



GUILHERME FOSCHETTI GONTIJO

**ANÁLISE QUANTITATIVA E ECONÔMICA DO TRATAMENTO DE
SEMENTES PARA O CONTROLE DA ANTRACNOSE EM SOJA**

LAVRAS – MG

2022

GUILHERME FOSCHETTI GONTIJO

**ANÁLISE QUANTITATIVA E ECONÔMICA DO TRATAMENTO DE
SEMENTES PARA O CONTROLE DA ANTRACNOSE EM SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Agronomia/Fitopatologia, na Linha de Pesquisa de Patologia de Sementes, para a obtenção do título mestre.

Orientador

Prof. PhD. José da Cruz Machado

Coorientadora

Dra. Iara Eleutéria Dias

LAVRAS – MG

2022

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Gontijo, Guilherme Foschetti.

Análise quantitativa e econômica do tratamento de sementes
para o controle da antracnose em soja / Guilherme Foschetti

Gontijo. - 2022.

42 p.

Orientador(a): José da Cruz Machado.

Coorientador(a): Iara Eleutéria Dias.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. Soja. 2. Economia. 3. Manejo. I. Machado, José da Cruz. II.
Dias, Iara Eleutéria. III. Título.

GUILHERME FOSCHETTI GONTIJO

**ANÁLISE QUANTITATIVA E ECONÔMICA DO TRATAMENTO DE SEMENTES
PARA O CONTROLE DA ANTRACNOSE EM SOJA**
**QUANTITATIVE AND ECONOMIC ANALYSIS OF SEED TREATMENT FOR THE
CONTROL OF ANTHRACNOSIS IN SOYBEAN**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Agronomia/Fitopatologia, na Linha de Pesquisa de Patologia de Sementes, para a obtenção de título mestre.

APROVADO em 11 de fevereiro de 2022.

Dr. José da Cruz Machado	UFLA
Dra. Ellen Noly Barrocas	Indigo Brasil
Dr. Jorge Teodoro de Souza	UFLA

Prof. Dr. José da Cruz Machado
Orientador

Iara Eleutéria Dias
Coorientadora

LAVRAS – MG

2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família, pelo constante apoio e carinho durante toda a minha trajetória.

À Universidade Federal de Lavras, principalmente ao programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitopatologia, pela oportunidade de realização do Mestrado.

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

Ao professor Dr. José da Cruz Machado pelos conhecimentos transmitidos, pela confiança e pelos diálogos que tanto me ajudaram durante os últimos anos.

À Dra. Iara Eleutéria Dias, pelo apoio, pelos ensinamentos e pela amizade desenvolvida ao longo da minha trajetória.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitopatologia, pelas aulas, pelas trocas de experiências e por todo o conhecimento transmitido.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Patologia de Sementes, Ana Júlia, Carolina Siqueira e Nevenka Moura, pela colaboração na condução dos trabalhos, pelos cafés e pelo companheirismo.

Aos meus amigos Mário Campos, Daniel Nunes e Jorge Luís, pela amizade, pelo apoio e pelos diálogos.

A todos que contribuíram de alguma forma para a conclusão dos meus trabalhos e desta etapa na minha vida, meus mais sinceros agradecimentos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

A aplicação de fungicidas em sementes e na parte aérea de plantas é atualmente uma estratégia de manejo sanitário amplamente utilizada na cultura da soja, visando ao combate de doenças que podem causar danos significativos nessa cultura. Apesar da eficácia comprovada no controle de doenças, o uso de defensivos químicos pode resultar em consequências negativas ao meio ambiente, além de onerar o custo de produção da lavoura, sendo assim desejável que haja uma redução na quantidade de produtos utilizados no campo. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia do tratamento químico de sementes em combinação com aplicações pós-plantio de fungicidas como uma alternativa viável para o controle de *Colletotrichum truncatum* associado às sementes, visando a redução da utilização desnecessária de pulverizações de fungicidas em soja no campo. Para o ensaio foram utilizados oito tratamentos, todos compostos de sementes contaminadas com *C. truncatum*, em esquema de 2 x 4 (2 tratamentos de sementes e 4 pulverizações). O ensaio foi conduzido até a época de colheita, avaliando-se estandes, altura e peso de plantas, número de vagens, peso de mil grãos, rendimento de grãos, índice de doença, sanidade de sementes colhidas e viabilidade econômica do sistema. O tratamento químico de sementes foi eficaz na redução da incidência de *C. truncatum* nas sementes de soja e proporcionou aumento nos valores de estandes, altura e peso de plantas e rendimento de grãos, provocando queda sobre o índice de doença/dano e sobre a incidência do patógeno em sementes colhidas. O tratamento de sementes resultou em maior receita para os sistemas avaliados, mostrando-se uma alternativa econômica e eficaz a um número maior de pulverizações de fungicidas sobre as plantas no campo.

Palavras-chave: Soja, economia, manejo.

GENERAL ABSTRACT

The application of fungicides on seeds and on developing plants in fields is currently a management strategy widely used in soybean, aiming to combat diseases that can cause significant losses to this crop. Despite the proven effectiveness in disease control, the use of chemical pesticides can result in negative consequences for the environment, in addition to increasing the cost of crop production, making it desirable to reduce the amount of products used in the field. This study aimed to evaluate the effectiveness of chemical seed treatment in combination with post-planting applications of fungicides as a viable alternative for the control of *Colletotrichum truncatum* associated with seeds, aiming to reduce the unnecessary use of fungicide sprays on soybean in the field. For the test, eight treatments were used, all composed of seeds contaminated with *C. truncatum*, in a 2 x 4 scheme (2 seed treatments and 4 sprays). The experiment was carried out until the time of harvest, evaluating stands, height and weight of plants, number of pods, weight of one thousand grains, grain yield, disease index, health of harvested seeds and economic viability of the system. The chemical treatment of seeds was effective in reducing the incidence of *C. truncatum* in soybean seeds and provided an increase in the values of stands, plant height and weight, and grain yield, causing a decrease in the disease/damage index and in the pathogen incidence in harvested seeds. Seed treatment resulted in higher revenue for the evaluated systems, proving to be an economical and effective alternative to a greater number of fungicide sprays on plants in the field.

Keywords: Soybean, economy, management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Incidência de <i>Colletotrichum truncatum</i> em sementes (A) e taxas de germinação e de plântulas anormais (B) provenientes de sementes de soja em função de infecção por <i>Colletotrichum truncatum</i> e tratamento de sementes.	21
Figura 2.1 – Valores percentuais de estande inicial e estande final de plantas de soja provenientes de sementes infectadas por <i>C. truncatum</i> em sistemas envolvendo tratamento químico de sementes e pulverizações aéreas de fungicidas. Dados apresentados de acordo com o valor máximo de estande. Letras maiúsculas para estande inicial e minúsculas para estande final.	22
Figura 2.2 – Estande inicial de plantas de soja provenientes de sementes tratadas (A); e sementes não tratadas (B)	23
Figura 3 – Valores de altura de plantas de soja em função de tratamento sanitário de sementes e de pulverizações de fungicidas na cultura em desenvolvimento no campo	24
Figura 4 – Valores de peso de matéria fresca e matéria seca aos 45 dias de plantas de soja provenientes de sementes infectadas por <i>Colletotrichum truncatum</i> em função de tratamento sanitário de sementes	25
Figura 5 – Valores de peso final de matéria fresca e de matéria seca de plantas de soja provenientes de sementes infectadas por <i>Colletotrichum truncatum</i> e submetidas a diferentes números de pulverizações de fungicidas em parte aérea	26
Figura 6 – Índice de doença/dano em sistemas de soja com sementes infectadas por <i>Colletotrichum truncatum</i> , com ou sem tratamento fungicida. Médias de letras iguais não diferem entre si	27
Figura 7 – Produção de vagens por planta de soja em função de tratamento químico sanitário de sementes e de pulverizações de fungicida na cultura em desenvolvimento no campo.....	28
Figura 8 – Peso de mil grãos/sementes de soja colhidas de plantas provenientes de sementes infectadas por <i>Colletotrichum truncatum</i> , envolvendo tratamento de sementes e pulverizações de fungicidas no campo	29
Figura 9 – Rendimento de grãos (Kg/ha) de soja colhidos em sistemas produtivos envolvendo tratamento químico sanitário de sementes e pulverizações de fungicidas em parte aérea das plantas	29
Figura 10 – Incidência (%) de <i>Colletotrichum truncatum</i> em sementes de soja colhidas de plantas sob diferentes sistemas de manejo da antracnose, envolvendo tratamentos de sementes e pulverizações de fungicidas em parte aérea de plantas no campo de cultivo	32
Figura 11 – Dados de precipitação pluvial do período de condução do ensaio com plantas de soja no campo	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tratamentos utilizados para confecção do ensaio	17
Tabela 2 – Classes, graus de danos e classificações numéricas utilizadas para avaliação de dano/doença por <i>C. truncatum</i> em plantas de soja	19
Tabela 3 – Quadros de análises de variância (Anova) dos fatores tratamentos de sementes e números de pulverizações para as variáveis número de vagens, peso de mil grãos/sementes e rendimento de grãos.....	31
Tabela 4 – Análise de viabilidade econômica de sistemas produtivos de soja sob utilização de tratamento químico sanitário de sementes e números de pulverizações de fungicidas em parte aérea.....	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	HIPÓTESE	10
3	OBJETIVO PRINCIPAL	10
3.1	Objetivos específicos	10
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
4.1	Qualidade sanitária de sementes e seus reflexos na cultura da soja	11
4.2	Aspectos gerais do controle químico de doenças na cultura da soja	12
4.2.1	Tratamento químico sanitário de sementes de soja	13
5	MATERIAL E MÉTODOS	15
5.1	Obtenção e multiplicação de <i>Colletotrichum truncatum</i>	15
5.2	Cultivar e perfil de qualidade inicial das sementes de soja	15
5.3	Inoculação e preparo das sementes	15
5.4	Tratamento de sementes	16
5.5	Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes tratadas e não tratadas	16
5.6	Condução do ensaio em campo	16
5.6.1	Estandes	18
5.6.2	Altura de plantas	18
5.6.3	Pesos de matéria fresca e seca	18
5.6.4	Índice de doença/dano	18
5.6.5	Produção final	19
5.6.6	Sanidade de sementes colhidas	19
5.6.7	Análise de custos e receita econômica dos sistemas avaliados	19
5.7	Delineamento experimental e análises estatísticas	20
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
6.1	Efeitos do tratamento fungicida de sementes de soja no controle de <i>Colletotrichum truncatum</i> em laboratório	20
6.2	Efeitos e parcela de contribuição do tratamento fungicida de sementes no controle de antracnose em combinação com aplicações de fungicidas na cultura em desenvolvimento no campo	22
6.3	Análise de custos e receita econômica dos sistemas avaliados	33
7	CONCLUSÕES	35
	REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

O Brasil se encontra hoje entre os primeiros países do mundo na produção agrícola, com produção na safra de 2021 de mais de 275 milhões de toneladas de cereais, leguminosas e oleaginosas com plantio de quase 69 milhões de hectares (CONAB, 2022).

Tal volume de produção se dá em razão da grande expansão das áreas agricultadas no país nas últimas décadas, assim como o papel da pesquisa e o desenvolvimento de novas práticas e tecnologias que proporcionaram avanços em áreas como o melhoramento genético, fertilidade do solo e o controle de pragas e doenças.

Em conjunto com as novas tecnologias, nos últimos tempos muito se tem pensado sobre práticas conservacionistas que visam ao melhor equilíbrio da lavoura com o meio ambiente, de forma a promover o menor dano possível às características naturais do local de cultivo, a curto ou a longo prazo. Um dos objetivos que se almeja alcançar, além de aumentos de produtividade, é a diminuição no uso racional de defensivos químicos no campo, uma vez que excessos desses produtos podem impactar negativamente o equilíbrio ecológico de uma região, assim como causar a morte de organismos benéficos ao sistema agrícola.

