. truncatum*, demonstrando que alguns produtos fitossanitários não são suficientemente eficazes no controle de altos índices de contaminação de lotes, resultados que corroboram com os encontrados neste trabalho nos lotes com 30% de infecção.

Assim como observado nos parâmetros de qualidade fisiológica das sementes, quando as sementes foram tratadas com tiofanato metílico, a matéria seca da parte aérea e de raízes foram reduzidos significativamente em relação às sementes não tratadas nos tratamentos com 20% de infecção (Tabela 7). O vigor das sementes pode afetar a produção de matéria seca e a taxa de crescimento das plantas (SCHUCH et al. 2000; KOLCHINSKI et al., 2005). Desse modo, provavelmente a redução no vigor das sementes por tiofanato metílico, verificada nos testes de massa seca refletiram no menor crescimento das plantas.

A germinação em areia (tabela 8) permite o desenvolvimento melhor de um maior nº de plântulas normais em cada tratamento, inclusive nos sem inoculante bacteriano e no nível 30% de infecção por *C. truncatum*, apresentaram germinação de 67% a 80%. Enquanto que no nível de 5% os índices de germinação foram todos 81% a 96%, no nível de 10% de infecção obtiveram germinações entre 72% e 87%. Nos tratamentos com inoculante bacteriano estes índices de germinação foram maiores. Autores como Tunes et. al (2021), descrevem como o substrato mais indicado para sementes de soja quimicamente tratadas, a areia, corroborando com os resultados aqui encontrados. Também é possível notar um melhor desempenho dos tratamentos com 30% de *C. truncatum*, onde no tratamento T1 quando submetido ao rolo de papel obteve 49% de germinação em contrapartida, ao comparar o mesmo tratamento em areia, com alto índice de patógeno, ele alcançou 80% de germinação em areia. Demonstrando ser indicado não somente para sementes quimicamente tratada, mas para lotes com altos índices de infecção por patógenos transmitidos por sementes como *C. truncatum*.

Tabela 4. Primeira contagem de Germinação (PCG) provenientes de lotes de sementes de soja cultivar TMG 7262, com três níveis (5%, 10% e 30%) de infecção por *Colletotrichum truncatum*, SI (Sem Inoculante bacteriano), e com CI (Com Inoculante bacteriano). FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2021.

Tratamento	5%		10%		30%	
	SI	CI	SI	CI	SI	CI
T1	88 A	85 B	60 D	78 B*	33 F	67 C*
T2	58 C*	48 D	72 C	90 A*	72 B	64 C
T3	64 C*	50 D	76 B	86 A*	71 B	71 C
T4	71 B	81 C*	20 E	86 A*	13 H	26 E*
T5	63 C	84 B*	82 B	85 A	48 D	88 A*
T6	43 D	70 C*	75 B	86 A*	42 E	77 B*
T7	91 A	88 A	86 A	91 A	84 A	85 A
T8	89 A	93 A	81 B	89 A*	84 A	86 A
T9	91 A	89 A	66 D	85 A*	56 C	78 B*
T10	96 A	91 A	82 B	90 A*	77 B	78 B
T11	92 A	91 A	66 D	88 A	19 G	49 D
T12	89 A	87 A	89 A*	78 B	15 I	22 E*
T13	91 A	90 A	89 A	88 A	75 B	78 B
CV%	3,12%					

Médias que apresentam mesma letra minúscula na coluna, comparando produtos, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$). * e NS significativo e não significativo, pelo teste t ($p \leq 0,05$) comparando SI (Sem Inoculante bacteriano) com CI (Com Inoculante Bacteriano) dentro de cada nível de infecção (5%, 10% e 30%).

Tabela 5. Germinação de plântulas (G) provenientes de lotes de sementes de soja cultivar TMG 7262, com três níveis (5%, 10% e 30%) de infecção por *Colletotrichum truncatum*, SI (Sem Inoculante bacteriano), e com CI (Com Inoculante bacteriano). FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2021.

Tratamento	5%		10%		30%	
	SI	CI	SI	CI	SI	CI
T1	95 A*	87 B	60 C	83 B*	49 C	67 C*
T2	59 C*	50 D	75 B	91 A*	71 B*	64 C
T3	65 C*	51 D	84 A	87 A	71 B	71 C
T4	74 B	81 B*	64 C	87 A*	50 C	58 D*
T5	64 C	85 B*	77 A	91 A*	70 B	91 A*
T6	46 D	71 C*	75 B	88 A*	48 D	89 A*
T7	94 A	92 A	86 A	92 A	85 A	87 A
T8	92 A	95 A	83 A	90 A	85 A	88 A
T9	93 A	94 A	67 C	86 A*	56 C	78 B*
T10	96 A	94 A	82 A	91 A*	77 B	83 B
T11	93 A	93 A	67 C	88 A*	45 D	49 D*
T12	91 A	90 A	91 A*	78 B	40 D	52 D*
T13	98 A	97 A	93 A	95 A	81 A*	79 B
CV%	2,75%					

Médias que apresentam mesma letra minúscula na coluna, comparando produtos, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$). * e NS significativo e não significativo, pelo teste t ($p \leq 0,05$) comparando SI (Sem Inoculante bacteriano) com CI (Com Inoculante Bacteriano) dentro de cada nível de infecção (5%, 10% e 30%).

Tabela 6. Plântulas anormais (PA), provenientes de lotes de sementes de soja cultivar TMG 7262, com três níveis (5%, 10% e 30%) de infecção por *Colletotrichum truncatum*, SI (Sem Inoculante bacteriano), e com CI (Com Inoculante bacteriano). FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2021.

Tratamento	5%		10%		30%	
	SI	CI	SI	CI	SI	CI
T1	5,0 D	13 C*	37 B*	15 A	44 B*	32 C
T2	41 B	50 A*	23 C*	7,0 B	29 C	34 C
T3	35 B	49 A*	15 D	12 B	25 C	27 C
T4	26 C*	19 C	36 B*	11 B	40 B	42 B*
T5	36 B*	15 C	18 D*	8,0 B	25 C*	9,0 E
T6	54 A*	29 B	25 C*	11 B	50 A*	11 E
T7	6,0 D	8,0 E	13 D	7,0 B	15 D	12 E
T8	8,0 D	5,0 D	15 D	10 B	15 D	11 E
T9	7,0 D	6,0 D	31 B*	12 B	41 B*	20 D
T10	4,0 D	6,0 D	18 D*	8,0 B	21 C	15 D
T11	7,0 D	7,0 D	32 B*	10 B	47 A	48 A
T12	8,0 D	10 D	8,0 E	20 A*	51 A*	40 B
T13	2,0 E	3,0 F	7,0 E	5,0 B	17 D	19 D
CV%	10,04%					

Médias que apresentam mesma letra minúscula na coluna, comparando produtos, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$). * e NS significativo e não significativo, pelo teste t ($p \leq 0,05$) comparando SI (Sem Inoculante bacteriano) com CI (Com Inoculante Bacteriano) dentro de cada nível de infecção (5%, 10% e 30%).

Tabela 7. Massa seca (MS), provenientes de lotes de sementes de soja cultivar TMG 7262, com três níveis (5%, 10% e 30%) de infecção por *Colletotrichum truncatum*, SI (Sem Inoculante bacteriano), e com CI (Com Inoculante bacteriano). FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2021.

Tratamento	5%		10%		30%	
	SI	CI	SI	CI	SI	CI
T1	5,9 A	5,9 A	3,8 B	5,5	2,4 D	4,2 B
T2	4,2 B	3,0 C	5,2 A	5,8	4,2 B	4,7 B
T3	4,7 B	3,1 C	5,3 A	5,8	4,8 A	4,8 B
T4	4,2 B	5,4 A*	0,8 C	5,8	1,3 E	1,8 D
T5	3,6 C	5,4 A*	5,5 A	6,2	4,5 B	5,7 A
T6	3,3 C	4,1 B	4,9 A	5,8	2,8 D	5,4 A
T7	6,3 A	5,9 A	5,8 A	5,9	5,8 A	5,8 A
T8	6,2 A	6,5 A	5,1 A	5,6	5,5 A	5,5 A
T9	6,2 A	5,8 A	4,5 B	5,5	3,2 C	5,4 A
T10	6,1 A	6,1 A	5,5 A	6,2	5,1 A	4,9 B
T11	6,3 A	5,7 A	4,2 B	5,6	1,5 E	2,9 C
T12	6,1 A	5,9 A	6,1 A	5,2	1,1 E	1,3 D
T13	6,3 A	6,6 A	6,0 A	6,0	1,0 E	1,1 D
CV%	9,75%					

Médias que apresentam mesma letra minúscula na coluna, comparando produtos, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$). * e NS significativo e não significativo, pelo teste t ($p \leq 0,05$) comparando SI (Sem Inoculante bacteriano) com CI (Com Inoculante Bacteriano) dentro de cada nível de infecção (5%, 10% e 30%).

Tabela 8. Germinação de plântulas em areia (GA) provenientes de lotes de sementes de soja cultivar TMG 7262, com três níveis (5%, 10% e 30%) de infecção por *Colletotrichum truncatum*, SI (Sem Inoculante bacteriano), e com CI (Com Inoculante bacteriano). FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2021.

