

**UNIVERSIDADE DE ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

JOÃO CLAUDIO DALMINA

**LEVANTAMENTO DA OCORRÊNCIA DE MANCHA PÚRPURA E *Cercospora* spp.
EM SEMENTES DE SOJA PRODUZIDAS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO
SUL E DE SANTA CATARINA**

LAGES

2023

JOÃO CLAUDIO DALMINA

**LEVANTAMENTO DA OCORRÊNCIA DE MANCHA PÚRPURA E *Cercospora* spp.
EM SEMENTES DE SOJA PRODUZIDAS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO
SUL E DE SANTA CATARINA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Trezzi Casa

LAGES

2023

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UEDESC, com os dados fornecidos pelo autor**

Dalmina, João Claudio

LEVANTAMENTO DA OCORRÊNCIA DE MANCHA
PÚRPURA E *Cercospora* spp. EM SEMENTES DE SOJA
PRODUZIDAS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL E
DE SANTA CATARINA / João Claudio Dalmina. -- 2023.

48 p.

Orientador: Ricardo Trezzi Casa

Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de
Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2023.

1. Glycine max. 2. Doença . 3. Semente infectada. 4. Detecção de
fungo. I. Casa, Ricardo Trezzi. II. Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de
Pós-Graduação em Produção Vegetal. III. Título.

JOÃO CLAUDIO DALMINA

**LEVANTAMENTO DA OCORRÊNCIA DE MANCHA PÚRPURA E *Cercospora* spp.
EM SEMENTES DE SOJA PRODUZIDAS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO
SUL E DE SANTA CATARINA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Banca examinadora

Orientador: _____
Professor Dr. Ricardo Trezzi Casa
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)

Membro avaliador: _____
Dr. Fábio Nascimento da Silva
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)

Membro avaliador: _____
Dra. Mayra Juline Gonçalves
Plant Colab – Lages, SC

Lages, 30 de março de 2023.

Dedico este trabalho primeiramente a Deus e minha família, e a todos que me ajudaram neste momento.

AGRADECIMENTOS

Em especial a Deus, pela força, sabedoria, fé e por sempre estar guiando meu caminho.

Aos meus familiares, em especial aos meus pais Claudio e Margarete Dalmina pelo amor, incentivo, força, conselhos e auxílio em toda a minha caminhada. As minhas irmãs Adrieli e Estela Dalmina pelo apoio, amor e incentivo. Serei eternamente grata a vocês. Amo vocês.

Ao meu orientador, Professor Dr. Ricardo Trezzi Casa, agradeço primeiramente pela oportunidade e por acreditar em mim. Sou muito grato pelo apoio, por todo o incentivo, pela dedicação, pelos ensinamentos, pela paciência e conselhos.

Dra. Mayra Juline Gonçalves e Prof. Dr. Fábio Nascimento da Silva, por todos os ensinamentos e ajuda durante o período do mestrado.

Agradecimento especial para doutoranda Gabriela Carolina dos Santos por todo o trabalho que desenvolveu, ajudando para a conclusão de uma das fases mais importantes de minha vida. Desde as primeiras análises de semente até as últimas.

Agradeço aos meus colegas do Laboratório de Fitopatologia, Valdemir, Wellinton, Maiara, Julia, Laísa, Marília, Maria Eduarda, Karina, Natália e Felipe, pelo auxílio no desenvolvimento de algumas atividades, pelo compartilhamento de conhecimentos e pela amizade construída durante esse período.

Aos meus colegas de trabalho e à Coamo por me permitir realizar meu trabalho.

A Universidade do Estado de Santa Catarina, ao Centro de Ciências Agroveterinárias (UDESC/CAV). Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pelo ensino de qualidade e oportunidade de cursar o mestrado e a todos os professores, que passaram seus conhecimentos. Também fica meu agradecimento a Capes pela concessão da bolsa de estudo.

A todas as empresas agrícolas produtoras de semente pela disponibilidade das sementes para que esse trabalho fosse desenvolvido. A todos que, de alguma forma, contribuíram para que essa conquista fosse possível.

A todos vocês, serei eternamente grato!

“Para ser contra basta negar sem saber. Para evoluir é necessário conhecer, saber e compartilhar”

Dirceu Gassen

RESUMO

A presença do fungo *Cercospora kikuchii* (Matsumoto & Tomoyasu) M.W. Garner, nas lavouras de soja tem se tornado cada vez mais frequente, principalmente devido ao sistema de monocultura e a suscetibilidade de cultivares de soja. A primeira etapa deste estudo teve como objetivo quantificar a prevalência e a incidência de mancha púrpura em sementes de soja produzidas em diferentes regiões dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Foram analisadas 324 amostras de sementes, sendo 186 da safra 2020/21 e 138 da safra 2021/22. As sementes foram enviadas por produtores de sementes ao Laboratório de Fitopatologia da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, Centro de Ciências Agroveterinárias - CAV, Lages, SC. Em cada amostra foi realizado a análise visual da presença de sementes púrpuras separando-as das sementes sem sintomas e com posterior quantificação da sua porcentagem. A prevalência média de amostras com sementes púrpuras foi de 90,3%, sendo 87,9% na safra 2020/21 e 92,7% na safra 2021/22. A incidência média de sementes púrpuras foi de 1,47%, sendo 0,46% na safra 2020/21 e 2,47% na safra 2021/22. A segunda etapa deste estudo, desenvolvida paralelamente, teve como objetivo quantificar a prevalência e a incidência do fungo *Cercospora* spp. associados às sementes de soja das mesmas 324 amostras independentemente da presença ou não de mancha púrpura. As sementes foram submetidas ao teste de sanidade em meio de cultura batata-sacarose-ágar + antibiótico (BSA+A). Inicialmente foram desinfestadas com hipoclorito de sódio a 1%, durante três minutos, com posterior enxágue em água estéril. Para cada amostra foram analisadas 200 sementes, sendo quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram incubadas por 7 a 10 dias, sob luz fluorescente branca a temperatura de $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$. A incidência do fungo foi realizada por contagem de sementes infectadas do total analisado. A prevalência média de *Cercospora* spp. foi de 83,2%, sendo 77,4% na safra 2020/21 e 89,1% na safra 2021/22. A incidência média de sementes infectadas foi de 5,9%, sendo 2,3% na safra 2020/21 e 9,6% na safra 2021/22. Para finalizar, 84 isolados de *Cercospora* spp. foram encaminhados para análise sequencialmente genético onde foi constatado a presença de somente 8 isolados caracterizados como sendo *C. kikuchii*.

Palavras-chave: *Glycine max*. Doença. Semente infectada. Detecção de fungo.

ABSTRACT

The presence of the fungus *Cercospora kikuchii* (Matsumoto & Tomoyasu) M.W. Garner, in soybean crops has become increasingly frequent, mainly due to the monoculture system and the susceptibility of soybean cultivars. The first stage of this study aimed to quantify the prevalence and incidence of purple spot in soybean seeds produced in different regions of the states of Rio Grande do Sul and Santa Catarina. 324 seed samples were analyzed, 186 from the 2020/21 season and 138 from the 2021/22 season. Seeds were sent by seed producers to the Phytopathology Laboratory of the State University of Santa Catarina - UDESC, Center for Agroveterinary Sciences - CAV, Lages, SC. In each sample, a visual analysis of the presence of purple seeds was carried out, separating them from seeds without symptoms and with subsequent quantification of their percentage. The average prevalence of samples with purple seeds was 90.3%, being 87.9% in the 2020/21 season and 92.7% in the 2021/22 season. The average incidence of purple seeds was 1.47%, being 0.46% in the 2020/21 season and 2.47% in the 2021/22 season. The second stage of this study, developed in parallel, aimed to quantify the prevalence and incidence of the fungus *Cercospora* spp. associated with soybean seeds from the same 324 samples regardless of the presence or absence of purple spot. The seeds were submitted to the sanity test in potato-sucrose-agar culture medium + antibiotic (BSA+A). Initially, they were disinfected with 1% sodium hypochlorite for three minutes, with subsequent rinsing in sterile water. For each sample, 200 seeds were analyzed, with four repetitions of 50 seeds. The seeds were incubated for 7 to 10 days, under white fluorescent light at a temperature of $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$. The incidence of the fungus was performed by counting the infected seeds of the total analyzed. The average prevalence of *Cercospora* spp. was 83.2%, 77.4% in the 2020/21 crop year and 89.1% in the 2021/22 crop year. The average incidence of infected seeds was 5.9%, 2.3% in the 2020/21 season and 9.6% in the 2021/22 season. Finally, 84 *Cercospora* spp. were sent for sequential genetic analysis where the presence of only 8 isolates characterized as being *C. kikuchii* was verified.

Keywords: *Glycine max.* Disease. Seed infected. Fungal detection.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sementes de soja com sintomas de mancha púrpura. Lages, SC, 2023.....	25
Figura 2 – Precipitação (mm), temperatura média mensal, do mês 10/2020 a 05/2022 em estações meteorológicas do estado do Rio Grande do Sul. Lages, SC, 2023.....	26
Figura 3 – Precipitação (mm), temperatura média mensal, do mês 10/2020 a 05/2022 em estações meteorológicas do estado de Santa Catarina. Lages, SC, 2023.....	26
Figura 4 - Semente de soja colonizada por <i>Cercospora</i> spp. Lages, SC, 2023.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cultivares de soja nas quais as sementes foram analisadas no levantamento de mancha púrpura em sementes obtidas nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina nas safras 2020/21 e 2021/22. Lages, SC, 2023.	24
Tabela 2 – Prevalência de mancha púrpura em semente de soja, produzidas nos estados do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC), nas safras 2020/21 e 2021/22. Lages, 2023.....	27
Tabela 3 – Incidência de mancha púrpura em semente de soja, produzidas nos estados do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC), nas safras 2020/21 e 2021/22. Lages, 2023.....	28
Tabela 4 – Prevalência de espécies de <i>Cercospora</i> spp. em sementes de soja submetidas ao teste de sanidade* em distintas regiões dos estados do Rio Grande do Sul (RS) e de Santa Catarina (SC). Lages, SC, 2023.	34
Tabela 5 – Incidência de espécies de <i>Cercospora</i> spp. em sementes de soja submetidas ao teste de sanidade* em distintas regiões dos estados do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC). Lages, SC, 2023.....	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1	SOJA, SEU CENÁRIO QUANTO BRASIL, RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA	13
2.2	PATOLOGIA DE SEMENTES	14
2.2.1	<i>Cercospora kikuchii</i> e mancha púrpura da semente da soja	15
2.2.1.1	<i>Etiologia e taxonomia</i>	15
2.2.1.2	<i>Epidemiologia</i>	16
2.2.1.3	<i>Sintomatologia</i>	18
2.2.1.4	<i>Controle</i>	19
3	CAPÍTULO I – PREVALÊNCIA E INCIDÊNCIA DE MANCHA PÚRPURA EM SEMENTES DE SOJA PROVENIENTES DOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA, SAFRAS 2020/21 E 2021/2022	21
3.1	RESUMO	21
3.2	INTRODUÇÃO.....	21
3.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
3.5	CONCLUSÕES.....	29
4	CAPÍTULO II – INCIDÊNCIA E PREVALÊNCIA DE <i>Cercospora ssp.</i> EM SEMENTES DE SOJA PROVENIENTES DOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL E DE SANTA CATARINA	31
4.1	RESUMO	31
4.2	INTRODUÇÃO.....	31
4.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	32
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.5	CONCLUSÕES.....	36
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tem importância no cenário mundial como um dos principais produtos do mercado agrícola. A sua adaptabilidade as diferentes condições edafoclimáticas no mundo impulsionaram o seu cultivo. Além disso, outros fatores como o desenvolvimento e estruturação de um sólido mercado internacional relacionado com o comércio de produtos do complexo agroindustrial da soja, consolidação da oleaginosa como fonte de proteína vegetal e geração e oferta de tecnologias (ROCHA et al., 2018).