O tratamento de sementes se mostra uma ferramenta extremamente importante no controle de pragas e doenças, além de outros benefícios, em conjunto com a manutenção ecológica, visto que envolve o uso de baixas doses de ingredientes ativos por área, em comparação com outras formas de aplicação de defensivos, apresentando alta taxa de eficácia. Por sua alta eficácia e seu baixo impacto sobre o meio ambiente, essa tecnologia tem sido altamente recomendada e utilizada nos campos de produção, sendo um dos principais meios no combate a doenças nos primeiros estádios de desenvolvimento das plantas.

É importante salientar que parte das doenças incidentes nas lavouras pode ser oriunda de sementes. Nesse caso, a omissão do tratamento sanitário das sementes contaminadas leva à necessidade de uso complementar de produtos químicos na cultura em desenvolvimento para o controle de doenças. Conclui-se que o tratamento de sementes pode ser uma ferramenta importante e viável para a diminuição do número de pulverizações de fungicidas químicos no campo.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo quantificar a contribuição do tratamento fungicida de sementes de soja infectadas por *Colletotrichum truncatum* na produção

de grãos e o valor econômico desta medida em combinação com a aplicação de fungicidas na cultura em desenvolvimento no campo.

A escolha do referido patossistema para este estudo teve como fundamento a frequência e o impacto do agente da antracnose na produção de soja nas condições do Brasil.

2 HIPÓTESE

O tratamento sanitário de sementes é uma medida de elevada eficácia para obtenção de produtividades mais elevadas na cultura da soja, além de contribuir significativamente para o uso racional e reduzido de agrotóxicos utilizados nesta cultura.

3 OBJETIVO PRINCIPAL

Avaliar e quantificar a eficácia e a viabilidade econômica do tratamento fungicida de sementes de soja portadoras de *C. truncatum* na produção de grãos em combinação com a aplicação de fungicidas químicos na cultura em desenvolvimento no campo.

3.1 Objetivos específicos

Avaliar a eficácia do tratamento químico de sementes no controle de *C. truncatum* em sementes de soja;

Avaliar os efeitos do tratamento químico de sementes sobre a germinação das sementes, estandes, altura, peso de plantas e produção de grãos;

Avaliar o efeito de aplicações aéreas de fungicidas e sua interação com o tratamento de sementes infectadas por *C. truncatum* sobre variáveis agronômicas da cultura de soja no campo.

Analisar os valores de viabilidade econômica e receita dos sistemas avaliados no ensaio.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Qualidade sanitária de sementes e seus reflexos na cultura da soja

A soja (*Glycine max*) é uma oleaginosa que tem seu centro de origem na Ásia e é atualmente uma das culturas mais importantes em todo o mundo. No Brasil, o cultivo de soja ocupa uma área de quase 40 milhões de hectares, que correspondem a uma estimativa de produção de até 133,5 milhões de toneladas para a safra de 2020/2021, o que leva o país ao título de maior produtor mundial da cultura (EMBRAPA, 2014; CONAB, 2021).

Das finalidades atribuídas à oleaginosa no mundo, destaca-se a alimentação humana e animal, além da produção de farelo, óleos e biocombustíveis. No Brasil, a cultura ocupa o lugar de produto com maior representatividade no agronegócio do país, sendo a maior parte da produção de soja destinada à exportação, especialmente direcionada à China (AGUIAR & MATSUOKA, 2016; RAMOS et al; 2020).

Dentre os desafios na condução da cultura está o combate a doenças incidentes no campo. A soja pode hospedar muitos fitopatógenos de grande importância econômica que podem causar danos consideráveis e perdas na produção. Os fungos representam o maior grupo entre esses agentes patogênicos, estando entre eles espécies como *Colletotrichum truncatum*, causador da antracnose da soja, *Sclerotinia sclerotiorum*, agente causal do mofo branco, *Phomopsis sojae*, causador da seca da haste ou podridão seca da soja, entre outros (AMORIM et al., 2016). Essas doenças possuem grande importância em território brasileiro devido, entre outros fatores, às condições ambientais favoráveis para seu desenvolvimento nas lavouras por todo o país (GODOY et al., 2014; HENNING et al., 2014).

Dentre as formas de disseminação desses patógenos nos campos de cultivo, destaca-se a sua associação com as sementes. Uma vez associados interna ou externamente às sementes, esses agentes podem permanecer por muito tempo com suas estruturas viáveis, de modo a retomar seu crescimento uma vez que ocorra a semeadura e as condições sejam novamente favoráveis para o seu desenvolvimento, podendo então resultar na incidência da doença no campo (PESQUEIRA et al., 2016; HENNING et al., 2017).

Os problemas causados pela interação entre fungos fitopatogênicos e sementes podem ainda culminar em danos na própria semente, de modo a afetar sua qualidade fisiológica. Trabalhos utilizando sementes de soja inoculadas com fungos têm mostrado que a taxa de germinação e o vigor das sementes são influenciados negativamente pela presença desses

agentes, o que pode resultar em perda no estande de plantas e, em consequência, decréscimo na produção da cultura (BOTELHO et al., 2015; VENTUROSOSO et al., 2015). Importante destacar que sementes portadoras de patógenos constituem fontes de infecção da maior importância do ponto de vista epidemiológico.

A fim de combater os fungos associados às sementes de soja, o tratamento de sementes com produtos fungicidas se mostra uma ferramenta extremamente eficaz. A tecnologia se mostra capaz de reduzir o nível de contaminação em um lote de sementes e a taxa de transmissão dos patógenos para as futuras plantas, proporcionando benefícios positivos sobre aspectos agronômicos, que culminam com aumento de produtividade e garantia de qualidade da produção (SHARMA et al., 2011; KANDEL et al., 2016; ZANDONÁ et al., 2019; LI et al., 2020).

4.2 Aspectos gerais do controle químico de doenças na cultura da soja

A incidência de doenças em campos de cultivo de soja pode acarretar grandes prejuízos, podendo ainda, em casos mais severos, condenar toda uma lavoura (GODOY et al., 2014; EMBRAPA, 2018). Diante desse fato, faz-se necessário o desenvolvimento de tecnologias que tenham como objetivo o controle de agentes fitopatogênicos de modo eficaz, garantindo assim a expressão adequada do potencial produtivo da cultura.

A utilização de produtos químicos no combate a patógenos da soja é uma prática difundida no mundo, com resultados positivos já demonstrados quando aplicada no combate de doenças, a exemplo da ferrugem da soja, do mofo branco, doenças causadas por patógenos habitantes de solo, as antracoses, causadas por espécies de *Colletotrichum*, entre outros, e afetando diretamente o desenvolvimento e a produção da cultura (GODOY et al., 2009; PESQUEIRA et al., 2016; MORAES et al., 2021).

Apesar da alta eficácia do controle químico em doenças da soja, o uso irracional do método de controle, principalmente via pulverizações de fungicidas sobre as plantas, pode causar a contaminação do solo e do lençol freático e a intoxicação de operadores, em razão principalmente da deriva para o solo de produtos aplicados no momento das pulverizações (BOHNER et al., 2013). Além disso, de acordo com a literatura (REIS et al., 2018, e JULIATTI et al., 2020), a utilização de números desnecessários de pulverização de fungicidas de determinados grupos químicos pode contribuir para a seleção de patógenos com resistência

cruzada às moléculas desses grupos, dificultando o combate a essas doenças e causando grandes prejuízos no campo.

Resultados de trabalhos anteriores têm demonstrado que a redução do número de aplicações de fungicidas pode proporcionar o controle satisfatório de doenças e, assim, evitar perdas na produtividade (JULIATTI et al., 2007; SOARES et al., 2004; LUDWIG, 2010). Entretanto essa não é uma realidade comumente encontrada nas grandes áreas produtoras de soja do país, onde são realizados números excessivos de pulverizações durante o ciclo das culturas. De acordo com Juliatti et al. (2020), na safra de 2018/2019 houve uma adoção média de 3,5 pulverizações de fungicidas na cultura da soja no país, ao contrário das duas aplicações sugeridas na maioria dos produtos recomendados para a cultura.

Uma das razões que contribui para esse quadro é o fato de haver pesquisas que apontam para uma boa viabilidade econômica na utilização de um número maior de aplicações (GASPARETTO et al., 2011; ASSUNÇÃO & TORRES., 2013). Apesar disso, faz-se importante pontuar que o custo de produção, tecnologias e práticas alternativas mais econômicas são alvos importantes de pesquisa no âmbito produtivo e de controle de doenças de soja no país (ARTUZO et al., 2017; RICHETTI & GOULART, 2018; ROCHA, 2020).

Vale ressaltar também que o número de pulverizações durante a condução de uma cultura pode variar de acordo com a época da primeira aplicação. Isso porque a incidência de doenças nos estádios iniciais de desenvolvimento das plantas pode exigir pulverizações de fungicidas, e estas, por sua vez, não excluem as pulverizações utilizadas usualmente nos estádios reprodutivos da cultura (REIS et al., 2018). Sendo assim, torna-se importante evitar o surgimento de doenças no início do ciclo da cultura no campo para que se torne viável a redução do número de pulverizações.

4.2.1 Tratamento químico sanitário de sementes de soja

A tecnologia do tratamento químico de sementes já se mostrou uma alternativa extremamente eficaz no combate a doenças em diversas culturas. A prática utiliza baixas concentrações de ingredientes ativos por área plantada – quando comparada a aplicações de fungicidas – e atua de forma protetora nos estádios iniciais de desenvolvimento das plantas, sendo altamente recomendável quando se pensa em manejo de doenças no campo (DANELLI et al., 2011; PESQUEIRA et al., 2016).

Além disso, grande parte das doenças incidentes nos campos de produção podem ter sido disseminadas via sementes, uma vez que os patógenos podem se associar a elas por longos períodos até que encontrem um ambiente favorável para seu desenvolvimento (GOULART, 2009).

Sabe-se ainda que muitas vezes a presença de patógenos pode não resultar em sintomas nas sementes, de modo que a doença só será constatada no campo, com as plantas já estabelecidas (ZAMBOLIM, 2005). Tal fato reforça a possibilidade da utilização do tratamento de sementes visando ao combate de agentes patogênicos e à consequente redução no uso de produtos químicos no controle de doenças.

Pela literatura, observa-se registros sobre inúmeros trabalhos que demonstram a elevada eficácia do tratamento de sementes no controle de diversos fungos encontrados associados a elas (CASA et al., 2012; MANCINI & ROMANAZZI, 2013). Por meio deste tratamento, consegue-se reduções significativas da ocorrência de tombamentos de plantas causados pelos patógenos, incrementação da taxa de germinação das sementes e estabelecimento de plântulas no campo. O controle de patógenos via tratamento de sementes se mostra também eficaz em preservar características fisiológicas das mesmas, possibilitando assim sua expressão de maior vigor (PINTO, 2000; CASA et al., 2006; DUARTE et al., 2009).

O tratamento químico de sementes na cultura da soja tem proporcionado resultados extremamente satisfatórios, reduzindo a incidência de fungos como *C. truncatum*, *Fusarium pallidoroseum*, *Phomopsis sojae*, entre outros nas sementes tratadas e causando um acréscimo em sua taxa de germinação (XUE et al., 2010; DANELLI et al., 2011; NOGUEIRA, 2020). A utilização de fungicidas como thiram e carbendazin no tratamento de sementes da cultura é eficiente na redução da incidência de *C. truncatum*, resultando também em aumento na taxa e velocidade de germinação das sementes, em maior desenvolvimento de raízes e em aumento no peso das plantas (PEREIRA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2013).

Patógenos que se desenvolvem bem no solo, a exemplo dos fungos *Rhizoctonia solani*, *S. sclerotiorum* e *Fusarium pallidoroseum*, também são controlados por meio do tratamento químico de sementes, aumentando assim o potencial de desenvolvimento das plântulas no campo e reduzindo os problemas causados por estes organismos (JULIATTI et al., 2015; LES et al., 2020; BARBOSA, 2021). Vale salientar também que os fungicidas aplicados sobre as plantas não se deslocam até as raízes basipetalmente (SCANDIANI et al., 2010), reforçando a

utilização do tratamento de sementes como um método eficaz de combate aos patógenos de solos/raízes na cultura.