Tratamento	5%		10%		30%	
	SI	CI	SI	CI	SI	CI
T1	95 A	90 A	78 C	82 B	80 A	79 A
T2	92 A	90 A	72 C	90 A	76 A	73 A
T3	89 B	89 B	83 B	87 B	71 A	71 A
T4	81 B	86 B	78 C	81 B	60 B	66 B
T5	90 A	93 A	82 B	90 A	74 A	76 A
T6	93 A	96 A	80 B	88 B	72 A	78 A
T7	94 A	92 A	87 A	92 A	71 A	74 A
T8	92 A	95 A	84 B	86 B	75 A	76 A
T9	93 A	94 A	87 A	85 B	72 A	74 A
T10	96 A	94 A	84 B	90 A	75 A	77 A
T11	93 A	94 A	75 C	84 B	67 C	69 B
T12	88 A	90 A	75 C	78 C	58 D	60 B
T13	92 A	94 A	77 C	80 B	61 B	62 B
CV%	5,00%					

Médias que apresentam mesma letra minúscula na coluna, comparando produtos, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$). * e NS significativo e não significativo, pelo teste t ($p \leq 0,05$) comparando SI (Sem Inoculante bacteriano) com CI (Com Inoculante Bacteriano) dentro de cada nível de infecção (5%, 10% e 30%).

Quando fala-se em patógenos transmitidos por sementes, significa que os mesmos estão associados às sementes, e são transportados de duas maneiras: infecção ou infestação (contaminação). A infecção implica que o patógeno é transportado internamente nos tecidos das sementes, tanto no tegumento como no embrião. Quando um patógeno é transportado passivamente, ele é um contaminante ou infestante. Neste caso, o patógeno localiza-se sobre a superfície da semente sem penetrar nos tecidos internos. Quando as sementes são colonizadas por *Colletotrichum truncatum*, apresentam áreas com manchas marrons escuras, enrugadas com uma massa de coloração salmão contendo milhares de esporos emergindo de seus acérvulos que ficam colonizados no tegumento da semente (AGARWAL & SINCLAIR, 1987).

Para o desenvolvimento de medidas de controle em sementes com diferentes incidências de fungos fitopatogênicos, realizam-se estudos envolvendo a inoculação artificial do fungo foco do estudo, sendo imprescindível que haja este patógeno nas sementes para realização de diversos testes de controle de doenças (OLIVEIRA et al., 2021).

A técnica de inoculação artificial permite auxiliar estudos, deste patógeno entre outros de importância econômica, por isso há necessidade, de se utilizar sementes contendo inóculo com graus diferenciados de incidência, conforme mostra a (tabela 9), onde utilizou-se 5%, 10% e 30% de incidência/infecção de *C. truncatum* nos lotes avaliados.

Autores como Tanaka et al. (1989) e Menten, (1991) relataram a dificuldade de se obter sementes com diferentes níveis infecção, o que tornou essa técnica muito importante e necessária para reproduzir sintomas típicos de cada patógeno, de cada doença, facilitando a aplicabilidade para os estudos de detecção, patogenicidade, transmissibilidade, melhoramento genético do hospedeiro, e principalmente para o controle dos mesmos.

Identificar e conhecer a quantidade de inóculo em uma semente, ou em um lote de sementes, através do teste de sanidade de sementes “Blotter – test” e da inoculação artificial, permitem avaliar e quantificar os patógenos que infestam ou infectam as sementes, podendo assim inferir através de porcentagens de incidência o quão este lote tem o poder de ser um disseminador e causador de doenças em uma lavoura.

No entanto, segundo Tanaka; Machado (1985) nenhum tipo de associação de patógeno com as sementes assegura o desenvolvimento de doenças por ocasião da semeadura, embora todos os patógenos presentes nas sementes sejam potencialmente capazes de desencadear o processo doença, mas para dar início a doença é necessário completar o triângulo com os três elementos, hospedeiro suscetível, patógeno virulento e ambiente favorável (AGRIOS, 2004).

Segundo Tanaka et al. (1989), ao realizar inoculações em sementes de algodão com *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*, verificou que o contato das sementes com o inóculo, é variável e dependente do tempo de exposição das sementes com o patógeno, onde constatou que a partir de 12 horas ocorreu a infecção, decorrente da penetração do fungo pelo tegumento, elegendo como ideal o período de 24 horas de exposição ao patógeno, ressaltando que em períodos menores corre-se o risco de não haver penetração em nível satisfatório, no entanto neste trabalho pode-se verificar sucesso na inoculação com 6 horas de contato, um tempo menor, se tratando de uma espécie diferente, *C. truncatum*.

Estudos com uma espécie mais agressiva, *C. dematium* var. *truncata*, constatou que não há necessidade de prolongamento do tempo de exposição das sementes ao inóculo, visto que, no menor tempo utilizado, de 48 horas, obteve-se quase 100% de infecção, um tempo muito superior ao encontrado neste trabalho, tal fato pode estar muito relacionado com a cultivar envolvida e a espécie do patógeno avaliado (MACHADO et. al, 2001 & TANAKA et al. 1989). Esses autores ainda afirmam que uma vantagem desse método de inoculação das sementes por contato, é proporcionar a obtenção de sementes infectadas de maneira bastante semelhante a que ocorre naturalmente em uma lavoura, porém em níveis desejados e pré-estabelecidos para o estudo direcionado.

A qualidade sanitária de sementes possui vários fatores que podem variar de ano para ano e de local para local, em função das variações naturais das condições ambientais, prevalência de raças dos patógenos, principalmente entre o gênero *Colletotrichum*, suscetibilidade das cultivares e manejo das práticas culturais (FARIAS, 2007).

Ainda há carência de padrões de qualidade sanitária em sementes, não com intuito de inviabilizar a negociação e comercialização de sementes no país,

mas sim assegurar a circulação de sementes saudáveis, minimizando os riscos do produtor semear sementes infestadas ou infectadas por patógenos que poderão comprometer sua produção em virtude das doenças, e também impossibilitar algumas áreas de cultivo por anos (MACHADO, 1994; NASSER, 2001).

Conforme a (tabela 9) observa-se que os lotes de sementes que foram realizadas inoculações artificiais a 5% de infecção pelo patógeno *C. truncatum*, e após submetidos aos tratamentos, sete entre os treze tratamentos apresentaram controle total do patógeno 0,00%, os tratamentos que apresentaram melhores resultados obtinham princípios ativos Fludioxonil + Metalaxil-M dos grupos químicos acilalaninato e fenilpirrole, é um fungicida para controle de doenças que causam *damping off*, na cultura da soja os patógenos controlados são aqueles que causam podridão da semente, como antracnose causada por *Colletotrichum truncatum*. (ADAPAR, 2016).

Porém estes resultados vão de encontro aos resultados obtidos por Giebelmeier et al. (2012), no qual a utilização de Metalaxyl-M + Fludioxonil obteve baixa eficiência no controle de *C. truncatum*.

De acordo com alguns autores ao estudar o efeito fisiológico de inseticida e fungicida no tratamento de sementes de soja, não constataram alteração no vigor e na emergência das sementes tratadas com Bifentrina + Imidacloprido, Thiamethoxam, e Metalaxyl-M + Fludioxonil, pelo fato de controlarem o fungo auxiliando em uma melhor emergência em virtude de sua sanidade adequada (NASSER, 2001; COSTA, 2018)

A garantia de melhor desempenho na produtividade de determinada cultura depende, essencialmente, da utilização de sementes saudáveis, isentas de doenças e cultivares resistentes (PEREIRA et al., 2009). A presença da flora fúngica nas sementes colhidas foram analisadas, porém especialmente na detecção do agente causal da antracnose. A incidência máxima observada foi 3.00% para *Colletotrichum truncatum* (Tabela 9)

A incidência de *C. truncatum*. foi registrada em baixos níveis nas sementes de soja (0.00 a 3.00%). Apesar de aparentemente serem níveis baixos de incidência, se for considerado que são semeadas 300.000 sementes ha⁻¹, serão 9.000 sementes (Número de sementes contaminadas representadas por 3.00%) com a presença do fungo, podendo então ser um risco a produção, apesar da qualidade sanitária das sementes possuírem vários fatores que

podem variar de ano para ano e de local para local, em função das variações naturais das condições ambientais, a prevalência de raças dos patógenos, principalmente entre o gênero *Colletotrichum*, ainda assim merecem atenção na hora do manejo correto com lotes de sementes com determinado índice de *C. truncatum* (FARIAS, 2007).

Danelli et al. (2011), avaliaram a incidência de fungos em sementes obtidas em função do emprego dos diferentes tratamentos de semente e parte aérea, para as cultivares Fundacep 53 RR e Fundacep 55 RR e a incidência de *Colletotrichum truncatum* variou de 0,10 a 2,16%, sendo semelhante à encontrada neste trabalho. Somente o fungicida epoxiconazol + Piraclostrobina aplicado na parte aérea não controlou a incidência de *Colletotrichum* sp. em sementes, Carbendazim utilizado isoladamente ou em associação com epoxiconazol+ piraclostrobina ou ciproconazol + picoxistrobina, apresentaram os melhores resultados. Os dois fungicidas, utilizando apenas epoxiconazol + piraclostrobina e ciproconazol + picoxistrobina não obtiveram diferença entre si.