A produção comercial de soja no Brasil começou em 1914 no estado do Rio Grande do Sul. Nos últimos trinta anos houve um crescimento significativo da área cultivada com a abertura de novas fronteiras agrícolas, uma delas chamada de Matopiba (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, abrangendo o Norte e Nordeste do país) (LOPES et al., 2021). Essa expansão da soja no território brasileiro deve-se ao aumento da produtividade, valores de comercialização e a melhoramento genético. Por outro lado, alguns fatores abióticos e bióticos ainda podem reduzir a produtividade (BALBINOT JUNIOR et al., 2015).

No entanto, mesmo em condições climáticas favoráveis ao cultivo da oleaginosa pode haver redução significativa da produção causada por fatores bióticos, como plantas daninhas, pragas e doenças. A ocorrência de doenças restringe a produção de grãos e a produção e qualidade das sementes de soja. A importância econômica de uma doença muda de ano para ano e de região para região, dependendo das condições climáticas de cada safra. Os danos na produção da soja causados por doenças são estimados em 15% a 20% (EMBRAPA, 2008).

A cercosporiose, causada pelo fungo *Cercospora kikuchii* (Matsumoto & Tomoyasu) M.W. Garner, é também denominada no Brasil por crestamento de cercospora, crestamento foliar de cercospora, cercosporiose e mancha púrpura da semente (REIS; CASA, 2012). A mancha púrpura da semente tem por sua característica a pigmentação do tegumento de forma parcial ou total. A ocorrência da doença prevalece em regiões quentes e chuvosas desde a floração a maturação fisiológica, assim podendo ser definida como uma doença de final de ciclo.

Apesar da ocorrência de doenças de final de ciclo serem observadas com frequência em lavouras, informações sobre a prevalência dos patógenos são reduzidas. Nos últimos cinco anos, agricultores e agrônomos tem relatado a crescente visualização de sementes com mancha púrpura em lavouras de soja nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

No passado a doença tinha importância ao se restringir a semente, com a presença de coloração do tegumento purpuro. Lehman (1950), observou sintomas em plantas de soja

inoculadas em casa de vegetação, sintomas esses no hipocótilo, caule, folhas e pecíolos. De acordo com Henning et al. (2019), foi estimado uma incidência de 1,0% de *C. kikuchii* em amostras, durante a safra 2016/17, de sete municípios distintos no estado do Rio Grande do Sul. Os autores também relataram a incidência 2,5% em 49 amostras, de quatro diferentes municípios de Santa Catarina

Há muitos relatos da ocorrência de mancha púrpura em sementes de soja a qual tem fácil visualização. No entanto, sementes mesmo infectadas pelo fungo podem não apresentar descoloração do tegumento (FERREIRA et al., 1979). Em levantamento sobre este patógeno em sementes de soja são feitos somente com a quantificação da presença ou ausência da mancha púrpura (HENNING et al., 2019).

Os restos culturais infectados que permanecem no solo em sistema plantio de direto e as sementes infectadas são considerados as duas principais fontes de inóculo primário para o fungo. Com o incremento do cultivo da soja em áreas de monocultura o patógeno necrotrófico *C. kikuchii* tem sido detectado com maior frequência tanto nos órgãos aéreos das plantas como também nas sementes. A maior parte dos genótipos de soja são suscetíveis a este patógeno, isso pode estar totalmente relacionado a fonte de inóculo primário do fungo (ALMEIDA et al., 1997).

Neste contexto há necessidade de quantificar sementes púrpuras e a presença do fungo infectando sementes assintomáticas. Desta forma, o presente estudo teve por objetivos: i) quantificar a prevalência e a incidência de mancha púrpura em sementes de soja; ii) quantificar a prevalência e a incidência do fungo *Cercospora* spp. associado às sementes de soja.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SOJA, SEU CENÁRIO QUANTO BRASIL, RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA

A soja é uma planta originária da Ásia, especificamente da China, pertencente à família Fabaceae (leguminosas). É uma cultura anual, que apresenta sistema fotossintético C3, apresenta um grão rico em proteínas que pode ser consumido por humanos e animais. Os grãos da soja possuem aproximadamente 18% a 20% de óleo e 79% de farelo, contendo um conteúdo de proteína em torno de 45% (PINO et al., 1983).

O consumo de soja e seus derivados vem aumentando mundialmente. Inicialmente focado em países desenvolvidos, agora abrange novas regiões impulsionadas pelo aumento da renda do consumidor e mudança de hábitos de consumo. Portanto, além desse aumento dos fluxos comerciais, há fragmentação geográfica na concentração da demanda e da produção em poucos países (ZEMOLIN, 2013).

O agronegócio é uma das principais atividades econômicas do Brasil, e a soja é protagonista das exportações e extremamente importante para a balança comercial brasileira (COLETTI et al., 2022). O seu avanço e desenvolvimento está relacionado a estruturação do mercado internacional ao comércio de derivados da agroindústria da soja. Por ser fonte de proteína de origem vegetal, vem a ser um dos principais produtos para atender a demanda do mercado produtor de produtos de origem animal (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

Na safra brasileira de 2022/23, houve um aumento na área cultivada obtendo um crescimento de 4,9% comparada a safra anterior, sendo 43,5 milhões de hectares cultivados. Mesmo não sendo finalizada as colheitas, estima-se um aumento da produção em relação a 2021/22 devido à estiagem que ocorreu durante o ciclo da cultura. Com isso um aumento de cerca de 21% para a safra 2022/23. Nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina também houve um aumento na área cultivada na safra 2022/23, comparando com a safra anterior, estima-se aumento da produção, com valores de 15,1 e 2,5 milhões de toneladas respectivamente. Como este é um levantamento prévio, antes do fechamento da colheita da respectiva safra, pode haver alguma influência climática na região Sul do país, resultando em menores produções (CONAB, 2023).

Dentre esses valores expressados acima, se configura uma quantia para produção de sementes. Consta no Painel Brasileiro de Sementes do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, um registro para a safra 2022/23 de 31.363 campos de produção de sementes,

representando 2,9 milhões de hectares. O estado do Rio Grande do Sul consta de 4.801 campos, já Santa Catarina teve 2.932 campos cadastrados (MAPA, 2023).

2.2 PATOLOGIA DE SEMENTES

A produção de sementes vem evoluindo com o passar dos anos. Números da Associação Brasileira de Sementes e Mudanças (ABRASEM) indicam uma produção de sementes corresponde a 3,8 milhões de toneladas com uma taxa de utilização de aproximadamente 67% (ABRASEM, 2022). Em geral, há um crescimento na percepção da importância de usar sementes de qualidade por parte dos produtores. O uso de sementes de qualidade e o uso de produtos que permitem a melhoria do desempenho destas no campo são elementos importantes para alta produção agrícola (LUDWING et al., 2011).

O aumento da produtividade da cultura da soja, tem relação direta com os avanços científicos e tecnológicos, podendo ser citados, técnicas de produção, armazenamento, controle de qualidade e tratamento de sementes (KRZYŻANOWSKI et al., 2018; ABATI et al., 2020).

As sementes de soja apresentam potencial relevante no cultivo da cultura. De acordo com França-Neto et al (2016), a qualidade da semente de soja é formada por quatro bases: 1. Qualidade fisiológica, onde é caracterizado por uma semente com alto vigor e germinação e que leve a emergência de plântula a campo que seja satisfatória; 2. Qualidade genética, sendo geneticamente pura, representando a cultivar que se deseja semear, sem mestiçagens varietais; 3. Qualidade sanitária, englobando semente livre de outras sementes de plantas daninhas e de patógenos, podendo ser eles fungos, vírus, nematoides ou bactérias; 4. Qualidade física, constituída por uma semente pura, livre de material inerte, como contaminantes, fragmentos de plantas, insetos, torrões e outras impurezas.

Do ponto de vista de sanidade, as sementes de soja podem estar infectadas com patógenos que podem constituir-se em fator negativo no estabelecimento inicial de uma lavoura e causar prejuízos tanto no rendimento quanto na qualidade das sementes (GOULART, 2005). As sementes são como veículo de agentes fitopatogênicos, aonde esse fitopatogênico podem ser transportados ao campo, com isso provocando redução na germinação, vigor e até podendo causar morte da semente e/ou futura plântula (GOULART, 1997).

Algumas doenças de maior importância econômica que ocorrem na cultura da soja são originadas por patógenos que são transmitidos pelas sementes (REIS; CASA, 2012). A ocorrência da transmissão começa por pequenos focos primários na lavoura, uma distribuição totalmente ao acaso, com isso uma problemática muito maior ocorre, pois em uma área onde o

patógeno está sendo introduzido pela primeira vez poderá ficar presente em restos culturais (GOULART, 1997).

Os fungos são os principais microrganismos associados a sementes de soja. A ocorrência de fungos em sementes de soja tem sido relatada em diversos países do mundo onde a cultura é explorada. Os principais fungos patogênicos detectados em sementes de soja são *Phomopsis sojae* Lehman, *Colletotrichum truncatum* (Schwein.) Andrus & WD Moore, *Fusarium semitectum* Berk. & Ravenel, (Sin. *F. pallidoroseum* (Cooke) Sacc, *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, *Cercospora kikuchii*, *Aspergillus flavus* Link e alguns de importância secundária, porém detectados com frequência, como: *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., (Sin. *A. tenuis* Nees) *Chaetomium* sp., *Cladosporium* sp., *Corynespora cassiicola* (Berk. & MA Curtis) CT Wei, *Curvularia lunata* (Wakker) Boedijn, *Epicoccum* sp., *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill, *Nigrospora* sp., *Penicillium* sp. e *Trichoderma* sp. (ROESE et al., 2001; HENNING, 2005; DALLAGNOL et al., 2006; ITO, 2013).

2.2.1 *Cercospora kikuchii* e mancha púrpura da semente da soja

Uma das doenças que ganhou importância nos últimos anos no Brasil apresenta as seguintes denominações: crestamento de cercospora, crestamento foliar de cercospora, cercosporiose e mancha púrpura na semente. O nome comum de mancha púrpura é caracterizado pela sua coloração do tegumento, o qual fica com coloração púrpura, de forma total ou parcial (REIS; CASA, 2012).

A doença tem sido frequentemente observada nas áreas de soja em sistema plantio direto sob monocultura. O fungo é um patógeno necrotrófico que sobrevive nos restos culturais da soja após a colheita. Sob monocultura o fungo presente nos restos culturais infectados garante sua sobrevivência sendo uma das suas fontes de inóculo primário. A frequência da doença na folha tem proporcionado maior densidade de inóculo para a infecção das vagens e subsequente colonização das sementes, o que tem demonstrado alta prevalência de sementes com mancha púrpura (LAVILLA et al., 2022).

2.2.1.1 Etiologia e taxonomia

O patógeno *Cercospora kikuchii* (Matsumoto & Tomoyasu) Gardner é um fungo Ascomycota, que pertence ao subfilo Pezizomycotina, classe Dothideomycetes e à família Mycosphaerellaceae (MYCOBANK, 2022).

O micélio do fungo quando desenvolvido em meio de cultura de batata-dextrose-ágar (BDA) leva cerca de uma semana para se desenvolver, apresentando uma coloração púrpura ao meio. A produção de pigmentos púrpuro em meio de cultura é observado quando utilizado dextrose em sua composição. Em meio BDA o crescimento aéreo é uniformemente denso, com dobras radiais profundas, branco nos bordos e cinza-oliva-claro em direção ao centro da colônia. A descoloração é muito variável com o pH, onde, ácido apresenta coloração vermelha e verde no alcalino (REIS; CASA, 2012).

