

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Leonardo Furlani

**REAÇÃO DE GERMOPLASMA DE SOJA À *Colletotrichum truncatum* e
*Corynespora cassicola***

Santa Maria, RS
2020

Leonardo Furlani

REAÇÃO DE GERMOPLASMA DE SOJA À *Colletotrichum truncatum* e *Corynespora cassicola*

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de Bioecologia e Manejo de Organismos em Sistemas Agrícolas, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**.

Orientador: PhD. Ricardo Silveiro Balardin

Santa Maria, RS
2020

Furlani, Leonardo
REAÇÃO DE GERMOPLASMA DE SOJA À *Colletotrichum*
truncatum e *Corynespora cassiicola* / Leonardo Furlani.-
2020.
100 p.; 30 cm

Orientador: Ricardo Silveiro Balardin
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Agronomia, RS, 2020

1. *Glycine max* L 2. Antracnose 3. Mancha-alvo 4.
Resistência genética I. Silveiro Balardin, Ricardo II.
Título.

Leonardo Furlani

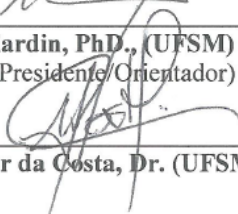
**REAÇÃO DE GERMOPLASMA DE SOJA À *Colletotrichum truncatum* e
*Corynespora cassiicola***

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de Bioecologia e Manejo de Organismos em Sistemas Agrícolas, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**.

Aprovado em 07 de agosto de 2020:



Ricardo Silveiro Balardin, PhD., (UFSM) - Videoconferência
(Presidente/Orientador)



Ivan Francisco Dressler da Costa, Dr. (UFSM) - Videoconferência



Monica Paula Debortoli, Dra. (Phytus Group) - Videoconferência

Santa Maria, RS
2020

AGRADECIMENTOS

A concretização deste trabalho ocorreu, principalmente, pelo auxílio e dedicação de várias pessoas. Agradeço a todos que contribuíram para a realização deste trabalho, em especial:

Agradeço, primeiramente a meus pais, Nelso e Carmen, por terem me dado a vida, por todo o apoio que me deram, pelos esforços, amor e confiança depositados em mim, para que eu pudesse aproveitar cada oportunidade da minha vida em prol do meu crescimento pessoal e profissional. Agradeço ao meu irmão Lucas pelo apoio e por seguir próximo a meus pais durante minha ausência para realização de meus sonhos. Agradeço infinitamente a minha namorada Laura, por todo o amor, carinho que tem me dado e toda a compreensão pelos momentos em que estive ausente para a condução dos trabalhos.

A Universidade Federal de Santa Maria, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia e a Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior pela oportunidade de ingresso e concessão de bolsa de estudos. Aos professores e funcionários da UFSM que de alguma forma me ajudaram e contribuíram para minha formação.

Ao meu orientador Ricardo Silveiro Balardin, pela oportunidade de ser seu orientado, pelos ensinamentos recebidos, que colaboraram muito para meu crescimento profissional e pessoal.

Agradeço aos diretores do Phytus Group, pela disponibilidade de estrutura e apoio para a condução deste trabalho. Agradeço também a toda a equipe que passou ou está no Phytus Group que me auxiliaram neste estudo, e contribuíram para minha formação profissional e pessoal.

Enfim, agradeço a todos que fazem parte da minha vida e que são essenciais para o meu desenvolvimento e para eu ser um ser humano melhor.

RESUMO

REAÇÃO DE GERMOPLASMA DE SOJA À *Colletotrichum truncatum* e *Corynespora cassiicola*