Os efeitos dessa tecnologia são, portanto, bastante abrangentes, provocando benefícios na forma de melhoria nos estandes, maior robustez do sistema radicular, aumento de pesos e alturas de plantas e aumentos na produtividade da cultura da soja (LENSEN, 2013; GASPAR et al., 2014). O tratamento de sementes contaminadas por patógenos pode ainda promover acréscimo no comprimento de raízes, assim como no peso e na altura de plantas provenientes dessas sementes (SILVA et al., 2016).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Obtenção e multiplicação de *Colletotrichum truncatum*

O isolado de *Colletotrichum truncatum* (LAPS 473) utilizado neste trabalho foi adquirido junto a Coleção Micológica do Laboratório de Patologia de Sementes da UFLA.

Para a ativação inicial, o isolado foi transferido para placas de Petri contendo meio BDA, 20 mL por placa de 9 cm de diâmetro, com incubação em temperatura de 22 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 horas por 7 dias.

5.2 Cultivar e perfil de qualidade inicial das sementes de soja

Para este trabalho, utilizou-se sementes da cultivar 95R95IPRO, suscetível a *Colletotrichum truncatum*, com ausência de danos mecânicos, livres de agentes fitopatogênicos e com germinação de 97,5%, de acordo com Testes de Germinação e Teste de Sanidade (Incubação em Substrato de Papel), descritos nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009a) e no Manual de Análise Sanitária de Sementes (BRASIL, 2009b).

5.3 Inoculação e preparo das sementes

A inoculação do *Colletotrichum truncatum* nas sementes foi realizada por meio da técnica de condicionamento hídrico, descrita em literatura (MACHADO et al., 2003), com tempo de exposição das sementes sobre os fungos, ou nível de inóculo, de 72 horas, resultando

em uma incidência do patógeno nas sementes de 50,5%, de acordo com Teste de Incubação em Substrato de Papel (BRASIL, 2009b).

5.4 Tratamento de sementes

Para o tratamento das sementes foi utilizado o produto Derosal Plus® (thiram + carbendazim), seguindo-se recomendações do fabricante para o patossistema alvo deste trabalho. O tratamento foi realizado por meio de mistura mecânica do produto e sementes pré-umedecidas com água na proporção de 1% do peso das sementes, em sacos de polietileno com capacidade dobrada em relação ao volume de sementes a ser tratado pelo produto fungicida. Após o tratamento, as sementes foram secas em ambiente de laboratório por 8 horas e acondicionadas em seguida em sacos de papel. O tratamento foi realizado dois dias antes da semeadura no campo.

5.5 Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes tratadas e não tratadas

Para avaliar a qualidade fisiológica após a inoculação dos fungos e tratamento químico, 400 sementes de cada tratamento (8 repetições de 50 sementes) foram submetidas ao teste de germinação em rolo de papel, de acordo com parâmetros estabelecidos pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009a).

A avaliação da qualidade sanitária das sementes foi realizada por meio do teste de incubação em substrato de papel (“Blotter test”), seguindo os procedimentos estabelecidos pelo Manual de Análise Sanitária de Sementes (BRASIL, 2009b).

5.6 Condução do ensaio em campo

Este ensaio foi conduzido na área experimental do Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da UFLA (CDCTA), município de Lavras, MG no período de 25 de novembro de 2020 a 5 de abril de 2021.

A semeadura foi realizada de forma manual, com profundidade de 2,5 cm, em parcelas de 4,5 x 2,4 m, com 4 linhas de plantio por parcela e utilizando espaçamento de 0,6 m. A

correção do solo e a adubação foram feitas a cargo dos responsáveis técnicos do CDCTA, com base em análise química do solo da área de cultivo.

Os registros de pluviometria durante o período do desenvolvimento do experimento foram obtidos a partir dos dados da estação meteorológica do CDCTA.

As pulverizações da parte aérea das plantas no campo de cultivo foram realizadas por meio de aplicações do produto Priori Xtra® (Azoxistrobina + Ciproconazol) na dose de 300 mL/ha. Realizou-se de uma a três pulverizações com início programado para o estágio R2 da cultura. As demais aplicações foram feitas a intervalos de 15 ou 30 dias seguindo a primeira aplicação, conforme tabela a seguir:

Tabela 1: Tratamentos utilizados para confecção do ensaio.

Tratamento	Descrição
SNT+0P*	Sementes contaminadas e não tratadas e sem pulverizações com fungicidas na parte aérea
SNT+1P	Sementes contaminadas e não tratadas + 01 pulverização na parte aérea (estádio R2)
SNT+2P	Sementes contaminadas e não tratadas + 02 pulverizações na parte aérea (estádio R2 e 30 dias após)
SNT+3P	Sementes contaminadas e não tratadas + 03 pulverizações na parte aérea (estádio R2, 15 e 30 dias após)
ST+0P	Sementes contaminadas e tratadas e sem pulverizações com fungicidas na parte aérea
ST+1P	Sementes contaminadas e tratadas + 01 pulverização na parte aérea (estádio R2)
ST+2P	Sementes contaminadas e tratadas + 02 pulverizações na parte aérea (estádio R2 e 30 dias após)
ST+3P	Sementes contaminadas e tratadas + 03 pulverizações na parte aérea (estádio R2 e 15 e 30 dias após)

*SNT= Semente não tratada; ST= Semente Tratada; P=Pulverização

Para a pulverização, utilizou-se de um equipamento pulverizador a CO₂, manual, modelo NV-02, com barra de alumínio com 4 bicos antigotejo e regulador de pressão, da marca Névoa®.

Durante a condução do ensaio, foi realizada uma pulverização do inseticida Decis® (deltametrina) para o controle de percevejos na área no estágio R4 de desenvolvimento das plantas.

As avaliações durante a condução dos ensaios foram realizadas utilizando como parcela útil as duas fileiras centrais, excluindo uma faixa de 0,5 m das extremidades de cada parcela. As variáveis avaliadas foram as seguintes:

5.6.1 Estandes

Durante a condução dos ensaios avaliou-se o estande inicial 20 dias após a semeadura e o estande final na colheita.

5.6.2 Altura de plantas

As avaliações de altura de plantas foram realizadas 45 dias após o plantio e 15 dias após a última época de pulverização sobre as plantas, coletando-se aleatoriamente 24 plantas por parcela e avaliando-se em laboratório a altura da região do colo à fração superior de cada uma das plantas.

5.6.3 Pesos de matéria fresca e seca

As avaliações do peso de plantas foram realizadas 45 dias após o plantio e 15 dias após a última época de pulverização, coletando-se aleatoriamente 24 plantas por parcela para a quantificação do peso médio de matéria fresca por planta (PMF), realizado em laboratório logo após a coleta, e do peso médio de matéria seca por planta (PMS), realizado após secagem das plantas por período de 7 dias em estufa de secagem artificial.

5.6.4 Índice de doença/dano

Em razão da ausência de sintomas típicos da antracnose nas plantas emergidas neste trabalho, as avaliações do índice da doença foram baseadas em dados dos estandes iniciais e finais de plantas, considerando-se a contagem total de plantas de todas as parcelas, e dos pesos de matéria seca de plantas obtidas na última avaliação.

A escala de notas adotada no presente caso foi construída com base na fórmula de McKinney (1923), tendo a seguinte composição:

Tabela 2: Classes, graus de danos e classificações numéricas utilizadas para avaliação de nível de dano/doença por *C. truncatum* em plantas de soja.

Nível de doença/dano	Classificação numérica
Plantas desenvolvidas ao final do ciclo	0
Plantas com peso seco final $\geq 33,43g^*$	0,25
Plantas com peso seco final $< 33,43g$	0,75
Plantas mortas em pós-emergência	1,5
Plantas mortas em pré-emergência	4,0

*Média do peso final de plantas de soja secas entre os tratamentos.

$$\text{Índice de doença/dano} = \frac{\sum (f \times n)}{(F \times N)} \times 100$$

f = frequência de observações de cada nota para cada variável

n= notas da escala para cada variável

F= frequência máxima de observações para cada variável

N= nota máxima da escala para cada variável

5.6.5 Produção final

Os dados de produção foram avaliados pelos fatores número de vagens por planta, peso de 1.000 grãos/sementes (g) e rendimento de grãos (Kg/ha). Para as avaliações, colheu-se a área útil de cada parcela dos ensaios, levando as sementes para análise quantitativa dos dados em laboratório.

5.6.6 Sanidade de sementes colhidas

Para a avaliação da sanidade das sementes produzidas, foram retiradas amostras de sementes de cada parcela colhida, aplicando o teste de incubação em substrato de papel (Blotter test) para a avaliação da sanidade das sementes de cada tratamento. Os dados foram analisados e dispostos em porcentagem dos patógenos detectados.

5.6.7 Análise de custos e receita econômica dos sistemas avaliados

Para a avaliação de custos e receita, levou-se em conta o valor estimado da saca de soja, peso padrão de 60 Kg.

Para os cálculos, foi utilizado o valor obtido em literatura de custo de produção da soja na ausência de controle de doenças de R\$3.146,97 por hectare (EMBRAPA, 2019).

Os valores utilizados para o tratamento de sementes e para cada pulverização em parte aérea foram de R\$47,92 e R\$163,92 por hectare, respectivamente, de acordo com dados obtidos a partir de trabalhos de Richetti & Goulart (2018) e Ribeiro et al. (2019).

A margem líquida, constituída pelo incremento proporcionado por cada um dos sistemas avaliados, foi calculado de acordo com a técnica de orçamento parcial (HOFFMANN et al., 1987).

Os dados foram então analisados para inferir a viabilidade econômica e a parcela de contribuição de cada um dos manejos utilizados no ensaio.

5.7 Delineamento experimental e análises estatísticas

Para o ensaio, utilizou-se um delineamento em blocos ao acaso, em esquema de 2 x 4 (2 tratamentos de sementes e quatro números de pulverizações em campo), com quatro repetições para cada tratamento.

As análises estatísticas foram realizadas pelo software R®, com comparação de médias pelos testes de Scottknott a 5% de probabilidade.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Efeitos do tratamento fungicida de sementes de soja no controle de *Colletotrichum truncatum* em laboratório

Pelo teste de sanidade conduzido em laboratório, verificou-se diferenças significativas ($p \leq 0,05$) na incidência de *Colletotrichum truncatum* nas sementes avaliadas entre os tratamentos, tendo o tratamento fungicida reduzido em 88% a incidência do fungo nas sementes infectadas (Figura 1A). Com base neste resultado, percebe-se a alta eficácia do tratamento fungicida no controle do patógeno presente nas sementes.

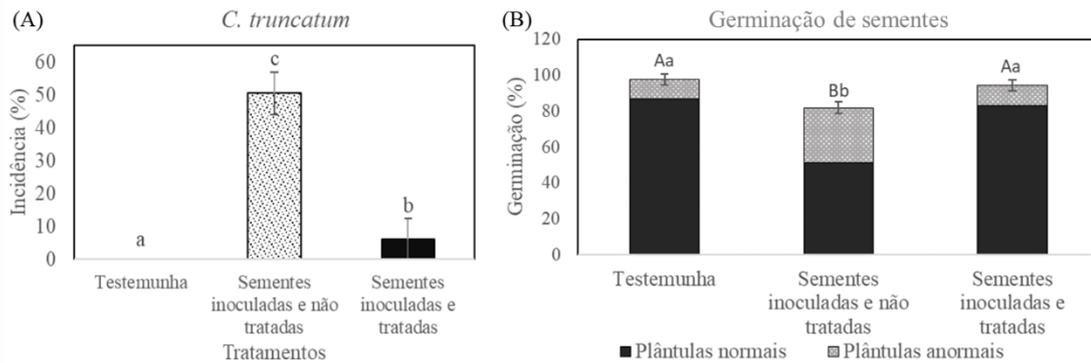


Figura 1: Incidência de *Colletotrichum truncatum* em sementes (A) e taxas de germinação e de plântulas anormais (B) provenientes de sementes de soja em função de infecção por *Colletotrichum truncatum* e tratamento de sementes. Letras maiúsculas para taxa de germinação e minúsculas para taxa de plântulas anormais;

Dados transformados para $\sqrt{(x + 0,5)}$.