O fungo tem conidióforos marrom em fascículos de pequeno estroma. As hifas jovens são hialinas, delgadas, 2-4 μm de largura, com conteúdo granular, septadas, podendo ser as vezes noduladas. Com o passar do tempo, as hifas se tornam espessas, 3-5 μm de largura, mais densamente septadas, sempre colorindo o meio para púrpura-escuro. Em meio de cultura mais velho, a coloração é pardo-alaranjado, se formam células com paredes mais espessas, semelhantes a clamidósporos. Estas células variam de 6-15 μm de largura e são formadas em cadeias (MURAKISHI, 1951).

Em meio de cultura é difícil a obtenção da esporulação deste fungo, por isso estudos morfológicos de estroma, conidióforos e conídios, podem ser realizados a partir de frutificações em tecidos vegetais infectados. O desenvolvimento dos conidióforos ocorre sobre sementes infectadas e incubadas por 32 horas, em câmara úmida e temperatura de 23 a 27°C. A frutificação também pode ocorrer em lesões no hipocótilo, em cotilédones, nas hastes, em pecíolos e em folhas. Os conidióforos, em média, medem 157 μm de comprimento por 4-6 μm de diâmetro. Com coloração parda, com extremidades hialinas e apresentam cicatrizes conspícuas, marcando o local de inserção dos conídios. Com o passar do tempo, tornam-se geniculados. Os conídios são delgados, afinando gradativamente da base para o ápice, retos ou curvos, agudos no ápice, truncados a sub-truncados na base. Tem em média 210 μm x 3,3 μm (MURAKISHI, 1951).

2.2.1.2 *Epidemiologia*

A distribuição de *C. kikuchii* é mundial, incluindo as principais regiões produtoras de soja dos Estados Unidos da América, Brasil e Argentina, sendo estes os três principais países produtores de soja (WRATHER et al., 1997; FAOSTAT, 2022).

Doença considerada policíclica, onde demora cerca de 7 a 10 dias para acontecer uma nova infecção, sendo beneficiada pela umidade relativa do ar (80 a 90%), no final do ciclo da

cultura da soja, podendo ter sintomas nas folhas quando a planta está mais jovem, e nas sementes quando em maturidade fisiológica e na colheita (PRICE, 2013).

O seu principal mecanismo de sobrevivência é pelas sementes infectadas (micélio infectando sementes), que favorece a dispersão nas áreas de cultivo (CHANDA et al., 2014). De acordo com Price (2013), a habilidade de sobrevivência de *Cercospora* está na geração de clamidósporo que proporcionam a sobrevivência do patógeno em restos culturais da soja por até 42 meses.

Segundo Schuh (1991), o desenvolvimento da doença é favorecido com temperatura de 25°C, e não se desenvolvendo acima de 30°C, e um molhamento superior a 18 horas. Interrupções no molhamento foliar, pode influenciar na severidade da doença e no número de infecções latentes, todavia, períodos crescentes de molhamento foliar podem aumentar a severidade.

A infecção da planta sadia acontece quando há a presença de propágulos do fungo e com água livre na superfície do órgão. Com a germinação dos conídios, dando origem ao tubo germinativo, que se move em direção ao local de penetração, a qual pode ocorrer por aberturas naturais, por ferimentos ou pelo rompimento da epiderme (SINGH e SINCLAIR, 1986; AMORIN e PASCHOLATI, 2011; PRICE, 2013).

Nas sementes as hifas do fungo são capazes de penetrar pelos poros ou rachaduras do tegumento e na região do hilo. Na parte interna da semente sucede a formação de agregados de hifas. O fungo pode infectar as células da hipoderme (camada ou conjunto de camadas celulares abaixo da epiderme) e células do parênquima, assim concentrações maiores de micélio podem ser vistas na região do hilo da semente, e porventura *Cercospora kikuchii* infecta os cotilédones (SINGH e SINCLAIR, 1986; AMORIN e PASCHOALI, 2011; PRICE, 2013).

Levantamento sobre a qualidade sanitária de sementes de soja produzidas no Distrito Federal e nos estados de Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Pernambuco e Rio Grande do Sul, entre as safras de 1992/93 e 1996/97, o fungo *C. kikuchii* foi detectado com maior frequência, com valor médio de 73,9% (HENNING; YUYAMA, 1999).

Em 1994 e 1998, foi realizada uma estimativa de danos causados por patógenos de importância na cultura da soja, sendo constatadas redução aproximada de 1,1 mil toneladas e 1,3 mil toneladas, nos respectivos anos, causada por mancha púrpura. Este levantamento foi realizado em 10 países produtores de soja (Argentina, Bolívia, Brasil, Canadá, China, Estados Unidos, Índia, Indonésia, Itália, Paraguai). Neste mesmo levantamento, no Brasil os danos foram estimados em 930 e 940 toneladas, respectivamente para 1994 e 1998 (WRATHER et al., 1997, 2001a). Os mesmos autores levantaram dados nos anos de 1996, 1997 e 1998, onde

estiraram danos de 430 mil toneladas de soja, ocasionadas por mancha púrpura na semente, ocorrido nos Estados Unidos (WRATHER et al., 2001b).

Na Argentina estimou-se danos de 14,8% da produção de soja, causado por mancha púrpura, em experimento realizado na Província de Chaco (GUAN et al., 2004). Em 2014/15, 2015/16 e 2016/17 foi feita uma amostragem de *C. kikuchii* em sementes de soja de diversos estados do Brasil. Especificamente para o Rio Grande do Sul foram coletadas 100 amostras para cada safra obtendo valores máximos de incidência de 2%, 3,5% e 1%, respectivamente. Já no estado de Santa Catarina, foram 20, 41 e 49 amostras para cada ano com resultados de 1,5%, 2,5% e 2,5% de incidência, respectivamente (HENNING et al., 2019).

2.2.1.3 Sintomatologia

O patógeno tem capacidade de infectar a parte aérea da planta de soja. O mesmo é causador de mancha púrpura nas sementes e o crestamento foliar (MURAKISHI, 1951). No entanto, segundo Sanders e Abney (1985), devido à variabilidade entre isolados de *C. kikuchii*, aqueles que causam doença foliar podem ou não promover manchas púrpuras nas sementes de soja e o contrário também é verdadeiro.

A área da mancha púrpura pode ocupar todo o tegumento ou áreas parciais. Conforme a severidade da infecção nos locais da mancha o tegumento pode apresentar rachaduras. Sementes mesmo infectadas podem não apresentar descoloração do tegumento (FERREIRA et al., 1979). Não é encontrado nenhum outro fungo capaz de provocar essa descoloração em sementes de soja, isso sob condições naturais de campo, sendo sem dúvidas o pigmento púrpuro atribuído a *C. kikuchii* (KILPATRICK, 1957). Essa descoloração é visível internamente, na parte interior da casca e, em geral, a mancha se restringe ao tegumento. Entretanto, em alguns casos mais severos, atinge os cotilédones até o embrião. Para *C. kikuchii* penetrar nas sementes de soja é necessária maior porosidade no tegumento da semente, característica específica de cada variedade (CHEN et al., 1979).

Além dos sintomas na semente, o fungo é capaz de causar danos em plântulas e plantas jovens. Nas plântulas os principais sintomas ocorrem em cotilédones e base da haste, causando lesões escuras. As lesões são visíveis nestes órgãos pela formação aveludada, branco-cinza, representada por conidióforos e conídios do fungo (MURAKISHI, 1951). Apesar de haver a passagem do patógeno da semente para plântula, a taxa desta transmissão é baixa (GOULART, 2005). Os sintomas em plantas, tem ocorrência nas folhas primárias e secundárias, estando infectadas apresentam manchas púrpura-avermelhadas, angulosas e visíveis nos dois lados da

folha. As manchas causadas pelo fungo, tem um tamanho variado, desde pequenas pontuações até manchas irregulares com mais de um centímetro de diâmetro, mais facilmente perceptível próximo da maturação da soja (REIS; CASA, 2012).

Danos causados ao seu hospedeiro, estão relacionados a produção de cercosporina, o qual é um metabolito secundário produzido pelo próprio fungo. Essa substância é responsável pelo desenvolvimento e agressividade da doença pois, é demasiadamente tóxico aos tecidos das plantas, especialmente por ser um composto que é estimulado pela luz, expressando que a luminosidade pode ser um dos agentes responsáveis pelo surgimento dos sintomas do complexo de doenças. A cercosporina ao ser estimulada pela luz influencia a produção de oxigênio simples (O_2), superóxido (O_2^-), peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e o radical hidroxila (OH), espécies reativas de oxigênio (ERO'S), que possuem a aptidão de peroxidar lipídios, levando a ruptura da membrana celular das plantas, na qual resulta, no extravasamento do conteúdo celular, causando a morte celular. A produção de cercosporina pelas espécies de *Cercospora* spp. colabora para infecção do fitopatógeno e na aquisição dos nutrientes requeridos pelo fungo para o seu desenvolvimento e multiplicação nos tecidos do hospedeiro (UPCHURCH et al., 1991; DAUB e EHRENSHAFT, 2000; SANTOS, 2005).

2.2.1.4 Controle

Para *Cercospora* spp. ainda não foram identificados genes de resistência no Brasil, sendo somente observado níveis de suscetibilidade entre cultivares de soja (ALLOATTI et al., 2015). Algumas características podem alterar a severidade das doenças de final de ciclo, tais como: altura de planta e ciclo de desenvolvimento mais precoce, pois reduz o período de exposição das plantas aos fitopatógenos e plantas de menor porte são menos suscetíveis ao acamamento, assim mantendo adequada circulação de ar no dossel e menor período de molhamento (CARNIEL et al., 2014).

A rotação de culturas é uma estratégia de controle que visa reduzir a fonte de inóculo primário presente nos restos culturais de soja infectados pelo fungo (REIS e GOULART, 1998). Entretanto, a rotação de culturas está limitada por falta de opções economicamente viáveis. De maneira geral o milho ainda é a cultura mais viável a ser utilizado no cultivo de verão, podendo ser empregado em primeira ou segunda safra. A sequência de cultivo no inverno com as culturas de trigo, aveia e cevada, por exemplo, é importante para reduzir o inóculo primário do patógeno que persiste nos restos culturais de safras anteriores (HOFFMANN et al., 2004).

O uso de sementes saudáveis é uma estratégia fundamental para evitar a introdução do patógeno nas áreas de cultivo pois, o principal meio de infestação é através das sementes (BRINGEL et al., 2001).

O tratamento de sementes é um dos meios mais importantes de controle de fitopatógenos, pois as sementes colonizadas por fungos são a principal fonte de inóculo primário nas áreas de plantio, pois é o mecanismo pelo qual os fitopatógenos sobrevivem e se disseminam, estando diretamente relacionado desenvolvimento inicial de muitos microrganismos que afetam os órgãos aéreos das principais espécies cultivadas pelo homem (REIS, REIS e CARMONA, 2019). Os fungicidas para tratamento de semente são de amplo espectro, controlam um grande número de patógenos, para o controle *C. kikuchii* há fungicidas com médio desempenho, cita-se o exemplo o carbendazim e o tiofanato metílico (LUDWIG et al., 2011). Gomes et al. (2009), avaliaram sementes de soja, com alto, médio e baixo vigor, sendo tratadas com fluodoxinil e não tratadas, e resultou nas sementes com alto, médio e baixo vigor tratadas e alto vigor não tratadas, o patógeno foi erradicado, já nos tratamentos onde as sementes tinham médio e baixo vigor e não foram tratadas, foi observado a incidência de *C. kikuchii*.

A aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos nas áreas de monocultura de soja e em safras que apresentam maiores volumes pluviométricos é uma estratégia também economicamente viável. Porém, em locais onde as condições climáticas não sejam adequadas para a evolução da doença, dificilmente os danos justifiquem a utilização de fungicidas. Muitos trabalhos com a utilização de fungicida demonstraram incrementos significativos na produtividade, menor desfolha e conseqüentemente aumentando o ciclo da cultura e plantas verdes por mais tempo (ALMEIDA, 1981; PATAKY e LIM, 1981; IVANCHOVICH e BOTTA, 2001; BALARDIN et al., 2001a; BALARDIN et al., 2001b; SANTEN et al., 2001; GUERZONI, 2001).