O tratamento que apresentou menor controle de *C. truncatum* foi o T10 – fertilizante mineral a base de silício, utilizado de maneira isolada, reduziu em torno de 2.50% o patógeno nas sementes, não oferecendo controle total do patógeno por não possuir em sua formulação princípios ativos fungicidas, porém o produto demonstrou um poder fungistático onde os compostos químicos não controlaram totalmente o fungo, apenas inibiram, temporariamente, a germinação dos esporos, podendo assim reduzir eventualmente sua incidência (GARCIA, 1999; BALARDIN, 2002).

C. truncatum, além de ocasionar necroses no início do desenvolvimento da cultura, ele também acomete a parte aérea da planta, como a manchas necróticas (castanho-escura e negras) em caules, pecíolos, folhas e legumes. Em folhas, os sintomas ocorrem na epiderme das nervuras, ocasionando uma necrose descontínua e deprimida e nos pecíolos podem evoluir e induzir o “estrangulamento” e a queda prematura de folhas. Para o controle desta doença nestes estágios, nos programas de manejo químico em parte aérea podem vir a ser manejados através do tratamento das sementes com produtos sistêmicos, visto que os produtos para parte aérea são aplicados a partir dos 30 dias após a emergência da planta (DIAS et al., 2016; DORNELES et al., 2020).

A aplicação de fertilizantes á base de silício nas sementes, além da utilização de fungicidas, vem proporcionando ação fisiológica nas plantas, promovendo um crescimento mais vigoroso e conseqüentemente trazendo maiores benefícios as plantas por conseguirem retardar efeitos negativos ocasionados pela evolução da doença, alguns destes benefícios foram encontrados em trabalhos com a cultura do arroz e da cevada, onde a utilização de fertilizantes silicatados reduziu a severidade da mancha marrom em plantas de cevada com até 30 dias (TUNES et al., 2014, MACHADO & QUEIROZ 2018, DORNELES et al., 2020).

Dessa forma, podemos inferir que a proteção no estágio inicial da cultura da soja pelo tratamento de semente, auxilia na redução do desenvolvimento da antracnose, uma vez que reduziu a quantidade de inóculo na semente, permitindo um melhor desenvolvimento da planta comparado aos outros tratamentos, como o apresentado na produção de sementes, onde o número e peso de sementes na utilização do fertilizante isoladamente, obteve resultados estatisticamente igual aos demais tratamentos que receberam fungicidas.

Ao testar os tratamentos nas sementes com o nível de infecção 10% de *C. truncatum*, as reduções na incidência também foram satisfatórias, porém nem tanto quanto o nível de 5% de infecção que apresentou maior número de tratamentos com controle total do fungo. Os tratamentos que proporcionaram os melhores controles, no nível de infecção de 10% de *C. truncatum* foram representados pelos tratamentos T5 - Fludioxonil + Metalaxil-M; T6 - Fludioxonil + Metalaxil-M + Complexo nutricional; T7 - Fludioxonil + Metalaxil-M + Complexo nutricional + Fertilizante mineral a base de Silício; T9 - Complexo nutricional e T11 - Complexo nutricional + Fertilizante mineral a base de Silício que obtiveram reduções na incidência do fungo de 3,00 a 3,50% nos lotes testados. Estes tratamentos evidenciaram que ao utilizar o fertilizante complexo nutricional em associação com outros produtos fitossanitários, pode ser uma alternativa na redução de incidência destes patógenos em lotes de sementes comerciais.

Em lotes com 30% de incidência de *C. truncatum*, o controle mais acentuado foi apresentado pelo tratamento T7 - Fludioxonil + Metalaxil-M +Complexo nutricional com 21% de redução da incidência do patógeno, seguidos do T5 - Fludioxonil + Metalaxil-M com redução de 19%, e 18% para T4 - Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil + Fertilizante mineral a base de

Silício, o tratamento com baixa porcentagem de controle foi T1 - Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil com apenas 7,5% de redução, chegando perto dos índices apresentados no T12 onde a semente foi tratada apenas com água e sua redução foi de apenas 4,0% de incidência do patógeno. Porém a grande maioria dos tratamentos conseguem obter uma redução em torno de 50% do patógeno quando a incidência é alta (tabela 9).

Tabela 9. Percentual de sementes que apresentaram incidência de *Colletotrichum truncatum* no teste de patologia de sementes em lotes submetidos a infecção artificial nas porcentagens de 5%, 10% e 30%, e tratados com fertilizantes, produtos fitossanitários, inoculante bacteriano. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2021.

Tratamentos	5% Infecção	10% Infecção	30% Infecção
T1 - Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil	0,50	9,00	22,50
T2 - Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil + Complexo nutricional	0,50	8,00	15,00
T3 - Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil + Complexo nutricional + Fertilizante mineral a base de Silício	1,00	8,50	13,00
T4 - Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil + Fertilizante mineral a base de Silício	1,00	11,00	12,00
T5 - Fludioxonil + Metalaxil-M	0,00	6,50	11,00
T6 - Fludioxonil + Metalaxil-M + Complexo nutricional	0,00	6,50	15,00
T7 - Fludioxonil + Metalaxil-M + Complexo nutricional + Fertilizante mineral a base de Silício	0,00	7,00	9,00
T8 - Fludioxonil + Metalaxil-M + Fertilizante mineral a base de Silício	0,00	7,50	15,00
T9 - Complexo nutricional	0,00	6,50	16,00
T10 - Fertilizante mineral a base de Silício	2,50	8,00	16,00
T11 - Complexo nutricional + Fertilizante mineral a base de Silício	0,00	7,00	12,00
T12 - Água + Semente com fungo inoculado	6,00	14,00	26,00
T13 - Água + Semente sem fungo inoculado	0,00	0,00	0,50

Os dados apresentados estão em porcentagem de incidência fúngica, conforme as (Figuras 1 ao 13). Haja vista, a não possibilidade do teste de comparação de médias para a incidência, observa-se na análise comparativa de grupos de tratamentos, em que a testemunha e o controle, apresentou incidência de do fungo e na sanidade pós colheita, a presença do fungo na maioria dos testes foi praticamente zero, o que reafirma a baixa incidência de transmissibilidade do patógeno, através da semente-planta-semente.

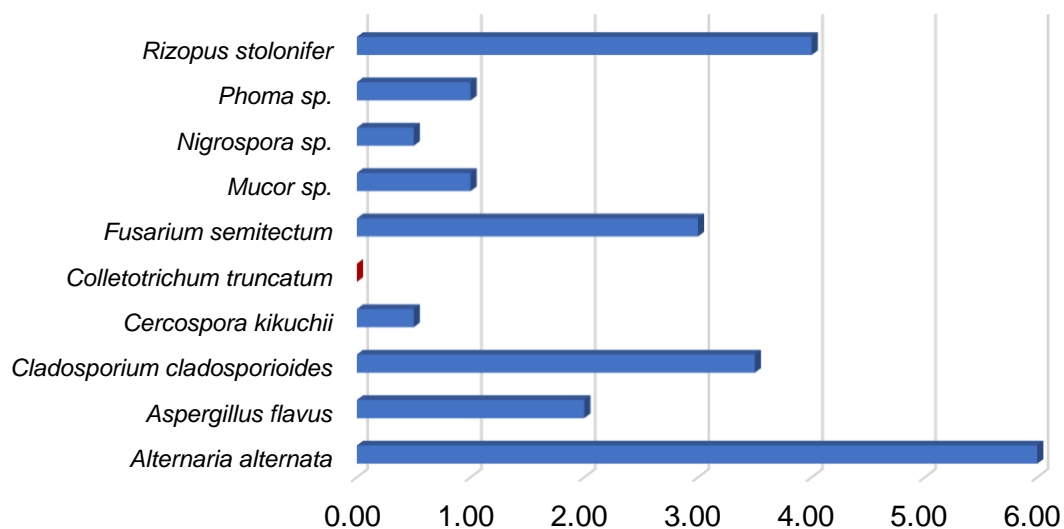


Figura 1: Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T1 = Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil.

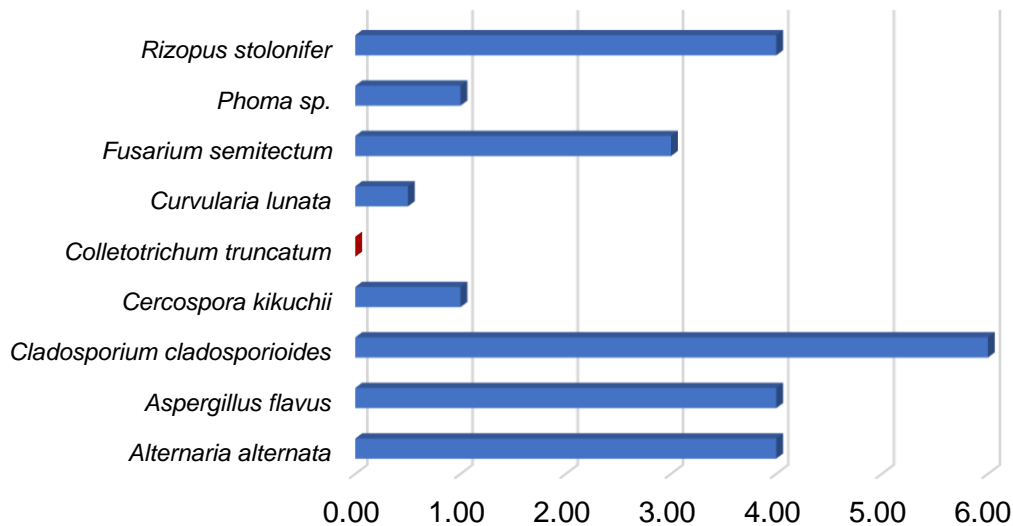


Figura 2: Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T2 = Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil + Complexo nutricional.