Em relação aos resultados do teste de germinação, observou-se que o patógeno, em incidência inicial de 50,5%, provocou um decréscimo de 16,55% no percentual de germinação das sementes, tendo o tratamento fungicida proporcionado uma redução de 69,3% desta diferença provocada pelo patógeno a partir das sementes. Notou-se que não houve diferença significativa entre os valores percentuais de germinação da testemunha não inoculada e o tratamento de sementes infectadas e tratadas com o fungicida Derosal Plus. A taxa de plântulas anormais das sementes infectadas sem tratamento também apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) em relação às demais, com aumento superior à 25%.

Estes resultados confirmam tendências de outros trabalhos já realizados com este patossistema, como Oliveira et al. (2013); Junior et al. (2021); Conceição et al. (2014); Mendes et al. (2014), dentre outros, nos quais a presença de *C. truncatum* nas sementes também foi prejudicial ao desempenho de sementes de soja em diferentes condições de avaliação. Por estes resultados fica evidente a importância desse patógeno e o impacto que ele pode causar à cultura da soja mesmo antes do início do desenvolvimento das plantas no campo. Por este trabalho fica evidente também o papel importante do tratamento sanitário das sementes, principalmente em relação à manutenção da qualidade fisiológica das sementes, o que irá refletir em benefícios no campo de cultivo.

6.2 Efeitos e parcela de contribuição do tratamento fungicida de sementes no controle de antracnose em combinação com aplicações de fungicidas na cultura em desenvolvimento no campo

Apesar da comprovada eficácia da inoculação das sementes com *Colletotrichum truncatum*, observou-se neste estudo que as plantas de soja emergidas não apresentaram sintomas típicos de antracnose durante o seu desenvolvimento no campo, sendo detectados apenas sintomas indiretos sobre o desenvolvimento das plantas. Ressalta-se também a ausência de outras doenças importantes à soja nesta safra, no local de condução do ensaio, sendo este um fator importante que possibilitou a avaliação do papel isolado da infecção das sementes e o papel do tratamento sanitário das sementes utilizado. Os resultados deixam claro que *C. truncatum* foi capaz de provocar efeitos negativos estatisticamente significativos no desenvolvimento da soja a partir da semeadura, com reduções de estandes, altura, peso e produção em níveis variados. O tratamento das sementes com a mistura carbendazim e thiram foi capaz de proporcionar aumento da germinação e consequente valor de estande inicial superior em 31% em relação a testemunha não tratada (Figura 2.1).

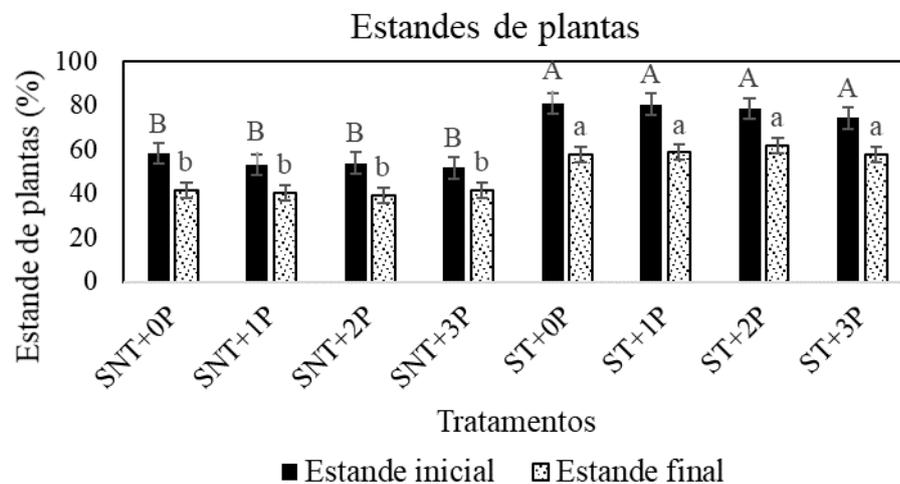


Figura 2.1: Valores percentuais de estande inicial e estande final de plantas de soja provenientes de sementes infectadas por *C. truncatum* em sistemas envolvendo tratamento químico de sementes e pulverizações aéreas de fungicidas. Dados apresentados de acordo com o valor máximo de estande. Letras maiúsculas para estande inicial e minúsculas para estande final.



Figura 2.2 - Estande inicial de plantas de soja provenientes de sementes tratadas (A); e sementes não tratadas (B).

Em relação a estande final, houve uma redução dos valores desta variável em comparação com os valores de estande inicial. Este decréscimo pode ser atribuído, dentre outros fatores, à ação de *C. truncatum* na fase pós-emergência. Para ambas avaliações ficou claro a superioridade dos tratamentos cujas sementes foram tratadas com fungicidas.

Os valores de estande final entre os tratamentos que receberam aplicações de fungicidas na parte aérea, de uma a três pulverizações com o produto Piori Xtra, não diferiram estatisticamente entre si, em razão, provavelmente, da ausência de doenças no cultivo até a colheita.

Para a variável altura de plantas, avaliada em duas épocas, observou-se diferenças estatísticas entre os tratamentos, com valores superiores nos tratamentos de sementes com fungicidas em relação aos tratamentos em que sementes não foram tratadas (Figura 3A). Por outro lado, não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos que receberam aplicações aéreas de fungicidas (Figura 3B). Estes dados sugerem que a ação do patógeno da antracnose não foi influenciada pelo número de pulverizações da soja nas condições deste trabalho. Provavelmente a ocorrência de condições mais favoráveis à antracnose e à presença de inóculo de outras doenças no local de condução deste ensaio provocariam uma resposta estatisticamente significativa entre os tratamentos independentemente do número de pulverizações aplicadas. A aplicação dos fungicidas em sementes apresentou uma ação erradicante do inóculo do patógeno, o que impediu sua atuação ao longo do cultivo até a colheita.

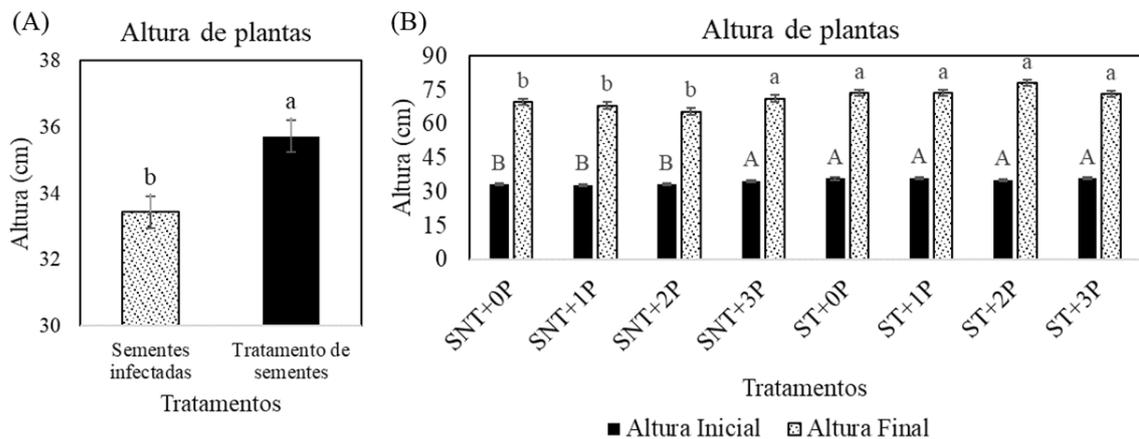


Figura 3: Valores de altura de plantas de soja em função de tratamento sanitário de sementes e de pulverizações de fungicidas na cultura em desenvolvimento no campo.

(A) Efeitos do tratamento sanitário de sementes sobre as médias de altura de plantas de soja de tratamentos provenientes de sementes infectadas por *C. truncatum*, avaliadas 45 dias após o plantio.

(B) Altura inicial (45 dias) e final de plantas de soja provenientes de sementes infectadas por *C. truncatum* em sistemas envolvendo tratamento químico de sementes e pulverizações aéreas de fungicidas. Letras maiúsculas para altura inicial e minúsculas para altura final.

Os valores significativamente superiores de altura final de plantas do tratamento envolvendo sementes inoculadas com três pulverizações em parte aérea sugerem um efeito positivo de uma terceira pulverização de fungicida sobre o crescimento das plantas, contudo tal diferença foi também constatada na primeira avaliação, realizada anteriormente às pulverizações de fungicida, o que aponta a possibilidade de outros fatores, ambientais ou de atuação do patógeno, serem responsáveis por este resultado.

Em relação às médias dos pesos de matéria fresca e de matéria seca de plantas não foram detectadas diferenças estatísticas entre os tratamentos quando avaliados separadamente para a primeira avaliação (Figura 4B e D). Entretanto a média de peso de matéria seca dos tratamentos fungicidas de sementes foi significativamente superior ($p \leq 0,05$) à média de peso das plantas provenientes de sementes não tratadas (Figura 4C). Este resultado deixa claro que o tratamento sanitário de sementes é um fator fundamental no incremento de acúmulo de matéria seca nos estádios iniciais de desenvolvimento das plantas de soja no campo.

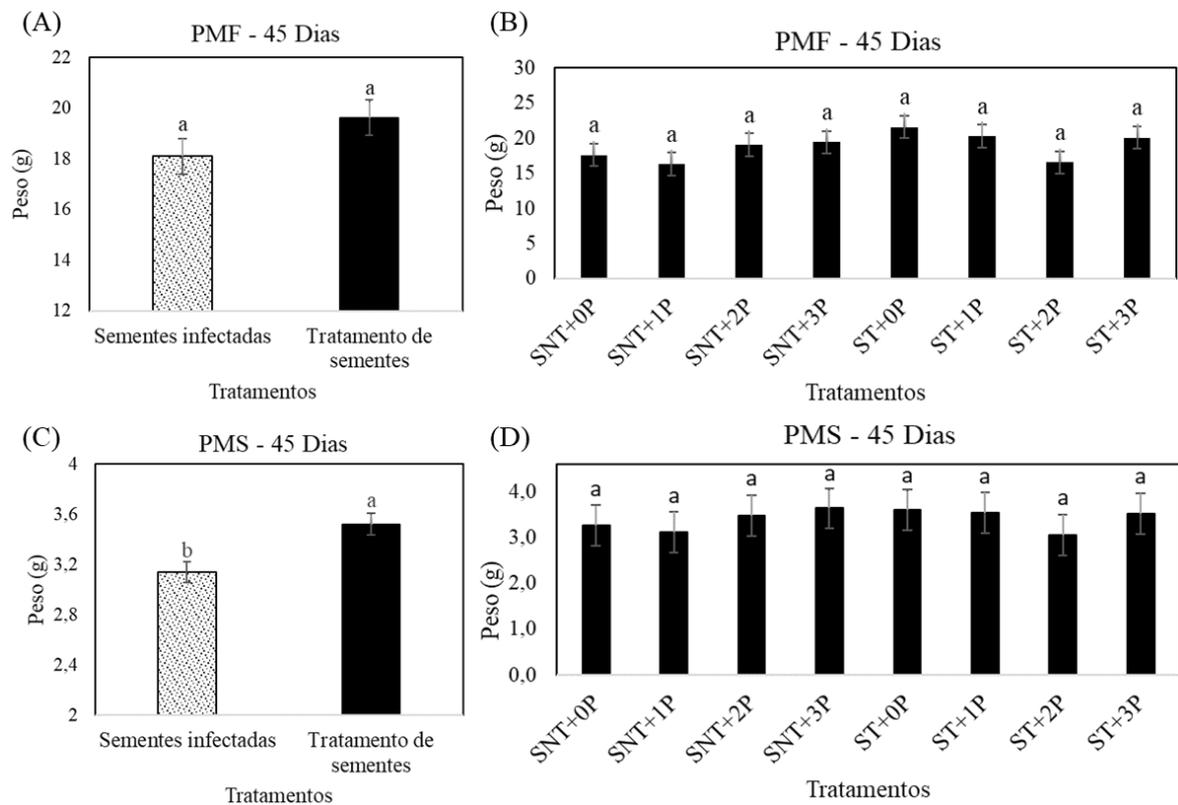


Figura 4: Valores de peso de matéria fresca e matéria seca aos 45 dias de plantas de soja provenientes de sementes infectadas por *Colletotrichum truncatum* em função de tratamento sanitário de sementes. A) Médias de peso de matéria fresca de plantas provenientes de sementes infectadas com e sem tratamento fungicida. B) Peso de matéria fresca de plantas dos tratamentos avaliados separadamente. C) Médias de peso de matéria seca de plantas provenientes de sementes infectadas com e sem tratamento fungicida. D) Peso de matéria seca de plantas dos tratamentos avaliados separadamente.