A adubação equilibrada, principalmente com os nutrientes potássio e fósforo, interferem na intensidade da doença, além de ser fator limitante para a produção de sementes, os nutrientes influenciam diretamente na composição química das sementes (BASSETO, et al., 2007; VEIGA et al., 2010).

3 CAPÍTULO I – PREVALÊNCIA E INCIDÊNCIA DE MANCHA PÚRPURA EM SEMENTES DE SOJA PROVENIENTES DOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA, SAFRAS 2020/21 E 2021/2022

3.1 RESUMO

Sementes infectadas podem ser agente de disseminação e fonte de inóculo primário para fungos patogênicos da soja. Com o incremento do cultivo da soja em áreas de monocultura a cercosporiose tem sido detectada com maior frequência nos órgãos aéreos das plantas, bem como a presença de grãos e/ou sementes púrpuras. O objetivo deste estudo foi quantificar a prevalência e a incidência de mancha púrpura em sementes de soja produzidas nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Foram analisadas 324 amostras de sementes nas duas safras agrícolas, sendo 186 amostras em 2020/21 e 138 amostras em 2021/22. As sementes foram enviadas por produtores de sementes ao Laboratório de Fitopatologia da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, Centro de Ciências Agroveterinárias - CAV, Lages, SC. Em cada amostra foi realizado a análise visual da presença de sementes púrpuras separando-as das sementes sem sintomas e com posterior quantificação da sua porcentagem, obtendo-se a prevalência e a incidência de sementes púrpuras. A prevalência média de amostras com sementes púrpuras foi de 90,3%, sendo 87,9% na safra 2020/21 e 92,7% na safra 2021/22. A incidência média de sementes púrpuras foi de 1,47%, sendo 0,46% na safra 2020/21 e 2,47% na safra 2021/22.

Palavras-chave: *Glycine max*. Cercosporiose. Semente infectada. Método de Detecção.

3.2 INTRODUÇÃO

Os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina apresentam diversas áreas para produção de sementes de soja, sendo considerados estados produtores de semente de alta qualidade (BORNHOFEN et al., 2015).

A semente é uma das principais formas de mecanismo de sobrevivência e disseminação de patógenos a longa distância (STEILMANN et al., 2019). Na maioria dos casos, esses patógenos são responsáveis pela baixa germinação das sementes, em anos que ocorrem períodos de alta umidade relativa ou chuvas entre a maturação e a colheita e, como consequência, tem-

se a produção de sementes de soja com reduzida qualidade fisiológica (ATHOW e LAVIOLETTE, 1973).

No Brasil, a mancha púrpura da semente de soja, causada por *Cercospora kikuchii* (Matsumoto & Tomoyasu) M.W. Garner, tem ampla ocorrência nas diferentes regiões produtoras de soja (KLINGELFUSS e YORINORI, 2001).

Os sintomas da mancha púrpura são mais visíveis no final do ciclo da cultura da soja, nos estádios reprodutivos, sendo em R8 (maturação plena), conforme escala Fehr e Caviness (1977). Temperaturas entre 25 e 30 °C, combinada com umidade e molhamento, são as condições para o desenvolvimento da mancha púrpura.

Sementes púrpuras quando em ambientes favoráveis tem a germinação afetada e conseqüentemente afetando o desenvolvimento das plântulas (TOLEDO et al., 2009). Contrariamente, Câmara et al. (2019), relatam o desenvolvimento normal de plantas de soja a partir de lotes de sementes com diferentes porcentagens de mancha púrpura.

A incidência da mancha púrpura foi avaliada em nove cultivares, que foram semeadas em 11 datas diferentes de fevereiro a outubro de 1979 em Isabela, Porto Rico. Observou-se a maior incidência de sementes com a mancha púrpura ocorreu nas variedades "Ransom" (9,5%) e "Júpiter" (8,3%). As variedades "IAC-2" (0,3%) e "Pelicano Melhorado" (0,2%) apresentaram os menores níveis (HEPPERLY, 1984).

Em levantamento de realizado em três regiões da Argentina (Norte, Pampa Norte e Pampa Sul), durante os anos de 2015 e 2016, houve prevalência de mancha púrpura em 100% das amostras não diferindo entre regiões (LAVILLA et al., 2021).

Certificação de sementes não é sinônimo de sanidade, visto que não existe exigência de boletim de sanidade para comercialização de sementes. Há muitos relatos da ocorrência de mancha púrpura em sementes de soja a qual de fácil visualização. Devido à escassez de estudos quanto a prevalência e incidência de mancha púrpura em sementes de soja, torna-se difícil a compreensão de danos e perdas que podem ser causadas por epidemias desta natureza e como evitá-las. Diante disso o objetivo deste estudo foi quantificar a prevalência e a incidência de mancha púrpura em sementes de soja produzidas nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina nas safras de 2020/21 e 2021/22.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

As sementes utilizadas para os experimentos foram obtidas de lavouras de sementes de distintas regiões de cultivo de soja dos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina nas safras de 2020/21 e 2021/22.

Por meio de documento formal, enviado via e-mail, para responsável técnico de empresa produtora de sementes de dois estados do sul do Brasil. Foi solicitado o envio de cinco amostras de distintas cultivares de soja semeadas nas respectivas regiões de produção. Solicitou-se que as amostras de sementes fossem coletadas de acordo com padrão de amostragem do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2009), e enviadas ao Laboratório de Fitopatologia da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, Centro de Ciências Agroveterinárias - CAV, Lages, SC.

Foram obtidas 324 amostras de sementes nas duas safras, sendo 186 amostras de 2020/21 e 138 amostras de 2021/22. Considerando as duas safras agrícolas foram obtidas sementes de 92 cultivares de soja (Tabela 1). As sementes obtidas têm origem de lavouras conduzidas com diferentes sistemas de cultivo (monocultura, rotação, semeadura direta), épocas de semeadura (semeadura no cedo, semeadura na época indicada, semeadura no tarde), cultivares (ciclos de desenvolvimento e maturação, eventos transgênicos), práticas culturais (adubação, manejo fitossanitário) e ambientes.

O presente estudo foi concentrado em análises de prevalência e de incidência de mancha púrpura considerando um levantamento de dados percentuais no período de tempo avaliado para os dois estados do Sul do Brasil. Devido a ampla gama de variáveis nas distintas lavouras de produção destas sementes não se busca comparar sistemas de cultivo, prática culturais e cultivares.

A prevalência e a incidência de sementes de coloração púrpura (semente púrpura) foram quantificadas via inspeção visual em todas as sementes de cada amostra recebida. Foi realizada a separação manual de sementes com e sem mancha púrpura visível (Figura 1), independentemente do tamanho da área sintomática de coloração púrpura no tegumento da semente (presença de mancha visível foi considerada semente púrpura).

A prevalência foi determinada pela presença ou ausência de sementes púrpuras em cada amostra de semente analisada.

As sementes sintomáticas (coloração púrpura) e assintomáticas (sem mancha púrpura) foram separadas e pesadas separadamente. Por regra de três foi calculada a incidência de sementes com mancha púrpura considerando o peso total de sementes de cada amostra.

Tabela 1 – Cultivares de soja nas quais as sementes foram analisadas no levantamento de mancha púrpura em sementes obtidas nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina nas safras 2020/21 e 2021/22. Lages, SC, 2023.

Cultivar	Cultivar	Cultivar	Cultivar
AS 3570 IPRO	BMX Veloz RR 5953 RSF	LG 60150 IPRO	NS 5933 IPRO
AS 3590 IPRO	BMX Vênus CE 57K58 ESF CE	LG 60161 RR	NS 5959 IPRO
AS 3595 I2X	BMX Zeus IPRO 55I57 RSF IPRO	LG 60162 IPRO	NS 6209 RR
AS 3599 XTD	BRS 1054 IPRO	LG 60174 IPRO	NS 6700 IPRO
AS 3615 I2X	BRS 5601 RR	LG 60177 IPRO	NS 6828 IPRO
AS 3680 IPRO	BRS 5804 RR	M 5705 IPRO	P 95R51 RR
AS 3707 I2X	BRS 6203 RR	M 5710 I2X 5801 I2X	P 95R95 IPRO
B 5830 CE	BS 2606 IPRO	M 5838 IPRO	P 95Y52 RR
BMX Alvo RR – Don Mario 5.9i	C 2530 RR	M 5892 IPRO	P 95Y72 RR
BMX Ativa RR	C 2531 E	M 5917 IPRO	P 96R10 IPRO
BMX Coliseu I2X 63IX65 RSF I2X	C 2534 E	M 5947 IPRO	P 96Y90 RR
BMX Compacta IPRO 65I65 RSF IPRO	C 2570 RR	M 6110 I2X 6301 I2X	SYN 1163 RR
BMX Cromo TF IPRO 57I59RSF IPRO	C 2626 IPRO	M 6410 IPRO	SYN 1561 IPRO
BMX Delta IPRO 59I60 RSF IPRO	CZ 26B42 IPRO	NA 5909 RG	TEC 6702 IPRO
BMX Fibra IPRO 64I61 RSF IPRO	DM 53I54 RSF IPRO	NEO 530 IPRO	TEC 7849 IPRO
BMX Garra IPRO 63I64 RSF IPRO	DM 57I52 RSF IPRO	NEO 580 IPRO	TMG 2165 IPRO
BMX Lança IPRO 58I60 RSF IPRO	DM 5958 RSF IPRO	NEO 590 I2X	TMG 2757 IPRO
BMX Lótus IPRO 61I63 RSF IPRO	DM 60I63 RSF IPRO	NEO 610 IPRO	TMG 7058 IPRO
BMX Nexus I2X 64IX66 RSF I2X	DM 61I59 RSF IPRO	NEO 660 IPRO	TMG 7061 IPRO
BMX Potência RR	DM 64I63 RSF IPRO	NS 4823 RR	TMG 7062 IPRO
BMX Raio IPRO 50I52 RSF IPRO	DM 66I68 RSF IPRO	NS 5115 I2X	TMG 7063 IPRO
BMX Trovão I2X 51IX51 RSF I2X	FPS 1867 IPRO	NS 5258 RR	TMG 7260 IPRO
BMX Valente RR 6968 RSF	FTR 2557 RR	NS 5445 IPRO	TMG 7262 RR

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Figura 1 – Sementes de soja com sintomas de mancha púrpura. Lages, SC, 2023.