AUTOR: Leonardo Furlani

ORIENTADOR: Ricardo Silveiro Balardin

A cultura da soja no Brasil é atacada por diversas doenças que dificultam a obtenção de elevadas produtividades, destacando-se a antracnose (*Colletotrichum truncatum*) e a mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*) por serem doenças com um patossistema complexo e de difícil controle. Desta forma, a busca por novas estratégias de controle se torna necessária, sendo que no presente trabalho será enfatizado o manejo genético. O objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros epidemiológicos relacionados à sensibilidade de 130 cultivares de soja (sendo 24 com adaptação para o Cerrado e 106 para o Sul do Brasil) à *C. truncatum* e *C. cassiicola*, e realizar uma análise de agrupamento, visando identificar grupos com similaridade. Quanto às avaliações à sensibilidade de *C. truncatum*, o objetivo foi a elaboração e validação de três escalas diagramáticas visando avaliação da severidade de antracnose em nervuras, pecíolos e em legumes. As plantas foram cultivadas em casa de vegetação sem uso de fungicidas e inoculadas com esporos de *C. truncatum* e *C. cassiicola*. Os parâmetros estudados foram período de latência, severidade das doenças, área abaixo da curva de progresso de antracnose (AACPA) e mancha alvo (AACPMA) e taxa de progresso. As avaliações de severidade de *C. truncatum* obedeceram às escalas diagramáticas elaboradas. A validação das escalas foi realizada por 8 avaliadores que estimaram as severidades com e sem o auxílio das escalas propostas, apresentando incrementos na precisão e acurácia das avaliações, tendo mostrado adequação e eficiência para avaliação da expressão da antracnose da soja. Utilizando análise multivariada para os experimentos de sensibilidade de cultivares, as mesmas foram agrupadas em 5 grupos de sensibilidade pelo algoritmo K-means, para cada doença e para cada região de adaptação. Nenhuma das cultivares estudadas apresentou resistência completa para *C. truncatum* e *C. cassiicola*, mas ocorreram variações de sensibilidade entre elas, sendo estas verificadas desde o início das avaliações. A tomada de decisão de escolha de cultivares é uma estratégia que pode ser considerada para um manejo adequado de antracnose e mancha-alvo na cultura soja, que associada ao manejo integrado, pode contribuir para diminuir a evolução destas doenças, podendo afetar muito o programa de controle, e além disto, estas informações podem auxiliar em estudos genéticos para melhoristas, colaborando para a identificação de genótipos que possam contribuir para o melhoramento de cultivares de soja.

Palavras-chave: *Glycine max* L. Antracnose. Mancha-alvo. Resistência genética.

ABSTRACT

SOYBEAN GERMOPLASM REACTION TO *Colletotrichum truncatum* and *Corynespora cassiicola*

AUTHOR: Leonardo Furlani
ADVISOR: Ricardo Silveiro Balardin

Soybean culture in Brazil is attacked by several diseases that make it difficult to obtain high yields, especially anthracnose (*Colletotrichum truncatum*) and target spot (*Corynespora cassiicola*) because they are diseases with a complex and difficult to control pathosystem. In this way, the search for new control strategies becomes necessary, and in the present work, genetic management will be emphasized. The objective of this work was to evaluate the epidemiological parameters related to the sensitivity of 130 soybean cultivars (24 with adaptation for the Cerrado and 106 for the south of Brazil) to *C. truncatum* and *C. cassiicola*, and perform a cluster analysis, aiming to identify similar groups. As for the sensitivity assessments of *C. truncatum*, the objective was the development and validation of three diagrammatic scales aiming at assessing the severity of anthracnose in ribs, petioles and vegetables. The plants were grown in a protected environment, without the use of fungicides and inoculated with spores of *C. truncatum* and *C. cassiicola*. The studied parameters were latency period, disease severity, area under the anthracnose progress curve (AACPA) and target spot (AACPMA) and rate of progress. Severity assessments of *C. truncatum* followed the elaborated diagrammatic scales. The validation of the scales was performed by 8 evaluators who estimated the severities with and without the aid of the proposed scales, showing increases in the precision and accuracy of the evaluations, having shown adequacy and efficiency for the evaluation of the expression of anthracnose from soy. Using multivariate analysis for cultivar sensitivity experiments, they were grouped into 5 sensitivity groups by the K-means algorithm, for each disease and for each adaptation region. None of the cultivars studied showed complete resistance to *C. truncatum* and *C. cassiicola*, but there were variations in sensitivity between them, which have been verified since the beginning of the evaluations. The decision to choose cultivars is a strategy that can be considered for an adequate management of anthracnose and target spot in soybean culture, which associated with integrated management, can contribute to reduce the evolution of these diseases, which can affect the program of control, and in addition, this information can assist in genetic studies for breeders, collaborating for the identification of genotypes that can contribute to the improvement of soybean cultivars.