O peso de matéria fresca de plantas na avaliação final neste estudo não apresentou diferença significativa entre as médias dos tratamentos (Figura 5A). As médias para peso de matéria seca, contudo, apresentaram diferenças significativas, com valores superiores nos tratamentos com três pulverizações de fungicidas e no tratamento fungicida de sementes com duas pulverizações (Figura 5B).

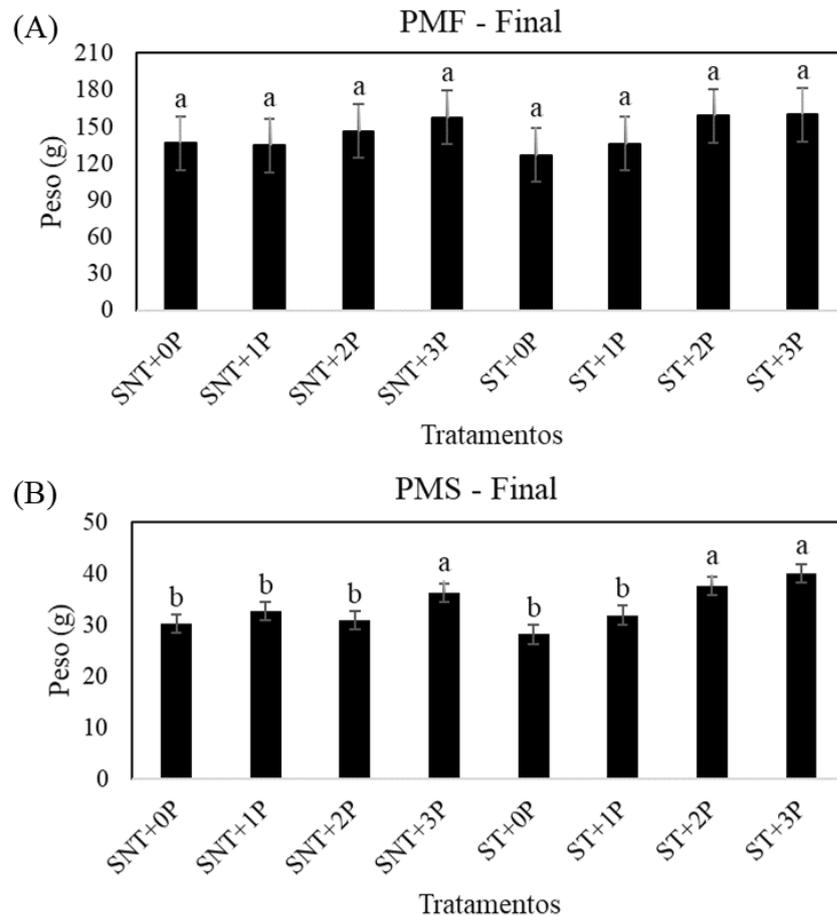


Figura 5: Valores de peso final de matéria fresca e de matéria seca de plantas de soja provenientes de sementes infectadas por *Colletotrichum truncatum* e submetidas a diferentes números de pulverizações de fungicidas em parte aérea.

(A) Peso de matéria fresca final.

(B) Peso de matéria seca final.

De acordo com os resultados desta avaliação de peso de plantas, percebe-se que a aplicação de uma terceira pulverização de fungicidas proporciona condições para acúmulo de matéria seca pelas plantas de soja no campo, em situação de ausência de tratamento sanitário de sementes. Além disso, observa-se que a utilização do tratamento sanitário de sementes constitui uma possível ferramenta na manutenção do peso de plantas com um número reduzido de pulverizações de fungicidas.

Pelos valores dos índices de doença/dano (Figura 6), observa-se que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos, sendo registrada uma superioridade média de 20,73% dos tratamentos provenientes de sementes infectadas e não tratadas em relação as sementes tratadas com fungicidas. As médias dos tratamentos fungicidas de sementes não diferiram entre si.

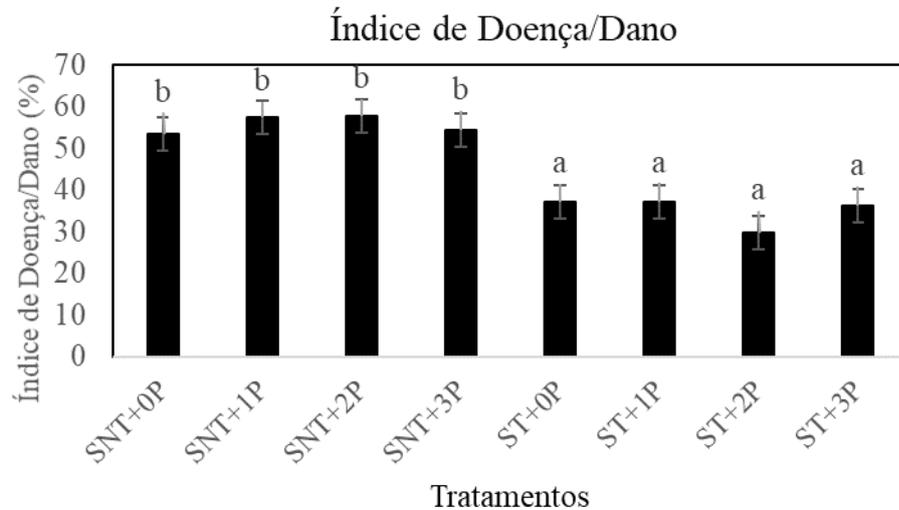


Figura 6: Índice de doença/dano em sistemas de soja com sementes infectadas por *Colletotrichum truncatum*, com ou sem tratamento fungicida. Médias de letras iguais não diferem entre si.

Os dados da avaliação do índice de doença/dano neste trabalho evidenciam que a baixa qualidade sanitária das sementes de soja, decorrentes da presença do agente da antracnose, constitui um fator negativo de grande impacto no potencial inicial das plantas, causando reduções da taxa de germinação e o estabelecimento do estande inicial de plantas no campo.

De maneira bastante evidente estes resultados indicam que o tratamento sanitário se mostrou eficaz em reduzir o índice de doença/dano avaliado por meio do controle do patógeno associado às sementes e a consequente manutenção dos seus perfis fisiológico e sanitário. Evidenciou-se também a eficácia do tratamento de sementes em condições onde as pulverizações não podem atuar, de modo a promover uma redução na morte em pré-emergência de plântulas provenientes de sementes infectadas no campo. Por estes resultados fica claro, portanto, que o tratamento de sementes infectadas constitui uma poderosa ferramenta para a redução dos danos causados por patógenos às sementes e às plantas, principalmente nos seus estádios iniciais de desenvolvimento.

Os resultados de produção de grãos, registrados neste trabalho mostraram uma elevada influência dos diferentes sistemas avaliados sobre esta variável no ensaio (Figuras 7, 8 e 9). O número de vagens por planta foi superior significativamente ($p \leq 0,05$) nos tratamentos envolvendo aplicação dos fungicidas em sementes, havendo incremento de até 15,8% quando comparados com tratamentos envolvendo sementes não tratadas com o mesmo número de pulverizações na parte aérea (Figura 7). Os demais tratamentos não diferiram entre si.

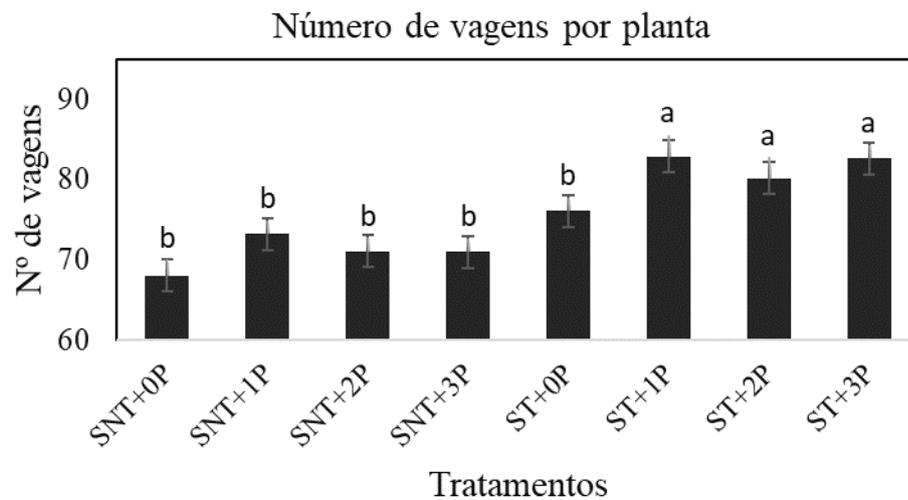


Figura 7: Produção de vagens por planta de soja em função de tratamento químico sanitário de sementes e de pulverizações de fungicida na cultura em desenvolvimento no campo.

A redução do número de vagens está entre as principais perdas causadas pela presença de *C. truncatum* nos campos de soja relatadas em literatura (SOTO et al., 2020), sendo este um dos possíveis fatores que explicam os resultados encontrados neste ensaio. Nota-se que a utilização de pulverizações em parte aérea das plantas só resultou em incremento no número de vagens quando realizada juntamente ao tratamento sanitário de sementes, apontando o controle de patógenos associados às sementes como uma alternativa altamente benéfica para aumentos de produtividade da cultura.

Os tratamentos fungicidas de sementes se mostraram significativamente superiores ($p \leq 0,05$) quanto ao peso de mil grãos colhidos (Figura 8), não se diferenciando entre si para o número de pulverizações de fungicidas aplicados no campo. Estes resultados apontam o tratamento fungicida e a qualidade sanitária das sementes como importantes fatores de impacto sobre o acúmulo de matéria seca nos grãos/sementes de soja e, conseqüentemente, sobre a produtividade da cultura.

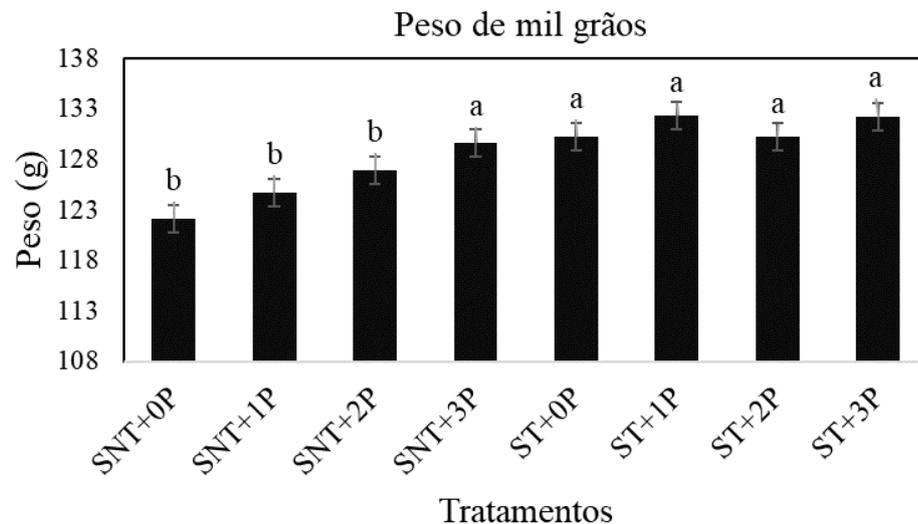


Figura 8: Peso de mil grãos/sementes de soja colhidas de plantas provenientes de sementes infectadas por *Colletotrichum truncatum*, envolvendo tratamento de sementes e pulverizações de fungicidas no campo.