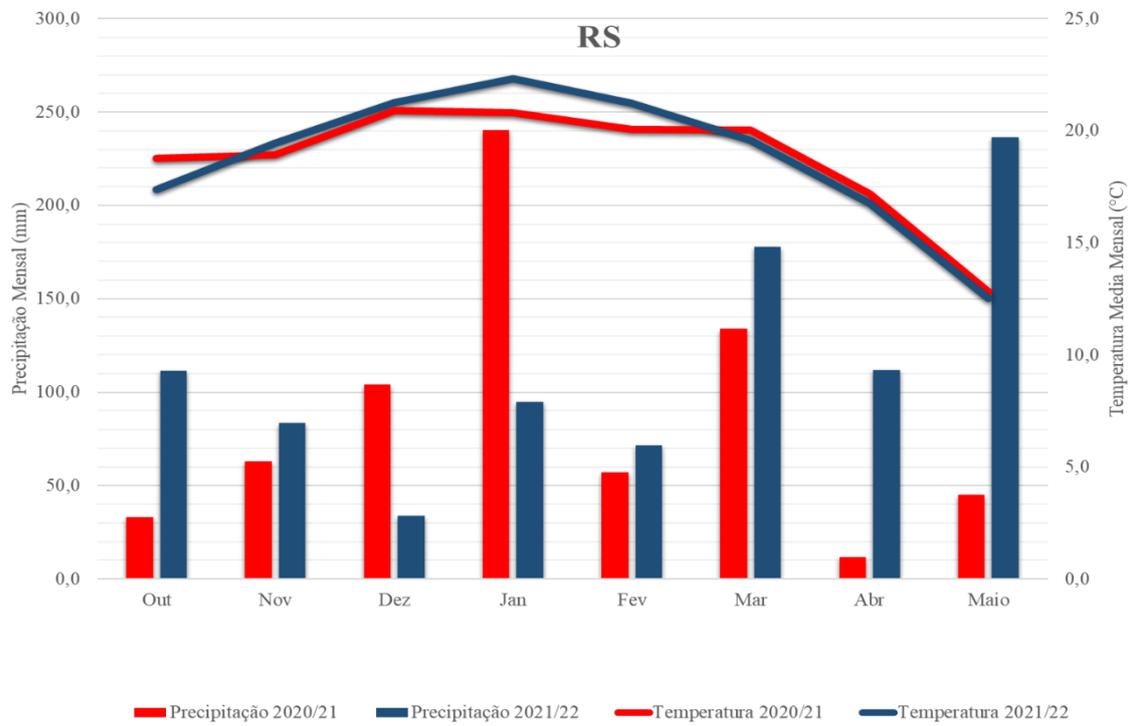
Fonte: Ricardo Trezzi Casa (2023).

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação e a de temperatura média durante o ciclo da cultura estão representadas na Figura 2 e 3. Os dados são referentes aos meses de outubro a maio dos anos 2020/21 e 2021/22, em estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), sendo realizada média de três municípios, para cada um dos dois estados, onde a amostragem de semente teve uma significância maior em número de amostras.

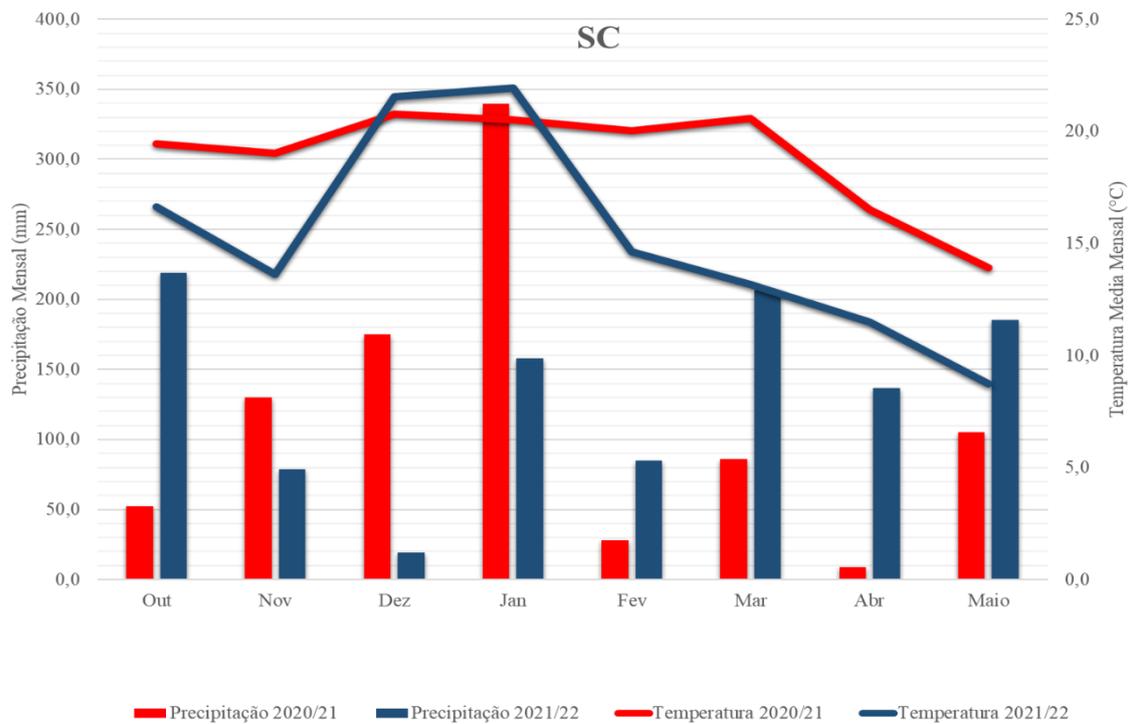
Para o estado do Rio Grande do Sul: Lagoa Vermelha, Palmeira das Missões e Vacaria já para de Santa Catarina: Campos Novos, Curitibanos e Xanxerê. Segundo Fendrich (2003), o ciclo completo da cultura da soja possui necessidade hídrica que varia de 450 a 800 mm, sendo menor a exigência hídrica no início do ciclo com o período vegetativo e passa a aumentar, chegando ao máximo da demanda nos estádios R2 (floração) à R5 (enchimento de grãos) da cultura da soja.

Figura 3 – Precipitação (mm), temperatura média mensal, do mês 10/2020 a 05/2022 em estações meteorológicas do estado do Rio Grande do Sul. Lages, SC, 2023.



Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados do INMET (2022).

Figura 2 – Precipitação (mm), temperatura média mensal, do mês 10/2020 a 05/2022 em estações meteorológicas do estado de Santa Catarina. Lages, SC, 2023.



Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados do INMET (2022).

Dentre os resultados foi possível obter a prevalência média de mancha púrpura em sementes de soja, na qual levantadas 250 amostras para as duas safras (Tabela 2).

Tabela 2 – Prevalência de mancha púrpura em semente de soja, produzidas nos estados do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC), nas safras 2020/21 e 2021/22. Lages, 2023.

Estado	Nº Lotes	Prevalência (%)
		Safra 2020/21
RS	112	83,94
SC	74	91,89
Média (%)		87,91
		Safra 2021/22
RS	68	95,71
SC	70	89,70
Média (%)		92,70

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

As condições climáticas são determinantes para que qualquer patógeno, seja introduzido em qualquer cultura, isso não diferente para *C. kikuchii*, como relatado por Chen et al., (1979), o qual inoculou plantas de soja e as sementes colhidas não apresentaram coloração púrpura, isso vai de acordo com o estudo de ROY e ABNEY (1976), que o clima é de extrema importância no momento da inoculação, para a pigmentação do tegumento ficar púrpuro, os fatores ambientais em casa de vegetação, onde foi conduzido o experimento, podem terem sido desfavoráveis para a incidência de mancha púrpura ser representativa. A temperatura no momento da inoculação foi relatada como um fator preponderante de influência para afetar atividade do patógeno *C. kikuchii*, na sobrevivência e penetração.

De acordo com Menten (1991) e Patrício et al. (1991), uma vez o patógeno (*Cercospora* spp.) infestando ou infectando as sementes, pode haver redução do estande a campo e as plântulas resultantes, em geral, são débeis e podem não sobreviver. Embora a perda significativa de rendimento da soja causada por mancha púrpura nos Estados Unidos não tenha sido relatada, tornou-se uma ameaça crescente à produção de soja, uma vez que pode causar uma perda significativa redução na qualidade geral da semente e no grau de mercado do lote de sementes e, assim, prejudicando o valor da soja em todo o mundo. Devido às chuvas excessivas durante a safra nos estados do Sul dos Estados Unidos em 2018, houve muitos problemas relacionados à má qualidade das sementes de soja colhidas que foram infestadas por vários patógenos que causam doenças graves nas sementes, incluindo a mancha púrpura (WILCOX e ABNEY, 1973; ROY e ABNEY, 1976; WALTERS, 1980).

Contradizendo o relato citado anteriormente, os rendimentos são mais altos em sementes com mancha púrpura, comparadas quando a ausência da mancha, isso indica que o rendimento da mesma não foi afetado pela ocorrência da doença, especialmente isso ocorreu pelo fato que mancha púrpura agiu como antagonista de *Phomopsis* sp. e outras (TURNER et al., 2020). Estudos apontaram não haver nenhum efeito negativo do fungo sobre a qualidade da semente, bem como há baixa taxa de transmissibilidade do fungo semente-planta-semente (OLIVEIRA et al., 1993; HENNING, 2005). Mesmo havendo opiniões divergentes de pesquisadores que apontam danos na qualidade da semente e perdas na produção, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) através da instrução normativa nº 11, de 15 de maio de 2007, que define o regulamento técnico da soja, considera que a presença de mancha púrpura em sementes de soja não é considerada defeito, removendo o padrão de tolerância, que era de até 10% de ocorrência de mancha púrpura no lote de sementes (CGQV, 2018).

Neste trabalho a maior incidência de mancha púrpura na semente foi registrada no estado de Santa Catarina na safra de 2021/22 (Tabela 3). Os resultados são similares na mesma safra para o estado Rio Grande do Sul.

A elevada incidência de mancha púrpura na semente na safra 2021/22, se justifica pelo fato que a ocorrência desta doença está relacionada a dias chuvosos e temperaturas altas a partir da floração, no qual nas regiões onde foram coletadas as amostras a cultura da soja inicia o florescimento em meados de janeiro de 2022, onde foi registrado um volume expressivo de chuva cerca 240 mm no Rio Grande do Sul e 340 em Santa Catarina, nos meses de janeiro e fevereiro e temperatura na faixa do ideal para o desenvolvimento da doença.

Tabela 3 – Incidência de mancha púrpura em semente de soja, produzidas nos estados do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC), nas safras 2020/21 e 2021/22. Lages, 2023.

Estado	Nº Amostras	Incidência (%)		
		Safra 2020/21		
		Mínima	Média	Máxima
RS	112	0,00	0,44	7,02
SC	74	0,00	0,48	4,04
Média (%)			0,46	
		Safra 2021/22		
		Mínima	Média	Máxima
RS	70	0,00	2,75	14,65
SC	68	0,00	2,20	15,88
Média (%)			2,47	

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Dos 186 lotes analisados na safra 2020/21, 24 amostras, resultaram em 0%, na safra 2021/22, 10 amostras, resultaram na incidência mínima (0%), dados expressos em conjunto para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Lavilla et al., (2021), obtiveram altas incidências de mancha púrpura da semente, essas nos anos de 2015 e 2016 nas regiões Norte, Pampa Norte e Pampa Sul da Argentina, estas altas incidências, foram caracterizadas devido a uma alta precipitação e temperaturas elevadas, durante os estádios fenológicos da cultura da soja, que a doença tem maior pré-disposição para a sua ocorrência.

Turner et al., (2020) conduziram um estudo para obter dados da incidência da mancha púrpura da semente no Norte de Karnataka, localizado no Sul da Índia, onde avaliou-se 30 amostras de sementes de 18 localidades durante 2003 e 28 amostras de sementes de 19 localidades durante 2004. A porcentagem de infecção por mancha púrpura entre as diferentes amostras de sementes variou entre 2,21 e 7,67 e 0,1 e 14,7 durante 2003 e 2004, respectivamente, corroborando com o presente estudo.

O inóculo que está presente nas sementes é responsável pelo aumento de uma dada doença na área, e, além disto, esta semente infestada/infectada pode introduzir patógenos importantes em locais antes inexistentes (HENNING, 2005). Em caso de produção de sementes, tanto para comercialização por empresas ou para tê-las como “sementes salvas” pelos agricultores, a incidência de *C. kikuchii* deveria ter caráter desclassificatório para o lote, uma vez que os mesmos apresentam problemas quanto a viabilidade e armazenamento, levando a uma baixa comercialização, assim, a descoloração das sementes leva a uma desvalorização do lote de sementes, tanto para uso industrial quanto para semeadura (ROY, 2013).