Key-words: *Glycine max* L. Anthracnose. Target spot. Genetic resistance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Artigo A

- Figura 1 – Escala diagramática para avaliação da severidade de antracnose em nervuras de folíolos da soja. Itaara, RS.....23
- Figura 2 – Escala diagramática para avaliação da severidade de antracnose em pecíolos de soja. Itaara, RS.....24
- Figura 3 – Escala diagramática para avaliação da severidade de antracnose em legumes de soja. Itaara, RS.....25

Artigo B

- Figura 1 – Gráfico de dispersão no plano tridimensional e agrupamento pelo algoritmo de K-means, segundo os escores relativos dos componentes principais (CP1) de cada sintoma para as 24 cultivares de soja com adaptação para o Cerrado do Brasil, sob condições de inoculação de *Colletotrichum truncatum* em casa de vegetação. Itaara, RS.....53
- Figura 2 – Gráfico de dispersão no plano tridimensional e agrupamento pelo algoritmo de K-means, segundo os escores relativos dos componentes principais (CP1) de cada sintoma para as 106 cultivares de soja com adaptação para o Sul do Brasil, sob condições de inoculação de *Colletotrichum truncatum* em casa de vegetação. Itaara, RS.....55

Artigo C

- Figura 1 – Gráfico de dispersão no plano cartesiano e agrupamento pelo algoritmo de K-means, segundo os escores relativos dos componentes principais para as 24 cultivares de soja com adaptação para o Cerrado do Brasil, sob condições de inoculação de *Corynespora cassicola* em casa de vegetação. Itaara, RS.....85
- Figura 2 – Gráfico de dispersão no plano cartesiano e agrupamento pelo algoritmo de K-means, segundo os escores relativos dos componentes principais para as 106 cultivares de soja com adaptação para o Sul do Brasil, sob condições de inoculação de *Corynespora cassicola* em casa de vegetação. Itaara, RS.....88

LISTA DE TABELAS

Artigo A

- Tabela 1 - Coeficientes lineares ou interceptos (a), coeficientes angulares da reta (b) e coeficientes de determinação (R^2) de equações de regressão linear entre severidade real (variável independente) e severidade estimada (variável dependente) da antracnose em nervuras de folíolos da soja, realizados por avaliadores experientes e inexperientes, com e sem a utilização da escala diagramática. Itaara, RS.....26
- Tabela 2 - Coeficientes lineares ou interceptos (a), coeficientes angulares da reta (b) e coeficientes de determinação (R^2) de equações de regressão linear entre severidade real (variável independente) e severidade estimada (variável dependente) da antracnose em pecíolos da soja, realizados por avaliadores experientes e inexperientes, com e sem a utilização da escala diagramática. Itaara, RS.....26
- Tabela 3 - Coeficientes lineares ou interceptos (a), coeficientes angulares da reta (b) e coeficientes de determinação (R^2) de equações de regressão linear entre severidade real (variável independente) e severidade estimada (variável dependente) da antracnose em legumes da soja, realizados por avaliadores experientes e inexperientes, com e sem a utilização da escala diagramática. Itaara, RS.....27