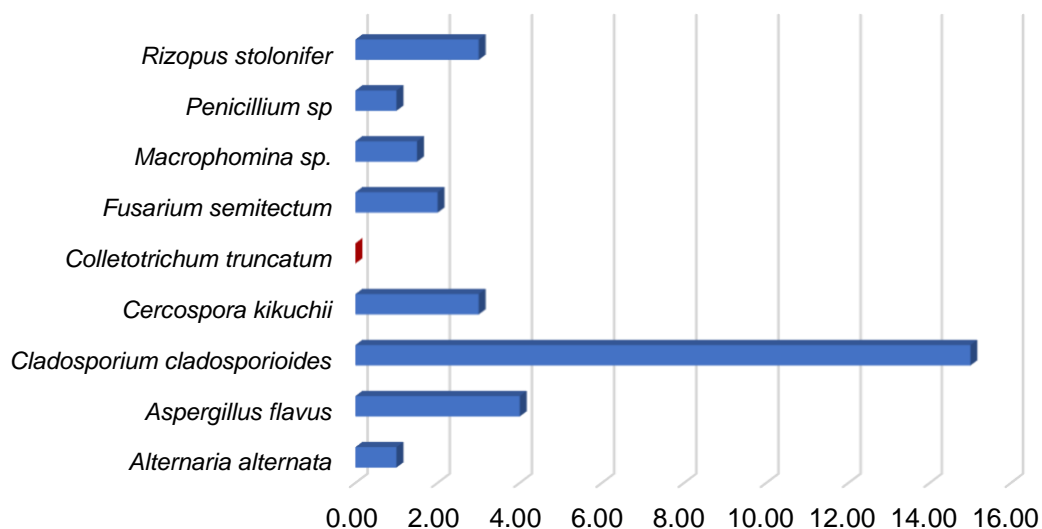


Figura 3: Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T3 - Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil + Complexo nutricional + Fertilizante mineral a base de Silício

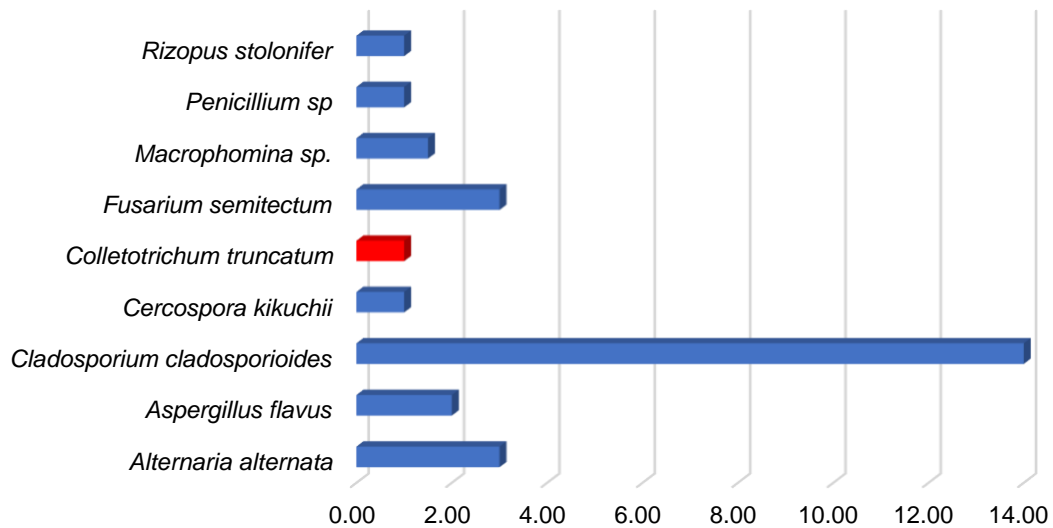


Figura 4: Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T4 - Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil + Fertilizante mineral a base de Silício.

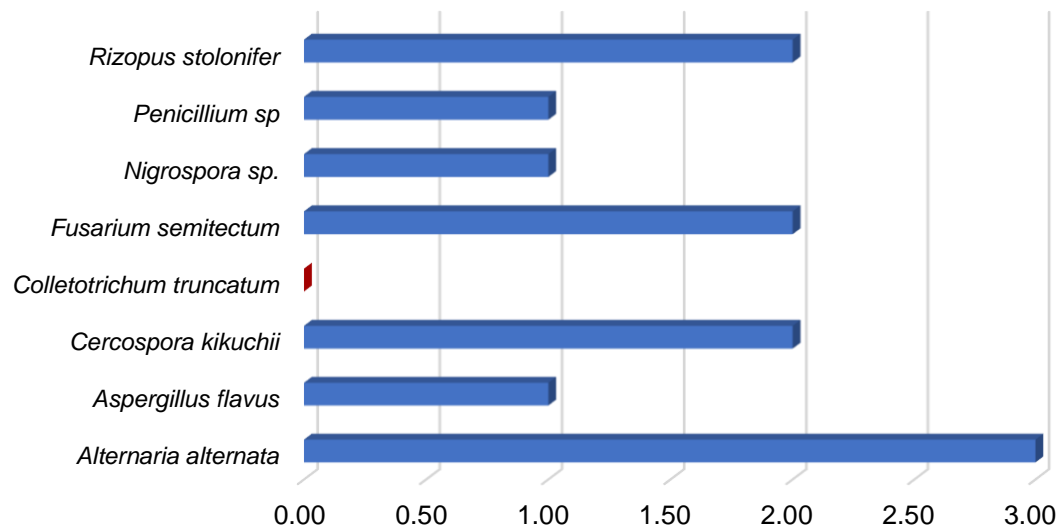


Figura 5: Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T5 - Fludioxonil + Metalaxil-M.

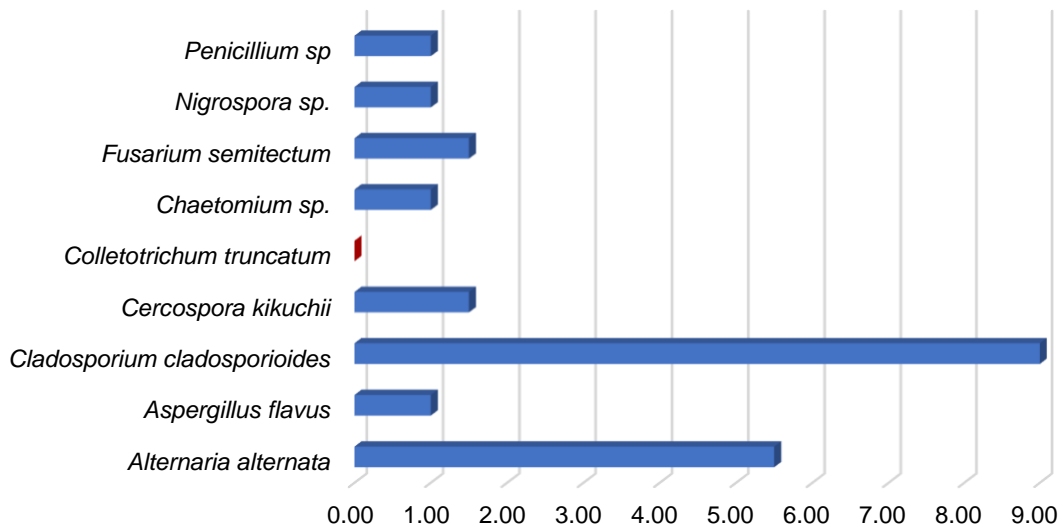


Figura 6: Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T6 - Fludioxonil + Metalaxil-M Complexo nutricional.

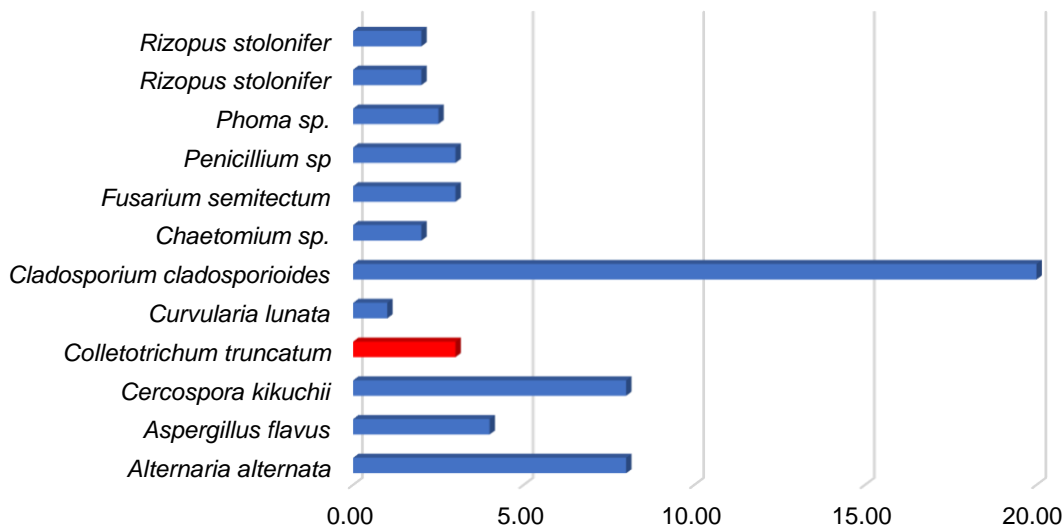


Figura 7: Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T7-Fludioxonil + Metalaxil-M + Complexo nutricional + Fertilizante mineral a base de Silício.