De acordo com os dados observados neste trabalho, uma terceira pulverização de fungicida proporcionou um aumento significativo ($p \leq 0,05$) no peso de grãos de plantas provenientes de sementes não tratadas. Apesar deste resultado sugerir um efeito positivo de uma terceira pulverização de fungicidas, a comparação dos tratamentos provenientes de sementes não tratadas e de sementes tratadas aponta uma maior contribuição do tratamento sanitário de sementes sobre o peso de grãos. Essa é uma observação importante, visto que a utilização do tratamento químico de sementes como alternativa a uma ou duas pulverizações de fungicidas químicos resulta em benefícios econômicos e ambientais dos mais expressivos na atividade agrícola em geral.

Pela análise estatística aplicada neste ensaio, observou-se que os dados de rendimento de grãos referentes aos tratamentos avaliados apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$), com médias superiores para os tratamentos fungicidas de sementes (Figura 9A). Não houve diferença significativa entre os tratamentos para número de pulverizações de plantas.

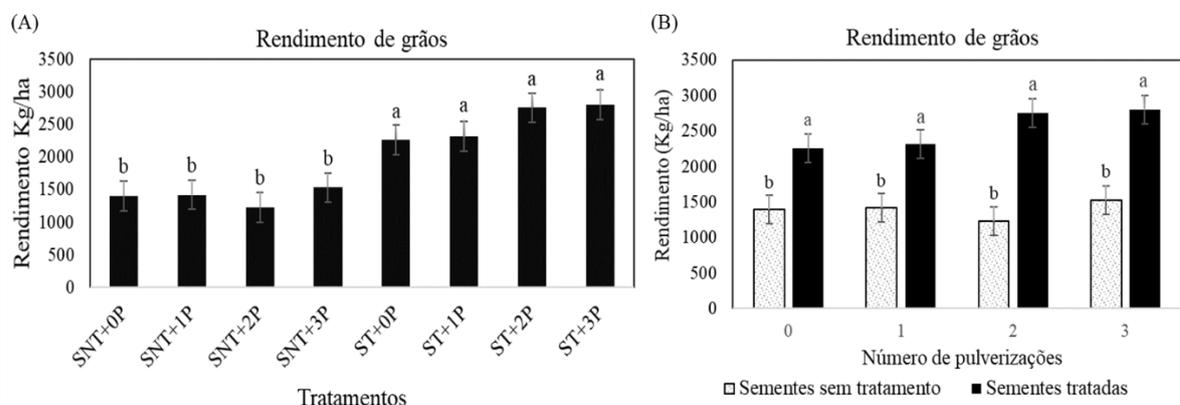


Figura 9: Rendimento de grãos (Kg/ha) de soja colhidos em sistemas produtivos envolvendo tratamento químico sanitário de sementes e pulverizações de fungicidas em parte aérea das plantas.

Apesar do número de pulverizações não ter apresentado diferença estatística entre os tratamentos, vale ressaltar que para a produção de plantas provenientes de sementes tratadas com duas ou três pulverizações, houve um aumento médio equivalente a mais de 8 sacas, ou 480 Kg, de soja por hectare em relação aos tratamentos com sementes tratadas sem pulverizações ou com apenas uma pulverização em parte aérea. Sendo assim, foi possível observar a importância entre integrar as práticas de manejo de doenças visando ao aumento da produção na cultura.

A comparação entre tratamentos homólogos quanto ao número de pulverizações de fungicidas demonstra os efeitos positivos do tratamento fungicida de sementes sobre o rendimento de grãos colhidos no campo, resultando em aumento significativo ($p \leq 0,05$) de 61,7%, 78,3%, 123,9% e 45,5% para zero, uma, duas e três pulverizações, respectivamente (Figura 9B).

Esses resultados demonstram que os efeitos do tratamento químico sanitário de sementes infectadas nas condições deste trabalho apresentam maior influência sobre a produtividade da cultura da soja do que as pulverizações de fungicidas. Os dados de germinação (Figura 1B), dos testes de sanidade (Figura 1A) e de estandes iniciais de plantas (Figura 2) podem ser usados como indicadores destes efeitos sobre a qualidade fisiológica e sanitária das sementes e, conseqüentemente, sobre a produtividade no campo.

Ao avaliar a diferença na incidência de *C. truncatum* registrada nos testes de sanidade entre as sementes não tratadas e as sementes tratadas com o fungicida Derosal Plus (Figura 1), tendo os rendimentos destes tratamentos na ausência de pulverizações (Figura 9), observou-se que para cada 1% de incidência do fungo nas sementes não tratadas houve um decréscimo de 31,5 Kg/ha na produção de grãos neste trabalho. Esses valores apontam a importância do papel do tratamento químico de sementes na manutenção do potencial produtivo da cultura da soja.

As análises de variância (Anova) demonstraram não haver interação significativa entre o tratamento de sementes e os números de pulverizações utilizados neste ensaio para produção (Tabela 2), havendo níveis significativos ($p \leq 0,05$) apenas dentro do fator tratamento de sementes. Isso aponta o tratamento de sementes como o responsável pelas diferenças de produção encontradas entre os tratamentos avaliados, o que enfatiza os resultados apresentados neste estudo.

Tabela 3: Quadros de análises de variância (Anova) dos fatores tratamentos de sementes e números de pulverizações para as variáveis número de vagens, peso de mil grãos/sementes e rendimento de grãos.

Número de vagens					
F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P > F
TS	1	6195,2	6195,2	17,9935	2,925×10 ⁻⁵ *
Pulverização	3	557	185,658	0,53923	0,65574 ns
TS × Pulverização	3	929	309,725	0,89957	0,44168 ns
Resíduo	312	107422,2	344,3019		
CV	24,24				
Peso de mil grãos/sementes					
F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P > F
TS	1	938,5	938,5	18,5621	3,385×10 ⁻⁵ *
Pulverização	3	368,8	122,92	2,4312	0,06484 ns
TS × Pulverização	3	196,0	65,34	1,2923	0,28025 ns
Resíduo	24	6067,4	50,56		
CV	5,53				
Rendimento de grãos					
F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P > F
TS	1	10367506	10367506	37,0314	2,76×10 ⁻⁶ *
Pulverização	3	549461	183154	0,6542	0,5881 ns
TS × Pulverização	3	606771	202257	0,7224	0,5485 ns
Resíduo	24	6719175	279966		
CV	26,94				

* Diferenças significativas pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em relação aos efeitos da aplicação de fungicidas na parte aérea de plantas de soja visando ao controle de doenças como a antracnose, constam na literatura algumas informações que divergem dos resultados observados neste trabalho. Segundo estudos de Basso et al. (2015) e de Pesqueira et al. (2016) houve uma melhoria de alguns indicadores agronômicos com reflexos positivos na produção de soja proporcionados pela pulverização de fungicidas na cultura em desenvolvimento visando ao controle da antracnose. Tais resultados certamente apresentaram divergências em razão das condições climáticas e outros fatores que atuaram favoravelmente ou não no desenvolvimento das doenças no campo de cultivo. Sendo assim, estudos continuados nesta linha de pesquisa devem ser conduzidos, levando-se em conta o nível de ocorrência dos patógenos nas sementes e as condições favoráveis para o desenvolvimento

das doenças correspondentes nos locais de condução dos ensaios. Neste trabalho a análise do papel da aplicação dos fungicidas na cultura em desenvolvimento ficou prejudicada, o que, no entanto, não deixou de ser importante para a análise do papel isolado ou exclusivo do tratamento de sementes como ferramenta para impedir danos significativos na cultura com reflexos na produção de soja.

Em relação aos resultados dos testes de sanidade das sementes colhidas, nota-se que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) para incidência de *C. truncatum*, com médias superiores para a testemunha em comparação aos demais tratamentos, que não diferiram entre si (Figura 10).

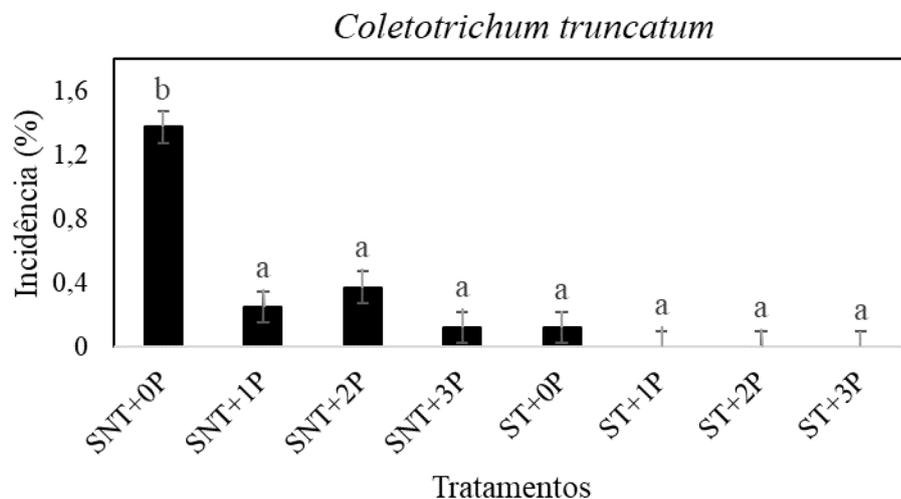


Figura 10: Incidência (%) de *Coletotrichum truncatum* em sementes de soja colhidas de plantas sob diferentes sistemas de manejo da antracnose, envolvendo tratamentos de sementes e pulverizações de fungicidas em parte aérea de plantas no campo de cultivo.

Estes resultados mostram a eficácia das práticas de manejo de doenças utilizadas sobre o patógeno avaliado e a qualidade sanitária das sementes ou grãos de soja colhidos. Nota-se que o tratamento de sementes e as pulverizações da parte aérea de plantas se mostram igualmente eficazes no controle do acesso de *C. truncatum* nas sementes ou grãos de soja no campo de produção, porém apenas os tratamentos envolvendo ambos os métodos de aplicação de fungicidas usados neste trabalho foram capazes de erradicar o patógeno das sementes.

Informações de literatura (DANELLI et al., 2011; PESQUEIRA et al., 2016) revelam diferenças significativas para a taxa de incidência de *C. truncatum* em sementes de soja produzidas sob manejos com diferentes ingredientes de produtos fungicidas aplicados na cultura no campo, tendo sido o ingrediente ativo um fator importante sobre a eficácia do controle químico.

Vale ressaltar que, apesar da comprovada eficácia de pulverizações de fungicidas no controle da antracnose da soja no campo, o patógeno pode causar danos nas sementes e nas fases iniciais das plantas no campo (Figuras 1, 2, 3 e 4), os quais refletem negativamente na produção final de grãos.

Também vale salientar que, durante a condução deste ensaio, registrou-se precipitação pluvial de 889 mm (Figura 11), com dois períodos sem ocorrência de chuva, durante os estádios de pleno florescimento das plantas (R2) e no final do ciclo da cultura. A escassez de chuvas durante estes estádios pode ser considerada como um dos fatores interferentes nos valores relativamente baixos de produção dos tratamentos avaliados neste ensaio.