Artigo B

- Tabela 1 – Período latente médio (PLM) para antracnose em nervuras e pecíolos, área abaixo da curva de progresso de antracnose em nervuras (AACPAN), pecíolos (AACPOP) e em legumes (AACPAL), e taxa de progresso (Tx) de *Colletotrichum truncatum* em 24 cultivares de soja com adaptação para o Cerrado do Brasil, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.....41
- Tabela 2 – Período latente médio (PLM) para antracnose em nervuras e pecíolos, área abaixo da curva de progresso de antracnose em nervuras (AACPAN), pecíolos (AACPOP) e em legumes (AACPAL), e taxa de progresso (Tx) de *Colletotrichum truncatum* em 106 cultivares de soja com adaptação para o Sul do Brasil, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.....42
- Tabela 3 – Composição dos grupos de sensibilidade à *Colletotrichum truncatum* de 24 cultivares de soja com adaptação para o Cerrado do Brasil e respectivas médias de AACPA (variável que mais contribuiu para a variância do grau de sensibilidade). Itaara, RS.....54
- Tabela 4 – Composição dos grupos de sensibilidade à *Colletotrichum truncatum* de 106 cultivares de soja com adaptação para o Sul do Brasil e respectivas médias de AACPA (variável que mais contribuiu para a variância do grau de sensibilidade). Itaara, RS.....57

Artigo C

- Tabela 1 – Período latente médio (PLM), severidade (porcentagem de área do tecido foliar infectado) em 6 épocas de avaliação, área abaixo da curva de progresso de mancha-alvo (AAPMA) e taxa de progresso (Tx) de *Corynespora cassicola* em 24 cultivares de soja com adaptação para o Cerrado do Brasil, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.....76
- Tabela 2 – Período latente médio (PLM), severidade (porcentagem de área do tecido foliar infectado) em 6 épocas de avaliação, área abaixo da curva de progresso de mancha-alvo (AAPMA) e taxa de progresso (Tx) de *Corynespora cassicola* em 106 cultivares de soja com adaptação para o Sul do Brasil, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.....77
- Tabela 3 – Composição dos grupos de sensibilidade à *Corynespora cassicola* de 24 cultivares de soja com adaptação para o Cerrado do Brasil e respectiva AAPMA (variável que mais contribuiu para a variância do grau de sensibilidade). Itaara, RS.....86
- Tabela 4 – Composição dos grupos de sensibilidade à *Corynespora cassicola* de 106 cultivares de soja com adaptação para o Sul do Brasil e respectiva AAPMA (variável que mais contribuiu para a variância do grau de sensibilidade). Itaara, RS.....89

LISTA DE GRÁFICOS

Artigo B

- Gráfico 1 – Relação entre PLM (período latente médio) e AACPA (área abaixo da curva de progresso de antracnose) média em nervuras em folhas, pecíolos e legumes para as cultivares com recomendações para o Sul e Cerrado, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.....45
- Gráfico 2 – Diferenças na evolução da severidade de antracnose em nervuras de folhas de 5 cultivares de soja do Cerrado (A) e 5 cultivares do Sul (B), sob condições de inoculação de *C. truncatum* em casa de vegetação. Itaara, RS.....46
- Gráfico 3 – Diferenças na evolução da severidade de antracnose em pecíolos de 5 cultivares de soja do Cerrado (A) e 5 cultivares do Sul (B), sob condições de inoculação de *C. truncatum* em casa de vegetação. Itaara, RS.....47
- Gráfico 4 – Diferenças na evolução da severidade de antracnose em legumes de 5 cultivares de soja do Cerrado (A) e 5 cultivares do Sul (B), sob condições de inoculação de *C. truncatum* em casa de vegetação. Itaara, RS.....48
- Gráfico 5 – Correlação da AACPA em legumes com AACPA em pecíolos (A) e nervuras em folhas (B) para 24 cultivares de soja com adaptação para o Cerrado do Brasil, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.....50
- Gráfico 6 – Correlação da AACPA em legumes com AACPA em pecíolos (A) e nervuras em folhas (B) para 106 cultivares de soja com adaptação para o Sul do Brasil, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.....51
- Gráfico 7 – Correlação da AACPA média com grupo de maturidade relativa (GMR) para 24 cultivares de soja com adaptação para o Cerrado (A) e 106 cultivares para o Sul (B), sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.....51

Artigo C

- Gráfico 1 – Relação entre PLM (período latente médio) e AACPMA (área abaixo da curva de progresso de mancha-alvo) para as cultivares com recomendações para o Sul e Cerrado do Brasil, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.....80
- Gráfico 2 – Diferenças na evolução da severidade de mancha-alvo em cultivares de soja recomendadas para o Cerrado do Brasil, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.....81
- Gráfico 3 – Diferenças na evolução da severidade de mancha-alvo em cultivares de soja recomendadas para o Sul do Brasil, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.....82
- Gráfico 4 – Relação entre GMR (grupo de maturação relativo) e AACPMA (área abaixo da curva de progresso de mancha-alvo) para as cultivares do Cerrado, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.....84