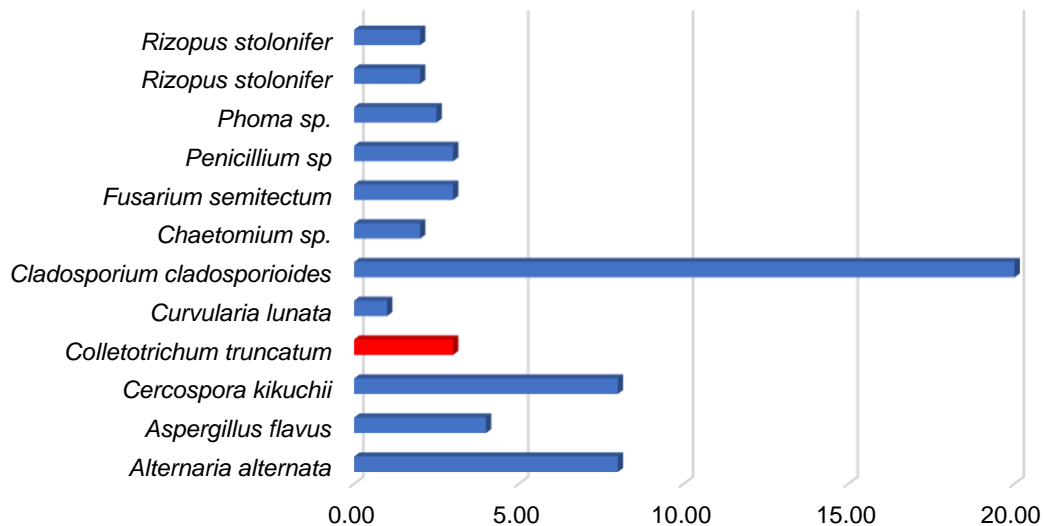


Figura 8: Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T8 - Fludioxonil + Metalaxil-M + Fertilizante mineral a base de Silício.

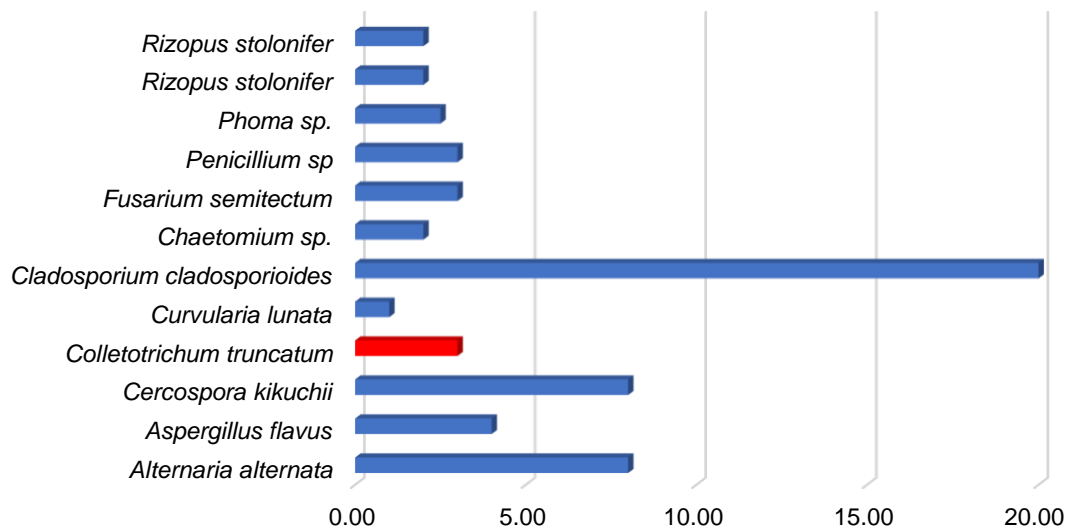


Figura 9: Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T9 Complexo Nutricional.

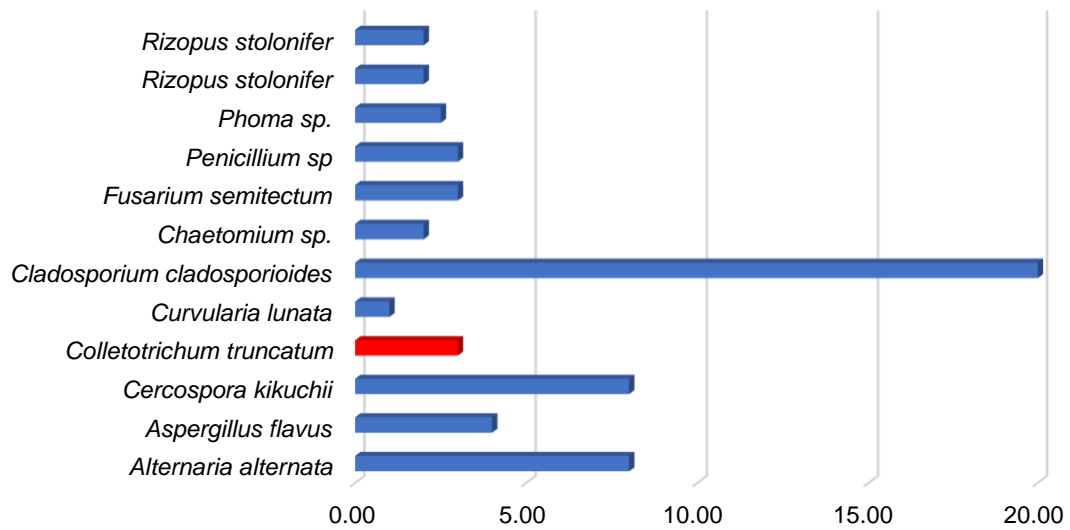


Figura 10: Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T10 - Fertilizante mineral a base de Silício.

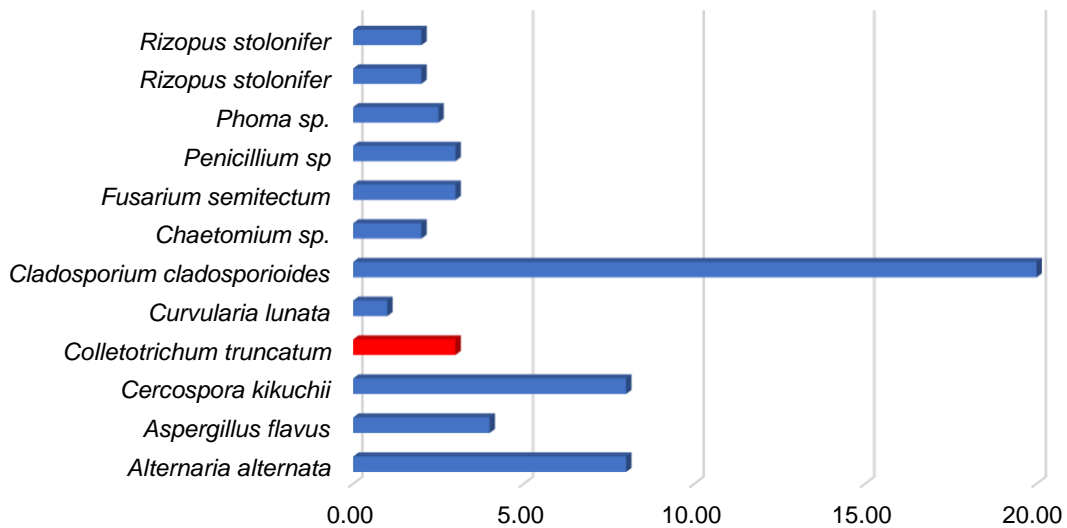


Figura 11: Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T11 - Complexo nutricional + Fertilizante mineral a base de Silício.