O tegumento da semente da soja, sofre um processo de descoloração devido a presença de uma toxina conhecida como “cercosporina”. Essa toxina tem capacidade de desencadear danos a membrana celular, causar oxidação de proteínas, lipídios e ácidos nucleicos, dessa forma comprometendo a viabilidade da semente (DAUB; CHUNG, 2007).

3.5 CONCLUSÕES

A prevalência de sementes de soja com sintomas de mancha púrpura produzidas nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina nas safras de 2020/21 e 2021/22 é superior a 87%, sendo considerado alto valor de detecção em lotes de sementes.

A incidência média de sementes com mancha púrpura produzidas nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul nas safras de 2020/21 e 2021/22 é superior a 1,4%, demonstrando que a cada 100 sementes produzidas no mínimo uma apresenta mancha púrpura.

A prevalência e incidência de mancha púrpura em semente de soja produzidas nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul é maior em safra agrícola que apresenta maior precipitação pluviométrica.

4 CAPÍTULO II – INCIDÊNCIA E PREVALÊNCIA DE *Cercospora* ssp. EM SEMENTES DE SOJA PROVENIENTES DOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL E DE SANTA CATARINA

4.1 RESUMO

O fungo *Cercospora kikuchii* é considerada uma doença de final de ciclo na cultura da soja, a qual vem trazendo muitos danos. Com isso o objetivo foi quantificar a prevalência e a incidência do fungo *C. kikuchii* associado às sementes de soja produzidas nas safras de 2020/21 e 2021/22 nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. A partir das 324 amostras recebidas, o estudo foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV/UEDESC, para serem submetidas aos testes de sanidade. Realizou-se a detecção do fungo em meio de cultura batata-sacarose-água + antibiótico (BSA+A). As sementes inicialmente foram desinfestadas com hipoclorito de sódio a 1%. Para cada amostra analisada foram utilizadas 200 sementes, sendo quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram incubadas pelo período de 7 a 10 dias, sob luz fluorescente branca a temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$. A incidência do fungo foi realizada por contagem de sementes infectadas do total analisado. Para detecção do fungo foi observada a presença da formação de colônias sob as sementes infectadas. A prevalência média de amostras com sementes infectadas por *Cercospora* spp. foi de 83,2%, sendo 77,3% na safra 2020/21 e 89,1% na safra 2021/22. A incidência média de sementes infectadas foi de 5,9%, sendo 2,3% na safra 2020/21 e 9,6% na safra 2021/22. De um total de 84 isolados de *Cercospora* spp., encaminhados para análise sequencialmente genético, foi constatado a presença de 8 isolados caracterizados como sendo *C. kikuchii*.

Palavras-chave: *Glycine max*. Detecção de fungo. Teste de sanidade. Cercosporiose.

4.2 INTRODUÇÃO

Dentre as atividades agrícolas, a soja foi que a apresentou maior crescimento nas últimas décadas. Produzido globalmente, é o quarto grão mais consumido do mundo. Atualmente o Brasil é o principal produtor e exportador de soja em grãos (USDA, 2023).

A sanidade é um dos principais fatores responsáveis pela qualidade das sementes de soja. As sementes assumem um papel, como veículo de disseminação e sobrevivência de muitos patógenos de importância, *Phomopsis* sp., *Colletotrichum truncatum*, *Fusarium semitectum*,

Aspergillus sp., *Penicillium* sp. e *Cercospora kikuchii* (SINGH e SINCLAIR, 1986; GOULART et al., 2000).

C. kikuchii é conhecido por ser um patógeno específico da soja sendo único hospedeiro. No entanto, descobriu-se que *Cercospora* spp, a qual causa mancha púrpura da semente e crestamento foliar de cercospora, há ocorrência em outros hospedeiros, sendo estas plantas daninhas em áreas de cultivo de soja, como o *Amaranthus* sp. L. (caruru), *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants (mastruz), *Siegesbeckia pubescens* L. (botão de ouro), *Siegesbeckia glabrescens* Makino e *Galinsoga parviflora* Cav. (picão branco), assim como algumas espécies de plantas ornamentais, como *Begonia* sp. L., *Celosia argentea* var. *cristata* L. (crista-de-galo), *Hydrangea serrata* L. (hortência da montanha) e, *Tagetes* sp. L. (cravo-de-defunto) (BORGES, 2016; GROENEWALD et al., 2013).

Para Lucca Filho e Casela (1983), a realização do exame visual em sementes de soja, não é determinante para conhecer a incidência de sementes infectadas por *Cercospora kikuchii*, apesar de infestadas as sementes podem não se apresentar infectadas.

Na maioria dos casos, a semente com baixa incidência de fungos germina em quase sua totalidade quando em condições favoráveis. No entanto, em ambientes adversos, a germinação ocorre de forma mais lenta, e com isso os fungos infectantes têm a oportunidade de colonizar a semente e a plântula em desenvolvimento, ou ainda após a semeadura causar a morte (CASA et al., 1995).

O aumento da precipitação na fase pré-colheita tem relação direta com a maior incidência de *C. kikuchii*, isso pode ser verificado no trabalho conduzido por Hasegawa et al., (2022), onde nos maiores volumes pluviométricos, resultaram nas maiores incidências. Em praticamente todas as cultivares, as quais não tiveram a maior incidência com as maiores precipitações, podem ter uma relação devido a diferenças genéticas e de resistência entre as cultivares de soja estudadas.

Objetivo deste trabalho foi quantificar a prevalência e a incidência do fungo *C. kikuchii* associado às sementes de soja produzidas nas safras de 2020/21 e 2021/22 nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

A partir das 324 amostras de sementes recebidas, foi realizado teste de sanidade, no Laboratório de Fitopatologia da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, Centro de Ciências Agroveterinárias - CAV, Lages, Santa Catarina.

A detecção de *Cercospora* spp. foi realizada pelo plaqueamento de sementes em meio de cultura Batata-Sacarose-Ágar (BSA) + antibiótico (sulfato de estreptomicina), onde o meio de cultura foi formulado com 1000 mililitros de água destilada, 180 gramas de extrato de batata, 18 gramas de sacarose, 18 gramas de ágar e 0,05 gramas de antibiótico. O plaqueamento das sementes foi realizado em câmara de fluxo laminar.

Inicialmente as sementes foram desinfestadas por meio de imersão em solução de hipoclorito de sódio a 1% durante três minutos e na sequência lavadas em água destilada e estéril, e posteriormente foram espalhadas em papel de filtro esterilizado para secagem rápida.

Para cada amostra uma das 324 amostras analisada utilizou-se 200 sementes, sendo quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram distribuídas uniformemente com auxílio de pinça sobre o meio BSA+A contido em placas de Petri plásticas de 90 mm de diâmetro. A vedação das placas foi realizada com Parafilm. Posteriormente as placas foram acondicionadas em câmara de incubação (sala de crescimento), sob luz fluorescente branca a temperatura de 23 ± 2 °C pelo período de 7 a 10 dias.

Para detecção do fungo foi observada a presença da formação de colônias sob as sementes infectadas. Para auxiliar na caracterização das colônias e das sementes infectadas foram observadas com auxílio de lupa as seguintes características morfológicas: cor, textura e aspecto das colônias e a presença de estruturas fúngicas (conidióforos e conídios). Nos casos em que a identificação ainda não foi possível também foi realizada montagem de lâminas para observação dessas estruturas em microscópio estereoscópico, comparando com as descritas na literatura (BARNETT e HUNTER, 1999; SCANDIANI e LUQUE, 2009).

A prevalência de *C. kikuchii* foi determinada a partir de contagem das amostras com pelo menos uma semente colonizada, pelo seguinte cálculo de prevalência (P%), usou-se a fórmula: $P (\%) = (NADF \times 100) / NTA$; onde NADF = número de amostras detectadas com o fungo e NTA = número total de amostras.

A incidência do fungo foi determinada pela contagem do número de sementes infectadas com *C. kikuchii* em cada amostra de semente. Para o cálculo da incidência (I%), utilizou-se a fórmula: $I (\%) = NSI / 200$; onde NSI = número de sementes infectadas, considerando 200 sementes analisadas por amostra.

Durante os dois anos de análise de sanidade das sementes de soja foram identificadas colônias com crescimento e desenvolvimento similares a *C. kikuchii*. De cada colônia foi realizada uma repicagem para outra placa de Petri contendo BSA para obtenção de colônia pura. Desta placa foram retirados discos de micélio de 5 mm de diâmetro os quais foram acondicionados em Eppendorf de 1,0 mL contendo água destilada e estéril. Os isolados foram

acondicionados em geladeira no laboratório onde existe a Micoteca Erlei Melo Reis (MEMR). Complementado o atual estudo, 84 isolados foram encaminhados para sequenciamento.

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo, 324 amostras de sementes, foram avaliadas onde, 270 amostras continham pelo menos uma semente detectada a formação de colônia de *Cercospora* spp. (Figura 4), assim uma prevalência média foi 83,2% (Tabela 4).

Figura 4 - Semente de soja colonizada por *Cercospora* spp. Lages, SC, 2023.



Fonte: Ricardo Trezzi Casa (2023).

Tabela 4 – Prevalência de espécies de *Cercospora* spp. em sementes de soja submetidas ao teste de sanidade* em distintas regiões dos estados do Rio Grande do Sul (RS) e de Santa Catarina (SC). Lages, SC, 2023.

Estado	Nº Lotes	Prevalência (%)
Safrá 2020/21		
RS	112	75,00
SC	74	79,72
Média		77,36
Safrá 2021/22		
RS	70	90,00
SC	68	88,24
Média		89,12

*Meio de cultura agarizado (Batata-Sacarose-Ágar + antibiótico sulfato de estreptomicina (200 mg L⁻¹)). Incubadas em câmara de crescimento a 25 ± 2°C e foto período de 12 horas durante sete dias.

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Corroborando com o presente estudo LAVILLA et al., (2021), relataram que nos lotes pesquisados no distrito de Junín, na Argentina, a prevalência de *Cercospora* spp. foi de 93%. Ou seja, do total dos 67 lotes, 62 tiveram a presença do agente causador, em pelo menos uma

semente. A prevalência máxima foi de 76% em 2017 e mínima de 48% em 2018, em média, a prevalência do patógeno permaneceu acima de 70% até o ano de 2018, quando foi observada uma queda acentuada. No geral, este patógeno foi detectado em maior prevalência na Região Norte do Pampa Argentino, em 3 dos 4 locais analisados. Na Região do Pampa Sul, uma alta prevalência foi observada apenas em 2018 (FORMENTO et al., 2016).

Não diferente de Henning e Yuyama (1999), uma alta prevalência (74%) foi verificada em seu trabalho, que foi conduzido durante as safras 1992/93 a 1996/97. Realizado no mesmo estudo, a prevalência em Passo Fundo – RS, onde 76% das amostras de sementes tinham pelo menos uma semente com *C. kikuchii*.

Conforme Turner et al., (2020), a composição da qualidade pode ser alterada quando a semente de soja estiver infectada por *Cercospora kikuchii*, como comprova em seu trabalho, a semente de soja não infectada apresentou maior quantidade de sacarose e estaquiase, quando comparada à semente infectada. Tanto a sacarose quanto a estaquiase são os principais açúcares da soja que contribuem para os carboidratos totais junto com a rafinose. Ainda pode haver alterações na proteína total, e por consequência nos aminoácidos, os quais são composição para formar a proteína. Contudo a diminuição da sacarose na semente infectada pode ocasionar um aumento na capacidade de sobrevivência do patógeno nas sementes.

A incidência de *Cercospora* spp. variou do valor mínimo (0%) a 85% durante as safras analisadas, a incidência média é de 5,9% (Tabela 5). A incidência mínima (0%) do patógeno na safra 2020/21, foi amostrada em 43 lotes, na safra seguinte (2021/22), 12 lotes incidiram 0%.