- Gráfico 5 – Relação entre GMR (grupo de maturação relativo) e AACPMA (área abaixo da curva de progresso de mancha-alvo) para as cultivares do Cerrado, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.....84
- Gráfico 6 – Médias de severidades aos 46, 53, 60, 72, 84 e 96 DAE (dias após a emergência) e PLM (período latente médio) para cada grupo de sensibilidade formado de acordo com o algoritmo de K-means para as cultivares do Cerrado, sob condições de inoculação de *Corynespora cassicola* em casa de vegetação. Itaara, RS.....87
- Gráfico 7 – Médias de severidades aos 45, 52, 59, 71, 83 e 95 DAE (dias após a emergência) e PLM (período latente médio) para cada grupo de sensibilidade formado de acordo com o algoritmo de K-means para as cultivares do Sul, sob condições de inoculação de *Corynespora cassicola* em casa de vegetação. Itaara, RS.....88

LISTA DE APÊNDICES

Artigo A

- Apêndice A – Erros absolutos (diferença entre severidade real e severidade estimada) das avaliações de severidade de antracnose em nervuras de folíolos de soja, de oito avaliadores, sem (esquerda) e com (direita) auxílio da escala diagramática. Itaara, RS.....31
- Apêndice B – Erros absolutos (diferença entre severidade real e severidade estimada) das avaliações de severidade de antracnose em pecíolos de soja, de oito avaliadores, sem (esquerda) e com (direita) auxílio da escala diagramática. Itaara, RS.....32
- Apêndice C – Erros absolutos (diferença entre severidade real e severidade estimada) das avaliações de severidade de antracnose em legumes de soja, de oito avaliadores, sem (esquerda) e com (direita) auxílio da escala diagramática. Itaara, RS.....33

Artigo B

- Apêndice A – Gráficos de médias de severidades aos 34, 41, 48, 59, 70, 81, 94 e 107 DAE (dias após a emergência) e PLM (período latente médio) para nervuras (A) e pecíolos (B) e médias de severidade aos 64, 75, 86, 99, e 112 DAE para legumes (C), para cada grupo de sensibilidade formado de acordo com o algoritmo de K-means para as cultivares do Cerrado, sob condições de inoculação de *Colletotrichum truncatum* em casa de vegetação. Itaara, RS.....68
- Apêndice B – Gráficos de médias de severidades aos 33, 40, 47, 58, 69, 80, 93 e 106 DAE (dias após a emergência) e PLM (período latente médio) para nervuras (A) e pecíolos (B) e médias de severidade aos 63, 74, 85, 98, e 111 DAE para legumes (C), para cada grupo de sensibilidade formado de acordo com o algoritmo de K-means para as cultivares do Sul, sob condições de inoculação de *Colletotrichum truncatum* em casa de vegetação. Itaara, RS.....69

LISTA DE ANEXOS

Artigo B

- Anexo A – Cultivares utilizadas nos experimentos com adaptação para a região do Cerrado do Brasil, Itaara, RS.....63
- Anexo B – Cultivares utilizadas nos experimentos com adaptação para a região do Sul do Brasil, Itaara, RS.....64
- Anexo C – Escala diagramática para avaliação da severidade de antracnose em nervuras de folíolos da soja. Itaara, RS.....65
- Anexo D – Escala diagramática para avaliação da severidade de antracnose em pecíolos de soja. Itaara, RS.....66
- Anexo E – Escala diagramática para avaliação da severidade de antracnose em legumes de soja. Itaara, RS.....67

Artigo C

- Anexo A – Cultivares utilizadas nos experimentos com adaptação para a região do Cerrado do Brasil, Itaara, RS.....95
- Anexo B – Cultivares utilizadas nos experimentos com adaptação para a região do Sul do Brasil, Itaara, RS.....96