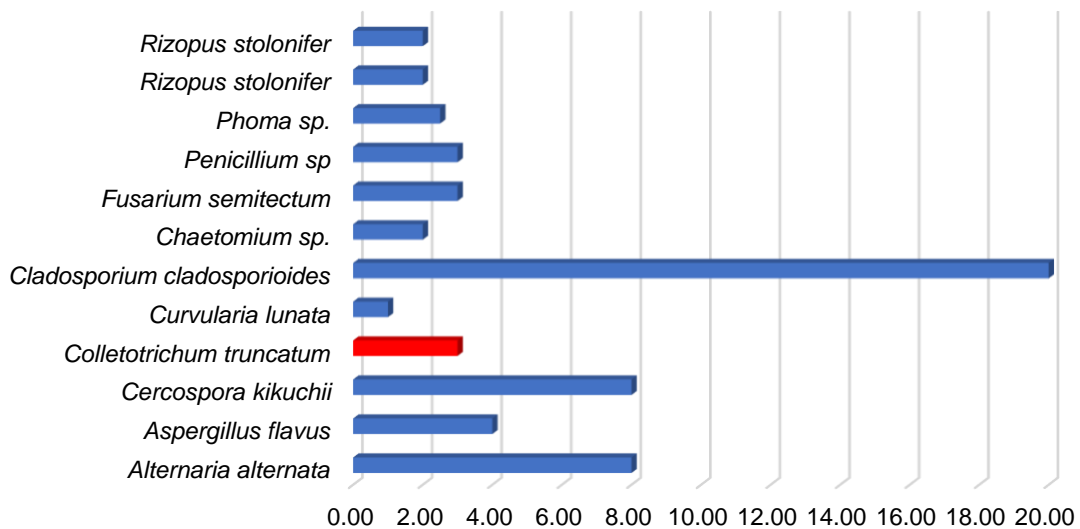


Figura 12: Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T12 – Água + patógeno inoculado.

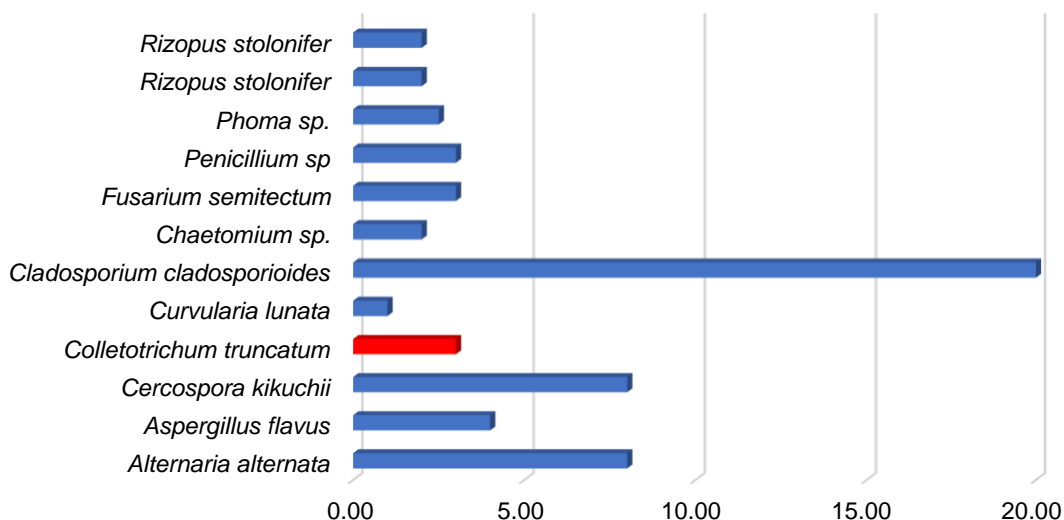


Figura 13: Incidência fúngica (%), avaliada através do (*Blotter-test*) para verificação da transmissão de *C. truncatum* da semente infectada, para planta e da planta para as sementes colhidas. As sementes infectadas com o patógeno foram submetidas ao tratamento T13 – Água sem patógeno inoculado.

Conclusões

Pode-se inferir que, um lote de sementes que possui uma porcentagem de infecção de 5% de *C. truncatum*, pode ser reduzido até 0%, demonstrando que os tratamentos utilizados conseguem apresentar um nível de controle satisfatório. Já lotes com 10% de infecção, reduzem cerca de 3,5% na incidência. Entretanto, lotes com 30% de incidência de *C. truncatum*, a maioria dos tratamentos não demonstraram reduções satisfatórias do fungo, apenas o tratamento T7 - Fludioxonil + Metalaxil-M + Complexo nutricional, reduziu 21% da presença do patógeno, porém nenhum tratamento apresentou controle total do fungo nas sementes com alto índice de infecção.

Fertilizante a base de silício, e fertilizante complexo nutricional, e a associação destes, reduzem a incidência de *C. truncatum* nas sementes, auxiliam em melhor desenvolvimento da planta em sua fase inicial, com eficiência no controle de *C. truncatum* equivalente ao fungicida isolado, onde pode ser visto no tratamento T11 Complexo nutricional + Fertilizante mineral a base de Silício, nos níveis de infecção 5% reduziu para 0%, 10% reduziu 3%, e no nível de infecção de 30% reduziu 18% a incidência do patógeno.

Sobre a transmissibilidade do *C. truncatum* pode se observar, que não houve transmissão da semente-planta-semente, mas pode-se perceber uma diminuição nos componentes de rendimento, de plantas provenientes de semente infectadas por ele.

Considerações finais

Depois da realização dos experimentos apresentados, a principal consideração a ser feita é que são necessários estudos com o intuito de avaliar a frequência de transmissão deste patógeno, que além dos fatores ambientais, é necessário entender se a transmissão do patógeno é influenciada pela quantidade de inóculo na semente e sua localização de infecção na semente.

Há necessidade de padrões sanitários regionais, para segurança da produção Brasileira de sementes, com maior detalhamento fica clara. Assim como, o teste sanitário ser requerido com a mesma importância de outros testes fisiológicos exigidos para comercialização de sementes.

Outro fato de destaque é que os produtos fitossanitários aqui testados apresentaram redução no crescimento e incidência deste patógeno, todavia, quando utilizado de maneira associada, demonstra um menor efeito no controle de *C. truncatum*. Fato que pode estar ligado a uma maior diluição do produto diminuindo assim seu poder fungitoxico.

É pertinente aprofundar-se mais nas interações dos produtos fitossanitários com os fertilizantes e com o inoculante bacteriano utilizado. Afim de levantar dados sobre compatibilidade entre eles, o tempo de exposição dos mesmos às sementes tratadas, e as interações ecológicas.

Estudos com diferentes níveis de infecções artificiais, de patógenos de interesse demonstram uma técnica eficiente na avaliação da sanidade da semente, assim como a sua transmissibilidade.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de análise sanitária de sementes**. Brasília, DF: Mapa; ACS, 2009a. 200 p.

AGRIOS, G. N. Plant pathology. 5th ed. Amsterdam: **Elsevier Academic Press**, 922 p. 2004.

ABRASEM. Associação Brasileira de Sementes e Mudanças. Estatística da produção. ABRASEM, 2020. Disponível em <<http://www.abrasem.com.br/estatisticas/#>>. Acesso em: 14 nov. 2021.

ABRASEM - Associação Brasileira de Sementes e Mudanças. **Estatísticas**. [2019]. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/estatisticas/>>. Acesso em: 02 de janeiro de 2022.

ABRASS - Associação Brasileira dos Produtores de Sementes de Soja. **Sementes de Soja**. [2015]. Disponível em: <<http://abrass.com.br/semente-de-soja/>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2019.

AGARWAL, V. K.; SINCLAIR, J.B. **Principles of seed pathology**. Boca Raton: CRC Press, v.1, 175p. 1987.

AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO PARANÁ. Maxim xl. (Bula). Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2020-10/maximxl070218.pdf Acesso em: 1 fev. 2022.

ALVES, E.; AGUIAR, E.; PEREIRA, C.; MOREIRA, I.; LOPES FILHO, L. C.; SANTINI, J. M. K. Efeito do tratamento químico com inseticida/fungicida e polímero na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Científica**. v. 1, n. 5, p. 12-18, 2017.

ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; YORINORI, J.T.; SILVA, HENNING; A.A. Doenças da soja. In: KIMATI, H. AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (Eds.) **Manual de Fitopatologia**, v. 2. Doenças de plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, p. 642-664. 1997.

ALMEIDA, R.D. **Divergência genética entre cultivares de soja e correlações entre suas características, sob condições de várzea irrigada, no sul do**

Tocantins. 59f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Tocantins, Gurupi, TO. 2008.

ALMEIDA, A. S.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E.; LAUXEN, L. R. Desempenho fisiológico de sementes de aveia-preta tratadas com tiametoxam. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 33, n. 5, p. 1619-1627, 2012.

AMARO, H. T. R., COSTA, R. C., PORTO, E. M. V., ARAÚJO, E. C. M., & FERNANDES, H. M. F. Tratamento de sementes com produtos à base de fertilizantes e reguladores de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, 26(1), 222-242. 2020.

BALARDIN, R. S. **Doenças da soja**. Santa Maria, Ed. do Autor, 107 p, 2002.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; HIRAKURI, M.H.; FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; RIBEIRO, R.H. **Análise da área, produção e produtividade da soja no Brasil em duas décadas (1997-2016)**. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 21p.

BALESTRIN, J. T.; FRANDALOSO, D.; CASAGRANDE, R. Influência do tratamento de sementes e da profundidade de semeadura na emergência de plântulas de soja e feijão. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 49804–49810, 2020.

BARROS, H.B.; SEDIYAMA, T.; REIS, M.S.; CECON, P.R. Efeito da aplicação de fungicidas e da época de colheita na qualidade sanitária de sementes de soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 639-645, 2005.

BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. 3.ed. Illustrated general of imperfect fungi. Minneapolis: Minnesota: **Burgess Publication Co.**, 241p, 1972.