Tabela 5 – Incidência de espécies de *Cercospora* spp. em sementes de soja submetidas ao teste de sanidade* em distintas regiões dos estados do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC). Lages, SC, 2023.

Estado	Nº Lotes	Incidência (%)		
		Saфра 2020/21		
		Mínima	Média	Máxima
RS	112	0,00	1,80	15,00
SC	74	0,00	2,80	31,50
Média			2,30	
		Saфра 2021/22		
		Mínima	Média	Máxima
RS	70	0,0	9,50	40,00
SC	68	0,0	9,70	85,00
Média			9,60	

*Meio de cultura agarizado (Batata-Sacarose-Ágar + antibiótico sulfato de estreptomicina (200 mg L⁻¹)). Incubadas em câmara de crescimento a 25 ± 2°C e foto período de 12 horas durante sete dias.

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Talamini et al., (2012), detectou a infecção por *C. kikuchii* em 26 diferentes cultivares, de um total de 47, a incidência variou sendo menor 0,5% e a maior 70%, onde a cultivar BRS Barreiras apresentou a maior porcentagem. Henning e Yuyama (1999), conduziram levantamento da qualidade sanitária de sementes de soja produzidas nas mais variadas regiões do Brasil, durante as safras de 1992/93 até 1996/97, onde o fungo que teve maior incidência média foi *C. kikuchii*, com valores na casa de 5,1%. Complementando o estudo um dos municípios onde foi realizado o levantamento foi Passo Fundo – RS, onde se obteve uma incidência média de 28,8%.

Bringel et al. (2001) verificaram que, de nove cultivares de soja testadas, a cultivar BRSMA Juçara apresentou as maiores porcentagens de incidência dos fungos *Cercospora kikuchii* e *Fusarium* spp. (26 % e 42%, respectivamente).

O teste de patologia de sementes pode ser feito a partir de vários modos, Reis et al., (1998), conduziu a incidência de *C. kikuchii* pelo teste “Blotter test”, obteve resultados expressivos, onde sementes com sintomas de mancha púrpura representou um índice de 71%, sementes sem mancha púrpura obteve 16,5% de incidência, o mesmo valor para a testemunha, que é caracterizada por sementes com e sem mancha púrpura. Formento et al., (2016), concluiu sendo a incidência no ano de 2017 o valor de 10%, já em 2015 foi registrada a mínima de 3,9%.

O equilíbrio nutricional, tanto da planta como do solo, pode influenciar na incidência de doenças, isso foi demonstrado por Mascarenhas et al. (1995), onde trabalhando com calagem de solo, o aumento da dosagem fez com que a incidência de *C. kikuchii*, diminuísse, isso ocorre devido a planta estar em local onde a fertilidade está em equilíbrio.

Dos 84 isolados enviados para o sequenciamento, obteve-se a identificação a nível de espécie, de cerca de 10% das amostras, sendo oito isolados caracterizados como *Cercospora kikuchii* (MEMR80, MEMR283, MEMR783, MEMR782, MEMR574, MEMR539, MEMR779 e MEMR669).

4.5 CONCLUSÕES

A prevalência de sementes de soja infectadas por *Cercospora* spp. produzidas nos estados de do Rio Grande do Sul e Santa Catarina nas safras de 2020/21 e 2021/22 é superior a 77%, sendo considerado um valor expressivo para a detecção em lotes de sementes.

A incidência média de sementes infectadas por *Cercospora* spp. produzidas nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina nas safras de 2020/21 e 2021/22 é superior a 2,3%, demonstrando que a cada 100 sementes produzidas no mínimo duas apresenta *Cercospora* spp.

A prevalência e incidência de *Cercospora* spp. em semente de soja produzidas nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina é eminente em safra agrícola que apresenta elevada precipitação pluviométrica.

Nas sementes de soja produzidas nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, há ocorrência de *Cercospora kikuchii* e outras espécies de *Cercospora*.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho tentou elucidar um dos principais problemas de semente, quando a mesma chega para ser semeada, a visualização a olho nu e nas embalagens, é um dos pontos mais característicos e quando abordado a mancha púrpura, que é de fácil visualização. Hoje é difícil afirmar qual a melhor estratégia para reduzir a incidência da mancha púrpura, pois não é somente um fator que possa ser facilmente controlado.

Com base no trabalho foi possível verificar que a precipitação é uma dos principais fatores para o desenvolvimento de *Cercospora spp.* em sementes de soja. Chuvas no período reprodutivo da cultura, tem a maior influência para infecção da planta. Até a semente, mas somente isso não se justifica para a doença, fonte de inóculo também é outro ponto de suma importância.

E por fim, a assistência técnica e as entidades produtoras de sementes precisam se atentar quanto a existência da doença na cultura da soja e incentivar pesquisas para que soluções sejam encontradas. Embora não seja obrigatório o boletim de sanidade de sementes para a comercialização, os danos causam perdas, tanto em sementes quanto em grãos, e o controle seria monetariamente benéfico para toda a cadeia produtiva.

REFERÊNCIAS

- ABATI, J. et al. Physiological response of soybean seeds to spray volumes of industrial chemical treatment and storage in different environments. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 42, 2020.
- ALLOATTI, J. et al. Screening a diverse soybean germplasm collection for reaction to purple seed stain caused by *Cercospora kikuchii*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 99, n. 8, p. 1140-1146, 2015.
- ALMEIDA, A.M.R. Avaliação do efeito curativo e preventivo de fungicidas em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.6, n.2, p.173-178, 1981.
- ALMEIDA, A.M.R. et al. Doenças da soja. In: KIMATI, H. et al. **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. p 596-617.
- AMORIN, L.; PASCHOALI, S. F. Ciclo das relações patógeno-hospedeiro. In: AMORIN, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMI FILHO, A. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011. p 59-98.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES. Estatísticas, 2022. Disponível em: <http://www.abrasem.com.br/estatisticas/#>. Acesso em: 18 fev. 2023.
- ATHOW, H.L.; LAVIOLETTE, F.A. Pod protection effect on soybean seed germination and infection with *Diaporthe phaseolorum* var. sojae and other microorganisms. **Phytopathology**, St. Paul, v.63, n.8, p.1021-3, 1973.
- BALARDIN, R. S. et al. Controle químico de doenças da parte aérea na cultura da soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, p.420, 2001a.
- BALARDIN, R. S. et al. Tolerância de cultivares às doenças foliares na cultura da soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, p.419-420, 2001b.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. et al. Densidade de plantas na cultura da soja. **Embrapa Soja- Documentos (INFOTECA-E)**, 2015.
- BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. Fourth Edition. The American Phytopathological Society. St. Paul: APS Press. 218p.
- BASSETO, M. A.; CERESINI, P. C.; VALÉRIO FILHO, W. V. Severidade da mela da soja causada por *Rhizoctonia solani* AG-1 IA em função de doses de potássio. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, p. 56-62, 2007.
- BORGES, L. L. **Filogeografia de espécies de *Cercospora* associadas ao crestamento foliar e a mancha púrpura da soja**. 2016. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2016.
- BORNHOFEN, E. et al. Épocas de semeadura e desempenho qualitativo de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, p. 46-55, 2015.

- BRINGEL, J. M. M. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja produzidas na Região de Balsa, Maranhão. **Summa phytopatológica**, Botucatu, v. 27, n. 4, p. 438-441, 2001.
- CÂMARA, F. M. M. et al. Emergência de sementes de soja com diferentes porcentagens de infestação de mancha púrpura. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 15, n. 1, p. 18-22, 2019.
- CARNIEL, L. A. et al. Reação de cultivares de soja às doenças de final de ciclo com e sem aplicação de fungicidas. **Unoesc & Ciência - ACET**, Joaçaba v. 5, n. 1, p. 83-90, 2014.
- CASA, R. T. et al. Efeito do tratamento de sementes de milho com fungicidas, na proteção de fungos do solo, no Rio Grande do Sul. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 633-638, 1995.
- CGQV - Coordenação geral de qualidade vegetal. **Padrão de Identidade e Qualidade da Soja**, 2005. Disponível em: http://www.puntofocal.gov.ar/doc/piq_soja.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2022.
- CHANDA, A. K. et al. Development of a quantitative polymerase chain reaction detection protocol for *Cercospora kikuchii* in soybean leaves and its use for documenting latent infection as affected by fungicide applications. **Phytopathology**, St. Paul, v. 104, n. 10, p. 1118-1124, 2014.
- CHEN, M. D. et al. Infection of soybeans with conidia of *Cercospora kikuchii*. **Mycologia**, Londres, v. 71, n. 6, p. 1158-1165, 1979.
- COLETTI, C. et al. O agronegócio e os fatores determinantes na tomada de decisão de produzir soja. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 77, 2022.
- COLMENARES, A. J. et al. The putative role of botrydial and related metabolites in the infection mechanism of *Botrytis cinerea*. **Journal of chemical ecology**, Nova Iorque, v. 28, p. 997-1005, 2002.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – Safra 2022/23**. Sexto levantamento, Brasília, v.10. p. 1-96, mar. 2023.
- DALLAGNOL, L. J. et al. Utilização de Acibenzolar-S-Methyl para controle de doenças foliares da soja. **Summa phytopathologica**, Botucatu v. 32, n. 3, p. 255-259, 2006.
- DAUB, M. E. CHUNG, K. R. **Cercosporin**: A phytoactivated toxin in plant disease. **APSnet** St. Paul. 2007. Disponível em: <<http://www.apsnet.org/publications/apsnetfeatures/pages/cercosporin.aspx>>. Acesso em: 20 nov. 2022.
- DAUB, M. E.; EHRENSHAFT, M. The photoactivated *Cercospora* toxin cercosporin: contributions to plant disease and fundamental biology. **Annual review of phytopathology**, v. 38, n. 1, p. 461-490, 2000.
- EMBRAPA. **Tecnologia de Produção de Soja: região central do Brasil 2009 e 2010**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 261 p.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. (Special Report, 80).

FENDRICH, R. Chuva e produtividade da soja na Fazenda experimental gralha azul da PUCPR. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 37-46, 2003.

FERREIRA, L.P. et al. Doenças da soja no Brasil. **Embrapa Soja-Circular Técnica**, Londrina, 1979. 42p.

FORMENTO, A. N. et al. Calidad sanitaria de las semillas de soja 2016 y su efecto sobre el poder germinativo. **Ediciones INTA. Serie Extensión INTA Paraná**, Buenos Aires, v. 79, p. 81-89, 2016.

FRANÇA-NETO, J B.; et al. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82 p.

GAGLIARDI, B. et al. Efeito de fungicidas para controle da ferrugem asiática na qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina v. 31, p. 120-125, 2009.

GALLI, J. A. et al. Effect of *Colletotrichum dematium* var. *truncata* and *Cercospora kikuchii* on soybean seed germination. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.27, n. 2, p. 182-187, 2005.

GOMES, D. P. et al. Efeito do vigor e do tratamento fungicida nos testes de germinação e de sanidade de sementes de soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 6, p. 59-65, 2009.

GOULART, A. C. P. et al. Control of soybean seedborne pathogens by fungicide treatment and its effects on emergence and yield. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 26, n. 3, p. 341-346, 2000.

GOULART, A. C. P.; MELO, G. A. **Quanto custa tratar as sementes de soja, milho e algodão com fungicidas?** 1. ed. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000.

GOULART, A. C. P.; PAIVA, F. de A.; ANDRADE, P. J. M. Controle de fungos em sementes de soja (*Glycine max*) pelo tratamento com fungicidas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 21, n. 3/4, p. 239-244, 1995.

GOULART, A.C.P. **Fungos em sementes de soja: detecção e importância**. Embrapa Agropecuária Oeste, 1997. *E-book*. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/240627/1/doc1197.pdf>.

Acesso em: 22 abr. 2022.

GOULART, A.C.P. **Fungos em sementes de soja: detecção, importância e controle**. 1. ed. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. *E-book*. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/252202/1/LV20055.pdf>. Acesso em: 22

abr. 2022.