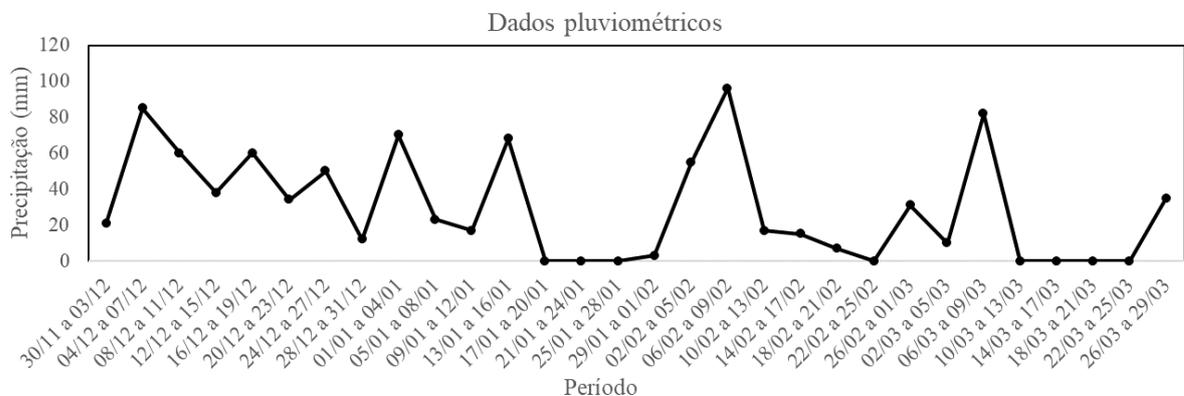


Figura 11: Dados de precipitação pluvial do período de condução do ensaio com plantas de soja no campo.

Informações de outros trabalhos indicam que o rendimento de grãos da cultura da soja é altamente influenciado pela disponibilidade de água às plantas, principalmente nos períodos de florescimento e enchimento de grãos (RADIN et al., 2017),

A incidência e a disseminação de doenças na cultura da soja, incluindo a antracnose, também são altamente influenciadas pela dinâmica da disponibilidade de água/umidade nas regiões de cultivo da soja (EMBRAPA, 2014), o que contribui para compreensão de alguns dados avaliados neste trabalho.

6.3 Análise de custos e receita econômica dos sistemas avaliados

Pela avaliação da margem líquida, do lucro líquido e do ganho em receita dos tratamentos avaliados em comparação com a testemunha, percebe-se uma tendência de perdas econômicas com a utilização de pulverizações entre os tratamentos de sementes sem fungicida com ao menos uma pulverização. Um possível fator que explica esse resultado é o fato de a perda de produção, causada principalmente pela redução dos estandes, em função da presença

do patógeno associado às sementes, não ter sido compensada pelo efeito das pulverizações, como visto anteriormente (Figuras 7, 8 e 9).

Tabela 4 – Análise de viabilidade econômica de sistemas produtivos de soja sob utilização de tratamento químico sanitário de sementes e números de pulverizações de fungicidas em parte aérea.

Tratamento	Rend ¹	Grend ¹	Custo ³	Mliq ⁴		Lliq ⁶	Grec ⁷
				Kg/ha	R\$ ⁵		
SNT + 0P	1.401,78	-	-	-	-	820,07	-
SNT + 1P	1.300,59	-101,19	57,92	-159,11	-450,29	369,77	-54,91
SNT + 2P	1.229,16	-172,62	115,84	-288,46	-816,35	3,71	-99,54
SNT + 3P	1.529,76	127,98	173,76	-45,79	-129,58	690,49	-15,80
ST + 0P	2.386,90	985,12	16,93	968,19	2739,97	3560,03	334,11
ST + 1P	2.318,45	916,67	74,85	841,81	2382,34	3202,40	290,50
ST + 2P	2.752,97	1.351,19	132,77	1.218,41	3448,11	4.268,18	420,46
ST + 3P	2.803,57	1.401,79	190,69	1.211,09	3427,39	4.247,45	417,93

¹Rendimento de grãos (Kg/ha).

²Ganho (Kg/ha) em relação à testemunha.

³Custo de tratamento de sementes e pulverizações de fungicidas em cada sistema (Kg/ha), com valores para tratamento de sementes de R\$47,92 por hectare e pulverizações de R\$163,92 por pulverização por hectare (RICHETTI & GOULART, 2018; RIBEIRO et al., 2019).

⁴Margem líquida: incremento promovido por cada sistema de manejo.

⁵Kg de soja = R\$2,83 (Valor estimado da saca de 60 Kg de R\$170,00).

⁶Lucro líquido (R\$): valor da produção por hectare descontado o custo de produção, que na ausência de aplicação de fungicidas resulta em R\$3.146,97 (EMBRAPA, 2019).

⁷Ganho total em receita (%) em relação à testemunha.

Visto que o valor de cada pulverização de fungicida por hectare é significativamente superior aos custos do tratamento de sementes, os sistemas envolvendo apenas pulverizações apresentam custos maiores para cada pulverização adicional utilizada, de modo a onerar ainda mais o custo de produção, reduzindo a receita final do sistema produtivo.

Vale ressaltar que no caso de condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento da doença avaliada no campo, estes valores podem ser ainda maiores, visto que os danos causados pelo patógeno no estabelecimento do estande inicial poderá ser superior, impossibilitando o combate ao problema com pulverizações no final do ciclo da cultura.

Pela análise da viabilidade econômica dos tratamentos fungicidas de sementes, nota-se um aumento significativo na receita gerada em todos os sistemas avaliados em relação à

testemunha, com um ganho total em receita superior em até 334% para o sistema utilizando tratamento de sementes isoladamente.

Apesar de não haver diferença para o rendimento de grãos entre estes tratamentos (Figura 12), observa-se uma tendência de que ao menos duas pulverizações possam contribuir para um aumento superior a 420% na receita final. Este resultado reforça a ideia de que a utilização do tratamento de sementes em conjunto a um número reduzido de pulverizações tende a contribuir mais para a receita do sistema em relação à utilização de sistemas envolvendo sementes não tratadas com números maiores de pulverizações de fungicidas.

Vale destacar que estes tipos de análises requerem na prática a avaliação de um maior número de ensaios, levando-se em consideração diferentes condições climáticas, que implicam no uso diferentes regiões e épocas de cultivo da soja.

7 CONCLUSÕES

O tratamento fungicida de sementes de soja infectadas por *Colletotrichum truncatum* proporciona reduções significativas da incidência deste patógeno e garante incrementos na taxa de germinação com reflexos proporcionais positivos no desempenho das plantas e na produção final de grãos.

Em condições de campo, o tratamento fungicida proporcionou valores de estandes, pesos e altura de plantas e produção de grãos superiores, estatisticamente, aos tratamentos cujas sementes não foram tratadas quimicamente. Em média, o aumento de produção propiciado pelos tratamentos envolvendo aplicação dos fungicidas nas sementes foi de 45%. Para cada percentual de incidência do fungo no lote de sementes houve uma perda média de grãos estimada de 1,01%.

Com base em variáveis de indicação indireta da ação da antracnose, o tratamento fungicida de sementes proporcionou reduções significativas do índice de doença/dano registrados nas condições deste estudo.

Pelos resultados deste ensaio, a aplicação de produtos fungicidas na cultura em desenvolvimento no campo apresentou baixa eficácia no controle da antracnose, cujo inóculo na forma infectiva já se encontrava presente nas sementes utilizadas para semeadura. Ressalta-se que para conclusões mais concretas neste quesito, torna-se prudente realizar mais estudos

em condições favoráveis para o desenvolvimento da antracnose e outras doenças no local do ensaio.

Os resultados do teste de sanidade das sementes colhidas neste ensaio, confirmam que *C. truncatum* é capaz de se translocar internamente nos tecidos da soja, em plantas assintomáticas, partindo-se de sementes infectadas desde a semeadura até as sementes colhidas na mesma safra.

Do ponto de vista econômico, a análise realizada neste trabalho mostrou que o tratamento de sementes de soja infectadas pelo agente da antracnose apresentou um custo de 1,52% em relação ao custo da soja. Levando-se em consideração que o custo das perdas de produção causadas pelo patógeno foi de 76,07% do lucro gerado pelo sistema, a relação de custo/benefício é extremamente positiva para o produtor.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, D. R., & MATSUOKA, B. P. (2016). Mudanças na pauta de exportações e primarização do complexo soja. *Revista de Política Agrícola*, pp. 20-34.

AMORIM, L., REZENDE, J., FILHO, A. B., & CAMARGO., L. (2016). *Manual de Fitopatologia* (Vol. 2).

ARTUZO, F. D., FOGUESATTO, C. R., SOUZA, A. R. L., SILVA, L. X. (2017). Gestão de custos na produção de milho e da soja. *Ver. Bras. de Gestão de Negócios*. pp. 273-294.

ASSUNÇÃO, M., & TORRES, A. L. (2013). Eficácia versus viabilidade econômica do controle químico e genético da ferrugem da folha em trigo. *Ciência Rural*, pp. 1141-1146. Fonte: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v43n7/a19613cr5540.pdf>

BARBOSA, A. D. (2021). Eficácia de fungicidas em tratamento de sementes no controle de *Fusarium pallidoroseum* em relação ao tamanho de sementes na cultura da soja. Trabalho de dissertação de mestrado. Acesso: <http://hdl.handle.net/11449/210852>

BASSO, P., BONALDO, S. M., & RUFFATO, S. (2015). Avaliação de fungicidas no controle da antracnose e mancha alvo, e no rendimento da cultura da soja. *Scientia Agraria Paranaensis*, pp. 191-199.

BOHNER, T. O., ARAÚJO, L. E., & NISHIJIMA, T. O. (2013). Impacto ambiental do uso de agrotóxicos no meio ambiente e na saúde dos trabalhadores rurais. *Revista de Ciências Agrárias*, pp. 854-862.

BOTELHO, L. d., BARROCAS, E. N., MACHADO, J. d., & MARTINS, R. S. (2015). Detecção de *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes de soja pelas técnicas de PCR convencional e quantitativo. *Journal of seed science*, 37(1), pp. 55-62. Fonte: <http://www.scielo.br/pdf/jss/v37n1/2317-1545-jss-v37n1141460.pdf>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009a). *Regras para Análise de Sementes*. Brasília.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009b). *Manual de Análise Sanitária de Sementes, Anexo do Capítulo 9 (Teste de Sanidade de Sementes)*. Brasília.

CASA, R. T., KUHNEM JUNIOR, P. R., REIS, E. M., BOLZAN, J. M., & MOREIRA, E. N. (2012). Interação entre temperatura do solo, profundidade de semeadura e tratamento de sementes com fungicida na emergência de plantas de milho. *Summa Phytopathol.*, 90-92. Acesso em 15 de 10 de 2019, disponível em <http://www.scielo.br/pdf/sp/v38n1/v38n1a16.pdf>

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). (2021). *Produção de grãos tem previsão de aumento de 5,7%, chegando a 271,7 milhões de t*. Brasília: Conab. Fonte: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3989-producao-de-graos-tem-previsao-de-aumento-de-5-7-chegando-a-271-7-milhoes-de-toneladas>

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). (2022). Acompanhamento da Safra Brasileira. Fonte: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/40828_0bad57072b38a160412f36392313de55

CONCEIÇÃO, G. M., BARBIERI, A. P., LUCIO, A. D., MARTIN, T. N., MATTIONI, N. M., & LORENTZ, L. H. (2014). Desempenho de plântulas e produtividade de soja submetida a diferentes tratamentos químicos nas sementes. *Bioscience Journal*, pp. 1711-1720.

DANELLI, A. L., FIALLOS, F. R., TONIN, R. B., & FORCELINI, C. A. (2011). Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja em função do tratamento químico de sementes e foliar no campo. *Ciência y Tecnologia*, pp. 29-37.

DUARTE, R. P., JULIATTI, F. C., & FREITAS, P. T. (2009). EFICÁCIA DE DIFERENTES FUNGICIDAS NA CULTURA DO MILHO. *Bioscience Journal*, 101-111. Acesso em 15 de 10 de 2019, disponível em <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6966/4614>

DUARTE, R. P., JULIATTI, F. C., LUCAS, B. V., & FREITAS, P. T. (2009). Comportamento de diferentes genótipos de milho com aplicação foliar de fungicida quanto à incidência de fungos causadores de grãos ardidos. pp. 112-122.

EMBRAPA. (2014). *Manual de Identificação de doenças da soja*. Londrina.