BASF. **The Chemical Company. Standak Top**. (Bula). Disponível em: <https://agriculture.basf.com/br/pt/protecao-de-cultivos-e-sementes/produtos/standak-top.html> Acesso em: 15 de setembro de 2021.

BEDIN, C.; MENDES, L.B.; TRECENTE, V.C.; LOPES, R.L.B.; BOSQUÊ, G.G. Técnicas disponíveis para o controle da ferrugem asiática na cultura da soja. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, n.12, 2007.

BEGUM, M.M.; SARIAH, M.; PUTEH, A.B.; ABIDIN, M.A.Z. Pathogenicity of *Colletotrichum truncatum* and its influence on soybean seed quality.

International Journal of Agriculture and Biology, Faisalabad, v. 10, n. 4, p. 393-398, 2008.

BENAVIDES, P. T.; SALAZAR, J.; DIWEKAR, U. Economic comparison of continuous and batch production of biodiesel using soybean oil. **Environmental Progress & Sustainable Energy**, v.32, p.11-24, 2013.

BERGAMIN FILHO, A.; KITAJIMA, E. W. A História da Fitopatologia. In: AMORIN, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia Volume I**. 5ª Ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 573 p. 2018.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. Seeds: physiology of development and germination. 2.ed. New York: **Plenum**, p 445. 1994.

BIZETTO, A.; HOMECHIN, M. Efeito do período e da temperatura de armazenamento na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja com altos índices de Phomopsis sojae (Leh.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.2, p. 196 – 303, 1997.

BHERING, L.L. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. **Crop Breeding and applied biotechnology**. v.17:187-190p. 2017.

BORIN, R.C. Fungicidas associados à fosfitos e complexos nutricionais interferem na qualidade de sementes de milho/ Regis Callegaro Borin Dissertação - Dois Vizinhos,79f. 2017.

BRASILa. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 399p. 2009.

BRASILb. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 200p 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 set. 2013, Seção I, p. 14. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/diarios/59354731/dousecao-1-20-09-2013-pg13>>. Acesso em: 20 de dezembro de 2021.

BRASIL. **DECRETO Nº 8.384 DE 29 DE DEZEMBRO DE 2014**. Altera o Anexo ao Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, que aprova o Regulamento da Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e

fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura. 2014.

CÂMARA, G. M. de S. **Introdução ao Agronegócio Soja**. Piracicaba:USP/ESALQ, 2012.

CASTANHEIRA, E. G.; GRISOLI, R. P. S.; COELHO, S. T.; SILVA, G. A. da; FREIRE, F. Life-cycle assessment of soybean-based biodiesel in Europe: comparing grain, oil and biodiesel import from Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 102, p. 188-201, 2015.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>. Acesso em: 19 de novembro de 2021.

COSTA, E. M.; NUNES, B. M.; VENTURA, M. V. A.; ARANTES, H. T.; MENDES, G. R. Efeito fisiológico de inseticidas e fungicidas sobre a germinação e vigor de sementes de soja (*Glycine max*L.). **Revista Científic@**. v. 5, n. 2, p. 77-84, 2018.

CNA PANORAMA DO AGRO, **Relatórios semanais e boletins**. Disponível em: < <https://www.cnabrasil.org.br/cna/panorama-do-agro>>, acesso em: 09 de janeiro de 2022.

DORNELES, K. DA R. et al. Qual o efeito do tratamento na semente contra infecção de *Bipolaris sorokiniana* na fase vegetativa da cevada? **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 19, n. 3, p. 373–380, 30 set. 2020.

EMBRAPA SOJA. Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná 1996- 1997. **Documentos 97**. Londrina: Embrapa-Soja, 187p. 1996.

EMBRAPA TRIGO. Soja RR: tecnologia Embrapa representa menor custo ao produtor no RS. **Notícias**, 2021. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/66186218/soja-rr-tecnologia-embrapa-representa-menor-custo-ao-produtor-no-rs> >, acesso em: 31 de janeiro de 2022.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil 2011**. Londrina: Embrapa Soja, Embrapa Cerrados, Embrapa Agropecuária Oeste, 255 p. 2010.

FARIAS, J. R. C., AFONSO, A.P.S., BRANCÃO, M.F. & PIEROBOM, C.R. Incidência de fungos associados a sementes de arroz em seis regiões produtoras do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v.14, n.4, p.487-490, 2007.

FERREIRA, L. P.; LEHMAN, P. S.; ALMEIDA, A. M. R. Doenças da soja no Brasil. **Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 1979.

FRANÇA-NETO, J. DE B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; PÁDUA, G.P. de; LORINI, I.; HENNING, F.A. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. **Documentos, 380**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82 p. Londrina: Embrapa Soja, 2016.

FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: Embrapa CNPSo, n.9, 39p. 1984.

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, p. 1-12, 2011.

GABARDO, G.; DALLA PRIA, M.; CARNEIRO, E D.; BARBOSA, A. E. A. Respostas fisiológicas das cultivares de soja NA5909 e TMG7062 submetidas a diferentes produtos para controle de doenças fúngicas em campo. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 15673–15689, 2020.

GALLI, J. A.; PANIZZI, R. DE C.; VIEIRA, R. D. Resistência de variedades de soja à morte de plântulas causada por *Colletotrichum truncatum*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 74, n. 2, p. 163–165, jun. 2007a.

GALLI, J. A.; PANIZZI, R. C.; VIEIRA, R. D. *Colletotrichum dematium* var. *truncata* e *Phomopsis sojae* na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 1, p. 40-46, 2007.

GALLI, J. A.; PANIZZI, R. C.; FESSEL, S. A.; SIMINI, F.; FUMIKO, I. Efeito de *Colletotrichum dematium* var. *truncata* e *Cercospora kikuchii* na germinação de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p. 182-189, 2005.

GARCIA, A. Fungicidas I: utilização no controle químico de doenças e sua ação contra os fitopatógenos. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, **Documento 46**, 32p. 1999.

GIEBELMEIER, C.G. et al. Tratamento de Sementes de Soja no Controle da Antracnose em Condições a Campo.VIII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica: Unicesumar – Centro Universitário: editora **Cesumar**, Maringá, 2012.

GODOY, C.V; ALMEIDA, A.M.R.; CONSTAMILAN, L.M.; MEYER, M.C.; DIAS, W.P.; SEIXAS, C.D.S.; SOARES, R.M.; HENNING, A.A.; YORINORI, J.T.; FERREIRA, L.P.; SILVA, J.F.V. Doenças da Soja. In: AMORIN, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de Fitopatologia: Doenças de Plantas Cultivadas**. 5 ed., Volume 2.Ouro Fino: Ceres, 2016.

GOMES, D. P.; BARROZO, L. M.; SOUZA, A. L.; SADER, R.; SILVA, G. C. Efeito do vigor e do tratamento fungicida nos testes de germinação e de sanidade de sementes de soja. **Biosci. J.** v. 25, p. 59-65, 2009.

GOULART, A.C.P. Eficiência do tratamento químico de sementes de soja no controle de *Colletotrichum dematium* var. *truncatum*. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 13, n. 1, p. 1-4, 1991.

GOULART, A.C.P.; PAIVA, F.A.; ANDRADE, P.J.M. Qualidade sanitária de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) produzidas no Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 17, n. 1, p. 42-46, 1995.

GOULART, A.C.P. Sanidade de sementes de soja produzidas em Mato Grosso do Sul. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 346-352, 2004.

GOULART, A.C.P. Hora de tratar. **Revista Cultivar Grandes Culturas**. n.135. p.22-25, 2010.

GOULART, A.C.P. **Fungos em sementes de soja: detecção, importância e controle**/Augusto César Pereira Goulart. 2. red. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa. 2018.

GRIGOLLI, J. F. J. **Manejo de Doenças na Cultura da Soja**. Tecnologia e Produção: Soja 2013/2014. Fundação MT: Rondonópolis, 2014.

GRIGOLLI, J. F. J. MANEJO DE DOENÇAS NA CULTURA DA SOJA. **Fundação MS, Tecnologia e Produção: Soja 2014/2015**, 2015. Disponível em: < <https://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachm ents/216/216/newarchive-216.pdf> >, acesso em: 15 de novembro de 2021.

HENNING, A. A. **Manual De Identificação De Doenças De Soja**. Embrapa, Documentos, n. 256, 2014. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/991687/manual-de-identificacao-de-doencas-de-soja> >, acesso em: 15 de novembro de 2021.

HENNING, A. A.; CATTELAN, A. J.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J.B.; COSTA, N. P. **Tratamento e inoculação de sementes de soja**. EMBRAPA-CNPS. Londrina. p. 6, 1994.

HENNING. A.A.; YUYAMA. M.M. Levantamento da qualidade sanitária de sementes de soja produzidas em diversas regiões do Brasil, entre as safras 1992/93 e 1996/97. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 21, n. 1, p. 18-26, 1999.

HENNING, A.A. Patologia e tratamento de sementes: noções gerais. 2. ed. Londrina: **Embrapa Soja**, 52 p. 2005.

HENNING, A.A. Guia prático para identificação dos fungos mais frequentes em soja. Brasília: **Embrapa Soja**. 35p. 2015.