GROENEWALD, J. Z. et al. Species concepts in *Cercospora*: spotting the weeds among the roses. **Studies in Mycology**, Londres, v. 75, n. 1, p. 115-170, 2013.

GUAN, J. et al. Using high-resolution satellite images to assess soybean yield losses caused by leaf blight in Argentina. **Phytopathology**, St. Paul, v. 94, n. 6, 2004.

GUERZONI, R.A. **Efeito das doenças foliares de final de ciclo (*Septoria glycines* Hemmi e *Cercospora kikuchii* (Matsu. & Tomoyasu) Gardner) na duração da área foliar sadia da soja**. 2001. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

HASEGAWA, V. Y. et al. Incidência de *Cercospora kikuchii* em sementes de cultivares de soja submetidas à deterioração por umidade em pré-colheita. *In: Jornada Acadêmica da Embrapa Soja*, 17 2022, Londrina. **Resumos expandidos [...]** Londrina: Embrapa Soja, 2022 p. 49-54.

HENNING, A. A. *et al.* Ocorrência de mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*) em sementes de soja no Brasil e seu efeito na qualidade fisiológica: mito ou verdade? *In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA*, 37., 2019, Londrina. **Resumos expandidos [...]** Londrina: Embrapa Soja, 2019. p. 227-229.

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

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, p. 18-26, 1999.

HEPPERLY, P. R. Purple seed stain incidence among soybean cultivars and between seasons in Puerto Rico. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, San Juan v. 68, p. 87-99, 1984.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. **Documentos 349-Embrapa Soja**, p. 37, 2014.

HOFFMANN, L. L. et al. Efeitos da rotação de cultura, de cultivares e da aplicação de fungicida sobre o rendimento de grãos e doenças foliares em soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 245-251, 2004.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL – INMET. Normais Climatológicas (2020/2022). Brasília - DF, 2023.

ITO, M. F. Principais doenças da cultura da soja e manejo integrado. **Nucleus**, Ituverava v. 10, n. 3, p. 83-101, 2013.

IVANCOVICH, A.; BOTTA, G. Fungicidas foliares para el control de la mancha marrón de la soja causada por *Septoria glycines*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, p.548, 2001.

KILPATRICK, K.A. Fungi associated with the flowers, pods, and seeds of soybeans. **Phytopathology**, St. Paul, v. 47, n. 3, 1957.

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

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura**. Circular técnica. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 24p.

LAVILLA, M. et al. Evaluación del tizón foliar y la mancha púrpura en semilla de soja en Argentina. **Agronomía mesoamericana**, San Pedro, v. 32, n. 2, p. 619-628, 2021.

LAVILLA, M. et al. Tizón Foliar y la Mancha Púrpura de la semilla causados por *Cercospora kikuchii* en soja (*Glycine max* L. Merr.). **Agronomy Mesoamerican**, San Pedro, v. 33, n. 3, p. 484-494, 2022.

LEHMAN, S.G. Purple stain of soybean seeds. **North Carolina Agriculture Experimental Station Bulletin** 369:1-11. 1950.

LOPES, G. R. et al. Revisitando o conceito de mau desenvolvimento: Inclusão e impactos sociais da expansão da soja no Cerrado do Matopiba. **World Development**, v. 139, p. 105316, 2021.

LUCCA FILHO, O. A.; CASELA, C. R. Avaliação dos efeitos da mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*) em soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, Curitiba. **Resumos expandidos[...]** 1983. p. 75.

LUDWING, M.P. et al. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 395-406, 2011.

MAPA, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

MAPA. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **SIGEF - Controle da Produção de Sementes e Mudas - Indicadores**. Disponível em: <<https://indicadores.agricultura.gov.br/sigefsementes/index.htm>>. Acesso em: 04 fev. 2023.

MASCARENHAS, H. A. A. et al. Ocorrência de fungos em sementes de soja produzidas sob calagem e adubação potássica residuais. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, p. 426-430, 1995.

MENGISTE, T. Plant immunity to necrotrophs. **Annual review of phytopathology**, v. 50, p. 267-294, 2012.

MENTEN., J. O. M.; BEDENDO, I. P. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja produzidas na Região de Balsa, Maranhão. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 27, n. 4, p. 438-441, 2001.

MURAKISHI, H.H. Purple seed stain of soybean. **Phytopathology**, St. Paul, v. 41, n. 4, p. 305-318, 1951.

- MYCOBANK, *Cercospora kikuchii*. Disponível em: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/111236>. Acesso em: 26 set. 2022.
- OLIVEIRA, J. A. et al. Transmissibilidade e danos causados por *Cercospora kikuchii* em sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 15, n. 1, p. 97-100, 1993.
- PATAKY, J.K.; LIM, S.M. Efficacy of benomyl for controlling septoria brown spot of soybeans. **Phytopathology**, St. Paul, v.71, n.4, p.438-442, 1981.
- PATRÍCIO, F. R. A. et al. Patógenos associados às sementes que reduzem a germinação e vigor. In: MENTEN, J. O. M., (Ed.). Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico. Piracicaba: FEALQ, 1991. p. 136-160.
- PINO, F.A.; JUNIOR, S.N.; TOLOI, C.M.C. Relações dinâmicas entre preços da soja brasileira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 11, p. 1163-1173. 1983.
- POSADA, D.; BUCKLEY, T. R. Model selection and model averaging in phylogenetics: advantages of Akaike information criterion and Bayesian approaches over likelihood ratio tests. **Systematic biology**, v. 53, n. 5, p. 793-808, 2004.
- PRICE, III, P. P. **Sensitivity and resistance of *Cercospora kikuchii*, causal agent of *Cercospora* leaf blight and purple seed stain of soybean, to selected fungicides**. 2013. Doctoral Dissertations. (Doctor in Philosophy) – Louisiana State University, Louisiana, 2013.
- RAMBAUT, A.; DRUMMOND, A. J. Tracer version 1.5 [computer program]. 2009. Disponível em: <<http://evolve.zoo.ox.ac.uk>>. acesso em: 10 fev. 2015.
- RANNALA, Bruce; YANG, Ziheng. Probability distribution of molecular evolutionary trees: a new method of phylogenetic inference. **Journal of molecular evolution**, v. 43, p. 304-311, 1996.
- REIS, E. M.; REIS, A. C.; CARMONA, M. A. **Manual de fungicidas: guia para o controle químico de doenças de plantas**. 8 ed. Passo Fundo: Berthier, 2019.
- REIS, E.M.; CASA, R.T. **Doenças da soja: etiologia, sintomatologia, diagnose e manejo integrado**. (Orgs). Passo Fundo: Berthier, 2012. 436p.
- REIS, H. F.; GOULART, ACP. Associação de *Cercospora kikuchii* com sementes de soja com" mancha púrpura. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 274, 1998.
- ROCHA, B. G.R. et al. Sistema de semeadura cruzada na cultura da soja: avanços e perspectivas. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v.41, n. 2, p. 376-384, 2018.
- ROESE, A. D. et al. Levantamento de doenças na cultura da soja, *Glycine max* (L.) Merrill, em municípios da região Oeste do Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 23, p. 1293-1297, 2001.
- RONQUIST, F.; HUELSENBECK, J. P. MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. **Bioinformatics**, v. 19, n. 12, p. 1572-1574, 2003.

ROY, K. W.; ABNEY, T.S. Purple seed stain of soybeans. **Phytopathology**, St. Paul, 1976; 66: 1045–1049.

ROY, K.W.; ABNEY, T.S. Antagonism between *Cercospora kikuchii* and other seedborne fungi of soybeans. **Phytopathology**, St. Paul, v. 67, p. 1062–1066, 1977.

ROY, N.L. Effect of provenance and storability on seed borne diseases and seed quality of soybean (*Glycine max L.*) in northern karnataka. Department of Seed Science and Technology College of Agriculture, **Dharwad University of Agricultural Sciences**, Dharwad – 580 – 005, june, 2013. Disponível em: <<http://krishikosh.egranth.ac.in/bitstream/1/5810004087/1/th10802.pdf>>. Acesso em: 21 de out. 2022.

SANDERS, R.L.; ABNEY, T.S. Soybean leaf blight and seed infection caused by isolates of *Cercospora kikuchii* of diverse origin. **Phytopathology**, St. Paul, v.75, p. 966, 1985.

SANTEN, M.L. et al. Avaliação de diferentes fungicidas no controle de DFC na cultura da soja (*Glycine max L.*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, p.336, 2001.

SANTOS, A. da S. **Caracterização morfológica de cercospora e eficiência da toxina cercosporina na seleção de genótipos de pimenteirias ornamentais**. 2015. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2015.

SAUTUA, F. J., et al. Fungicide resistance in *Cercospora* species causing cercospora leaf blight and purple seed stain of soybean in Argentina. **Plant Pathology**, Londres, v. 69, n. 9, p. 1678-1694, 2020.

SCANDIANI, M. M.; LUQUE, A. G. **Identificación de patógenos en semillas de soja: análisis de semillas**. 2. ed. Rosario: Estudio Rolando, 2009.

SCHUH, W. Influence of temperature and leaf wetness period on conidial germination in vitro and infection of *Cercospora kikuchii* on soybean. **Phytopathology**, St. Paul, v. 81, n. 10, p. 1315-1318. 1991.

SINGH, T.; SINCLAIR, J. B. Further studies on the colonization of soybeans seeds by *Cercospora kikuchii* and *Phomopsis* sp. **Seed Science and Technology**. v. 14, n. 1, p.71-77, 1986.

STEILMANN, Paula et al. Detecção, quantificação e identificação de fitobactérias em sementes de trigo. **Nativa**, Sinop, v. 7, n. 4, p. 349-355, 2019.

TALAMINI, V. et al. Qualidade sanitária de sementes de soja de diferentes cultivares introduzidos para cultivo em Sergipe. **Aracaju: EMBRAPA Tabuleiros Costeiros**, 2012.

TOLEDO, M. Z. et al. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa agropecuária tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 124-133, 2009.

TURNER, Richard E. et al. Effects of purple seed stain on seed quality and composition in soybean. **Plants**, Basel, v. 9, n. 8, p. 993, 2020.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Production, supply, distribution**. 2020. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>> . Acesso em: 03 fev. 2023.

UPCHURCH, R. G. et al. Mutants of *Cercospora kikuchii* altered in cercosporin synthesis and pathogenicity. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 57, n. 10, p. 2940-2945, 1991.

VEIGA, A. D. et al. Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na atividade enzimática de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, p. 953-960, 2010.

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

WALTERS JA. Soybean leaf blight caused by *Cercospora kikuchii*. **Plant Dis**, 1980; 64: 961–962.

WALTERS, H. J. et al. Soybean leaf blight caused by *Cercospora kikuchii*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 64, n. 10, p. 961-962, 1980.

WILCOX, J. R.; ABNEY T. S. Effects of *Cercospora kikuchii* on soybeans. **Phytopathology**, St. Paul, v. 63, n. 6, p. 796-797, 1973.

WILLIAMSON, B. et al. *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. **Molecular plant pathology**, Bristol, v. 8, n. 5, p. 561-580, 2007.

WRATHER, J. A. et al. Soybean disease loss estimates for the top 10 soybean producing countries in 1994. **Plant disease**, St. Paul, v. 81, n. 1, p. 107-110, 1997.

WRATHER, J. A. et al. Soybean disease loss estimates for the top ten soybean-producing countries in 1998. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Londres, v. 23, n. 2, p. 115-121, 2001a.

WRATHER, J. A. et al. Soybean disease loss estimates for the United States from 1996 to 1998. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Londres, v. 23, n. 2, p. 122-131, 2001b.

ZEMOLIN, E. M. **Análise da evolução da competitividade e da inserção externa do complexo soja brasileiro**. 2013. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.