EMBRAPA. (2014). *O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro*. Londrina: Embrapa Soja.

EMBRAPA. (2018). *Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, Phakopsora pachyrhizi, na safra 2017/2018: Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos*. Londrina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

EMBRAPA. (2019). *Viabilidade econômica da cultura da soja para a safra 2019/2020, na região centro-sul de Mato Grosso do Sul*. Dourados: Embrapa. Fonte: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/200260/1/COT-251-2019.pdf>

EMBRAPA. (2018). Monitoramento do uso de fungicidas na cultura do milho no Brasil. *Circular Técnica*. Fonte: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/191891/1/circ-249.pdf>

GASPAR, A. P., MARBURGER, D. A., MOURTZINIS, S., & CONLEY, S. P. (2014). Soybean Seed Yield Response to Multiple Seed Treatment Components across Diverse Environments. *Agronomy Journal*, pp. 1955-1962.

GASPARETTO, R., FERNANDES, C. D., MARCHI, C. E., & BORGES, M. F. (2011). Eficiência e viabilidade econômica da aplicação de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja em Campo Grande, MS. *Arquivos do instituto Biológico*, pp. 251-260. Fonte: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/897203/1/ArtigoAIBCelso.pdf>

GODOY, C. V., ALMEIDA, A. M., SOARES, R. M., SEIXAS, C. D., DIAS, W. P., MEYER, M. C., HENNING, A. A. (2014). Doenças da soja. *Sociedade Brasileira de Fitopatologia*. Fonte: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125697/1/DoencasdaSoja.pdf>

GODOY, C. V., FLAUSTINO, A. M., SANTOS, C. M., & DEL PONTE, E. M. (2009). Eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina, PR. *Tropical Plant Pathology*, pp. 56-61.

GOULART, A. C. (2009). *Detecção e controle químico de Colletotrichum em sementes de soja e algodão*. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. Acesso em 10 de 10 de 2019, disponível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/574033/1/DOC2009100.pdf>

HENNING, A. A., ALMEIDA, A. M., GODOY, C. V., SEIXAS, C. D., YORINORI, J. T., COSTAMILAN, L. M., . . . DIAS, W. P. (2014). *Manual de identificação de doenças de soja*. Londrina: Embrapa Soja. Fonte: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/991687/1/Doc256OL.pdf>

HENNING, A. A., HENNING, F. A., KRZYZANOWSKI, F. C., PADUA, G. P., LORINI, I., FRANÇA-NETO, J. B., . . . BENASSI, V. T. (2017). *Qualidade de Sementes e grãos comerciais de soja no brasil - safra 2015/16*. Londrina: Embrapa Soja.

HOFFMANN, R., ENGLER, J. J., SERRANO, O., THAME, A. C., & NEVES, E. M. (1987). Administração de empresa agrícola. *Biblioteca pioneira de ciências sociais*.

JULIATTI, F. C., FIGUEIRÓ, A. A., GARCIA, R. A., SANTOS, J. B., MACHADO, J. C., POZZA, E. A., JUNIOR, M. L., CIVARDI, E. A., JUNIOR, T. J. P., VIEIRA, R. F., LEHNER, M. S., LIMA, R. C., FILHO, D. S. J. (2015). *Sclerotinia sclerotiorum* e Mofo branco: Estudos básicos e aplicados. Revisão anual de Patologia de Plantas. pp. 159-194.

JULIATTI, F. C., JULIATTI, B. C., & JULIATTI, F. C. (2020). Explosão de manchas foliares na cultura da soja e ferrugem tardia. Manejo consciente e efeito na produtividade. *Revista Cultivar*. Fonte: https://www.researchgate.net/publication/343975009_Explosao_de_manchas_foliares_na_cultura_da_soja_e_ferrugem_tardiamanejo_consciente_e_efeito_na_produtividade

JULIATTI, F. C., ZUZA, J. L., SOUZA, P. P., & POLIZEL, A. C. (2007). Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos. *Bioscience Journal*, pp. 34-41.

JUNIOR, M. B., RESENDE, M. L., POZZA, E. A., MACHADO, J. C., RESENDE, A. R., CARDOSO, A. M., . . . BOTELHO, D. M. (2021). Effect of temperature on *Colletotrichum truncatum* growth, and evaluation of its inoculum potential in soybean seed germination. *European Journal of Plant Pathology*, pp. 999-1004.

KANDEL, Y. R., WISE, K. A., BRADLEY, C. A., TENUTA, A. U., & MUELLER, D. S. (2016). Effect of Planting Date, Seed Treatment, and Cultivar on Plant Population, Sudden Death Syndrome, and Yield of Soybean. *Plant Disease*, pp. 1735-1743.

LENSEN, A. W. (2013). Biofield and fungicide seed treatment influences on soybean productivity, seed quality and weed community. *Agricultural Journal*. pp. 138-143.

LES, N., HENNEBERG, L., NADAL, V. G., MULLER, M., SZEMOCOVIKI, A. G., CARNEIRO, F. T., & FILHO, D. S. (Dezembro de 2020). Controle de *Rhizoctonia solani* com produtos biológicos no tratamento de sementes na cultura da soja. *Brazilian Journal of Development*, pp. 99919-99935. Fonte: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/21885/17465>

LI, P., SUN, P., LI, D., LI, D., LI, B., & DONG, X. (2020). Evaluation of Pyraclostrobin as an Ingredient for Soybean Seed Treatment by Analyzing its Accumulation–Dissipation Kinetics, Plant-Growth Activation, and Protection Against *Phytophthora sojae*. *Journal of Agricultural and food chemistry*, pp. 11928-11938.

LUDWIG, M. P., DUTRA, L. M., FILHO, O. A., ZABOT, L., UHRY, D., & LISBOA, J. I. (2010). Produtividade de grãos da soja em função do manejo de herbicida e fungicidas. *Ciência Rural*, pp. 1516-1522.

MACHADO, J. C., OLIVEIRA, J. A., VIEIRA, M. G., & ALVES, M. C. (2003). Controle da germinação de sementes de soja em testes de sanidade pelo uso de restrição hídrica. *Revista Brasileira de Sementes*, pp. 77-81.

MANCINI, V., ROMANAZZI, G. (2013). Seed treatments to control seedborne fungal pathogens of vegetable crops. *Pest management Science*. pp. 860-868.

MCKINNEY, H. H. (1923). Influence of soil, temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. *Journal of Agricultural Research*, pp. 195-217.

MENDES, S., MARIANO, D. C., MOREIRA, A. J., NETO, C. F., & OKUMURA, R. S. (2014). Tratamento de sementes de soja no controle da antracnose. *Enciclopédia Biosfera*, pp. 2877-2886.

MORAES, S. R. G., SILVA, J. B., BONALDO, S. M., SOUZA, W. D. (2021). *Colletotrichum* spp: sensibilidade à fungicidas e reação à cultivares de soja. *Ver. Nativa*. pp 273-280.

NOGUEIRA, M. M. (2020). Eficácia de diferentes fungicidas aplicadas no tratamento de sementes para o controle de *Phomopsis sojae* na cultura da soja. Trabalho de Conclusão de Curso. Acesso: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/1436>

OLIVEIRA, V. A., MARTINS, L. P., GONÇALVES, R. C., BENICIO, L. P., COSTA, D. L., & LUDWIG, J. (2013). Use of seed treatment with fungicide in control of *Colletotrichum truncatum* and physiological quality of soybean seeds *Glycine max*. *Journal of Bioscience and Biodiversity*, pp. 98-106.

PEREIRA, C. E., OLIVEIRA, J. A., ROSA, M. C., OLIVEIRA, G. E., & NETO, J. C. (2009). Tratamento fungicida de sementes de soja inoculadas com *Colletotrichum truncatum*. *Ciência Rural*, pp. 2390-2395.

PESQUEIRA, A. S., BACCHI, L. M., & GAVASSONI, W. L. (2016). Associação de fungicidas no controle da antracnose da soja no Mato Grosso do Sul. *Revista Ciência Agronômica*, pp. 203-212.

PINTO, N. F. (2000). Tratamento fungicida de sementes de milho contra fungos de solo e o controle de *Fusarium* associado às sementes. *Scientia Agricola*, 483-486. Acesso em 15 de 10 de 2019, disponível em <http://www.scielo.br/pdf/sa/v57n3/2679.pdf>

RADIN, B., Schönhofen, A., & TAZZO, I. F. (2017). Impacto da quantidade e frequência de chuva no rendimento da soja. *Agrometeoros*, pp. 19-26.

RAMOS, C., PIZAIA, M., CALDARELLI, C., & CAMARA, M. (2020). Competitividade e inserção da soja brasileira no mercado internacional. *Revista de Ciências Agrárias*, pp. 74-85.

REIS, E. M., REIS, A. C., & ZANATTA, M. (2018). Reflexo econômico e desenvolvimento da resistência de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas em função do número de aplicações. *Summa Phytopathology*, pp. 289-292.

RIBEIRO, L. A., MENDONÇA JUNIOR, D. P., SA, D. D., ARAUJO, F. P., & SOUZA, J. E. (2019). Viabilidade econômica de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. *Agronomic Journal*, pp. 35-43.

RICHETTI, A., & GOULART, A. C. (2018). *Adoção e custo do tratamento de sementes na cultura da soja*. Dourados, MS: Embrapa Soja.

ROCHA, R. R. (2020). Avaliação de custos de produção de soja convencional: um estudo de caso no município de Nova Mutum (Mato Grosso). *Rev. Meio Ambiente*. pp. 40-47.

SCANDIANI, M. M., LUQUE, A. G., & O'DONELL, K. (2010). First Report of Sexual Reproduction by the Soybean Sudden Death Syndrome Pathogen *Fusarium tucumaniae* in Nature . *Plant Disease*, pp. 1411-1416.

SHARMA, S. K., GUPTA, G. K., & RAJKUMAR, R. (2011). *Colletotrichum truncatum* [(Schw.) Andrus & W.D. Moore] , the causal agent of antracnose of soybean [*Glycine max* (L.)] - A Review. *Soybean Research*, pp. 31-52.

SILVA, M. P., TYLKA, G. L., & MUNKVOLD, G. P. (Fev de 2016). Seed treatment effects on maize seedlings coinfecting with *Fusarium* spp. and *Pratylenchus penetrans*. *Plant Disease*, pp. 431-437.

SOARES, R. M., RUBIN, S. A., WIELEWICKI, A. P., & OZELAME, J. G. (2004). Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. *Ciência Rural*, pp. 1245-1247. Fonte: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v34n4/a45v34n4.pdf>

SOTO, N., HERNÁNDEZ, Y., DELGADO, C., ROSABAL, Y., ORTIZ, R., VALENCIA, L., ENRÍQUEZ, G. A. (2020). Field Resistance to *Phakopsora pachyrhizi* and *Colletotrichum truncatum* of Transgenic Soybean Expressing the NmDef02 Plant Defensin Gene. *Frontiers in Plant Science*. Fonte: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2020.00562/full>

VENTUROSO, L. R., BACCHI, L. M., GAVASSONI, W. L., VENTUROSO, L. A., PONTIM, B. C., & REIS, G. F. (2015). Inoculação de *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes de oleaginosas: transmissão e seus efeitos sobre a emergência de plantas. *Ciência Rural*, pp. 788-793.

XUE, A. G., MORRISON, M. J., COBER, E., ANDERSON, T. R., RIOUX, S., ABLETT, G. R. (2010). Frequency of isolation of species of *Diaporthe* and *Phomopsis* from soybean plants in Ontario and benefits of seed treatments. *Canadian Journal of Plant Pathology*. pp. 354-364.

ZAMBOLIM, L. (2005). *Sementes: qualidade fitossanitária*. Embrapa Agropecuária Oeste.

ZANDONÁ, R. R., PAZDIORA, P. C., PAZINI, J. B., SEIDEL, E. J., & ETHUR, L. Z. (2019). Chemical and biological seed treatment and their effect on soybean development and yield. *Revista Caatinga*, pp. 559-565.