HENNING. A.A. Patologia e Tratamento de Sementes: Noções Gerais. **Documentos 264**. 2ª Ed. Londrina: Embrapa Soja, 2004.

HENNING, A. A., KRZYZANOWSKI, F., FRANÇA-NETO, J. B., HENNING, F. A., & LORINI, I. Tecnologia de sementes. **Embrapa Soja**. Cap.13, p 293-316, 2020.

HENNING, A.A.; FRANÇA NETO, J.B. Problemas na avaliação de germinação de sementes de soja com alta incidência de *Phomopsis* spp. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 2, n. 3, p. 9 – 22, 1980.

HIDALGO, M.G. **Diversidad de genes bacterianos relacionados con promoción del crecimiento vegetal**. Universitat Oberta de Catalunya. Dissertação de Mestrado (Máster de Bioinformática y Bioestadística Microbiología, biotecnología y biología molecular). 2018.

HIRAKURI, M.H; CONTE, O.; PRANDO, A. M.; CASTRO, C.; BALBINOT, A. A. J. Diagnóstico da produção de soja na macrorregião sojícola 5. **Embrapa Soja**.120p, 2018.

KOLCHINSKI, E.M. Vigor de sementes e competição intraespecífica em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.6, p.1248- 1256, 2005.

LANGE, C. E. Soja: uma história de sucesso. In: BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília/DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 914p.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 319. Dez. 58p. 2009.

LES, N.; HENNEBERG, L.; NADAL, V. G. R.; MULLER. M.; SZEMOCOWIAKI, A. G.; CARNEIRO, F. T.; JACCOUD FILHO, D. S. Controle de *Rhizoctonia solani* com produtos biológicos no tratamento de sementes na cultura da soja/ control of *Rhizoctonia solani* with biological products in the seed treatment in soybean. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 99919–99935, 2020.

LUZ, A. DA; FOCHEZATTO, A. O transbordamento do PIB do Agronegócio do Brasil: uma análise da importância setorial via Matrizes de Insumo-Produto. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 61, n. 1, 2022.

MACHADO BR & QUEIROZ SEE. Efeito do tratamento de sementes de soja com silício e polímero na qualidade fisiológica das sementes e nas características agrônômicas. **Enciclopédia Biosfera** 15: 1576-1584, 2018.

MACHADO, J.C.; CARVALHO, M.G. Comportamento de cultivares comerciais de soja diante de isolamentos de *Colletotrichum truncatum* e transmissão do patógeno pelas sementes em função da época de infecção da planta. **Experientiae**, v.19, n.7, p.119-148, 1975.

MACHADO, J. da C. Padrões de tolerância de patógenos associados às sementes. In: LUZ, W.C. da. **Revisão anual de patologia de plantas**. Passo Fundo: Pe Berthier, v.2, p.229- 263, 1994.

MACHADO, J.C.; OLIVEIRA, J.A; VIEIRA, M.G.G.C.; ALVES, M.C. Inoculação artificial de sementes de soja por fungos, utilizando solução de manitol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2, p.95-101, 2001.

MAIS SOJA. **Complexo de doenças fúngicas na soja coloca em risco 80% da produção**, 2021. Disponível em: <<https://maissoja.com.br/complexo-de-doencas-fungicas-na-soja-coloca-em-risco-80-da-producao/#:~:text=As%20lavouras%20brasileiras%20sofrem%20com>>. Acesso em: 17 de março de 2022.

NASSER, L.C.B. **Padrões de sanidade em sementes podem reduzir perdas agrícolas**, 1994. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/564859/1/art022.pdf> Acesso em: 12 de fevereiro de 2022.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes** Jaboticabal: FUNEP, p.49-85. 1999.

NEEGAARD, P. **Seed Pathology**. London: Mac Millan Press, 1187p, 1977.

NUNES, J. C. Tratamento de semente - qualidade e fatores que podem afetar a sua performance em laboratório. **Syngenta Proteção de Cultivos Ltda**. 16p, 2005.

OLIVEIRA, L. F., BONALDO, S. M., PEREIRA, C. S., FIORINI, I. V. A., DE ROSSI BELUFI, L. M., & PITTELKOW, F. K. Programas de fungicidas no controle de antracnose na cultura da soja. **Tecno-Lógica**, 25(2), 209-220, 2021.

PEREIRA, C.E. et al. Tratamento fungicida de sementes de soja inoculadas com *Colletotrichum truncatum*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2390-2395, 2009.

PESQUEIRA, A. DA S.; BACCHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L. Fungicide association in the control of anthracnose in the soybean in Mato Grosso do Sul. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 1, 2016.

PIETA, S., GAVASSONI, W. L., BACCHI, L. M. A., & JORDAN, R. A. Eficácia dos extratos pirolenhosos de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e

eucalipto (*Eucalyptus* spp.) no controle in vitro de patógenos da soja. **Summa Phytopathologica**, 47, p. 67-69, 2021.

KIMATI, H. Controle químico. In: BERGAMIM FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.) Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. 3 ed. São Paulo: **Agronômica Ceres**, p. 761-785. 1995.

KIMATI, H. Evolução dos Fungicidas. In: SIMPÓSIO – CONTROLE QUÍMICO DE DOENÇAS DE PLANTAS. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 22, n. 1, p. 79-80. 1996.

KRZYZANOWSKI, F. C. Desafios tecnológicos para produção de sementes de soja na região tropical brasileira. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguaçu. **Proceedings / VII World Soybean Research Conference**. Embrapa Soja, p. 1324-1335, 2004.

KRZYZANOWSKI et. al, A alta qualidade de semente de soja: fator importante para a produção da cultura., EMBRAPA, Londrina, PR, **Circular Técnica n.136**, mai., 2018.

KLINGELFUSS, L.H.; YORINORI, J.T. Infecção latente de *Colletotrichum truncatum* e *Cercospora kikuchii* em soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 158- 164, 2001.

KLINGELFUSS, L.H.; YORINORI, J.T. Infecção latente de *Colletotrichum truncatum* e *Cercospora kikuchii* e efeito de fungicidas sobre doenças de final de ciclo em soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 26, n. 3, p. 356-361, 2000.

RAMOS, D. D. S. Qualidade fisiológica de sementes de Soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em resposta ao tratamento com fertilizantes.2021.

SINCLAIR, J.B.; HARTMAN, G.L. Soybean diseases. In: HARTMAN, G.L.; SINCLAIR, J.B.; RUPE, J.C. (Eds.) **Compendium of soybean diseases**. 4 ed., Minnesota: APS, p. 3-4, 2008.

SCHUCH, L.O.B. et al. Vigor de sementes e análise de aveia preta. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.305-312, 2000.

TANAKA, M.A.S.; MACHADO, J.C. Patologia de Sementes. **Informe Agropecuário**, v.11, n.122, p.40-46, 1985.

TANAKA, M.A.S, MENTEN, J.O.M. Comparação de métodos de inoculação de sementes de algodoeiro com *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* e *C. gossypii* **Summa Phytopathologica** 17:218-226, 1991.

TANAKA M.A.S, MENTEN J.O.M, MARIANNO, M.I.A. Inoculação artificial de sementes de algodão com *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* e infecção das sementes em função do tempo de exposição ao patógeno. **Summa Phytopathologica** 15:232-237, 1989.

TUNES, C. D. MENEGHELLO, G. E; GONÇALVES, V. P; MENEGUZZO, M. R. R; SILVA, J. B, TEIXEIRA, S. B; ZIMMER, G; MAASS, D. W. Alternative substrates for the germination test with treated soybean seeds / Substratos alternativos para o teste de germinação com sementes de soja tratadas. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 9, p. 93210–93224, 27 set. 2021.

TUNES, L. V. M. Qualidade fisiológica, sanitária e enzimática de sementes de arroz irrigado recobertas com silício. **Revista Ceres**, 61: 675-685, 2014.

VENCATO, A. Z., et al. **Anuário Brasileiro da Soja 2010**. Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta Santa Cruz, p. 144, 2010.

YORINORI, J.T.; YUYAMA, M.M.; SIQUERI, F.V. Doenças da soja. In: YORINORI, J.T.; YUYAMA, M.M.; SIQUERI, F.V. **Boletim de Pesquisa de Soja**, Rondonópolis, n.13, p180-222. 2009.

YORINORI, J.T. Soja (*Glycine max* (L.) Merrill): controle de doenças. In: VALE, F.X.R. do; ZAMBOLIM, L. (Ed.). Controle de Doenças de Plantas: **Grandes Culturas**. v. 2, Viçosa: UFV, p. 953-1023. 1997.

ZAMBOLIN, L.; VENANCIO, W.S.; OLIVEIRA, S.H.F. de. **Manejo da resistência de fungos a fungicidas**. Viçosa: UFV, 168p. 2007.

ZAMBOLIN, L.; JESUS JÚNIOR, W.C. O essencial dos fungicidas empregados no controle de doenças- parte básica. In: ZAMBOLIM, L.; PICANÇO, M.C.; SILVA, A.A. da; FERREIRA, L.R.; FERREIRA, F.A.; JESUS JUNIOR, W.C. **Produtos Fitossanitários (Fungicidas, Inseticidas, Acaricidas e Herbicidas)**. Viçosa: UFV, p. 77-145, 2008.