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
ARTIGO 1 – ELABORAÇÃO E VALIDAÇÃO DE ESCALAS DIAGRAMÁTICAS PARA QUANTIFICAÇÃO DA ANTRACNOSE NA CULTURA DA SOJA	18
INTRODUÇÃO	20
MATERIAIS E MÉTODOS	21
RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS	29
ARTIGO 2 – REAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA À <i>Colletotrichum truncatum</i>	34
INTRODUÇÃO	36
MATERIAIS E MÉTODOS	38
RESULTADOS E DISCUSS	40
CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ARTIGO 3 – REAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA À <i>Corynespora cassicola</i>	70
INTRODUÇÃO	72
MATERIAIS E MÉTODOS	73
RESULTADOS E DISCUSSÕES	75
CONCLUSÕES	90
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) é uma cultura que está entre as *commodities* mais importantes e comercializadas do mundo, elevando sua produção global mais de 13,5 vezes desde 1961, atingindo mais de 350 milhões de toneladas atualmente (FAOSTAT, 2019; FOYER et. al., 2019). Segundo dados da CONAB (2020), na safra 2019/2020 foram cultivados no Brasil cerca de 36,8 milhões de hectares com a cultura da soja, com uma produção total em torno de 120 milhões de toneladas.

No entanto, a ocorrência de aproximadamente 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus já identificados no Brasil, limitam a produção e dificultando a obtenção de elevadas produtividades, devido principalmente, ao ambiente favorável, a presença dos patógenos e a expansão de fronteiras agrícolas com condições edafoclimáticas diferentes, que influenciam diretamente no progresso de doenças e na adaptação de cultivares (DIAS; PINHEIRO; CAFÉ-FILHO, 2016; GODOY et. al., 2016). A partir disto, a eliminação ou a manutenção das doenças, abaixo do nível de dano econômico, depende do conhecimento das exigências específicas de cada uma delas e da integração de várias ferramentas de controle, como o manejo químico, cultural e genético.

A antracnose é uma doença de ocorrência generalizada em lavouras de soja no Brasil, e geralmente está associada ao fungo *Colletotrichum truncatum* (Schwein.) Andrus & W.D. Moore (1935), que pode infectar a planta em todos os estádios de desenvolvimento, elevando os riscos e custos de produção, e por isso é caracterizada como uma das principais doenças da cultura, podendo provocar perdas de rendimento de até 100% (HARTMAN; SINCLAIR; RUPE, 1999; BALARDIN, 2002; REIS; REIS; CASA, 2012; DIAS, 2014). As maiores perdas de rendimento são encontradas, quando há uma combinação de fatores e condições meteorológicas favoráveis para a ocorrência da doença. Deste modo, os sintomas da antracnose podem ser encontrados desde o início do ciclo, causando lesões em cotilédones e podendo induzir a morte de plântulas. (COSTA et al., 2009; DIAS, 2014; GODOY et. al., 2016). Os sintomas podem evoluir e ser observadas manchas necróticas em caules, pecíolos, folhas (geralmente em nervuras), legumes, e que podem causar o “estrangulamento” de pecíolos e a queda prematura de folhas, aborto de legumes (apresentando-se retorcidos), abertura de legumes imaturos e apodrecimento, refletindo desta maneira diretamente na produtividade e qualidade de grãos (HARTMAN; SINCLAIR; RUPE, 1999; SOUZA, 2009; REIS; REIS; CASA, 2012; DIAS, 2014; MARINHO et al., 2014; GODOY et. al., 2016; ROGÉRIO, et al., 2017).

A importância de manejar de forma adequada a antracnose, vem acompanhada da necessidade de ter ferramentas apropriadas para avaliar e quantificar os sintomas. Os métodos mais utilizados para a quantificação de doenças em plantas são a incidência (número ou porcentagem de plantas ou partes doentes em uma população) e a severidade (porcentagem de área do tecido infectado), que é mais pertinente para a avaliação das doenças que ocorrem na parte aérea das plantas. As avaliações de parte aérea possibilitam ajustes adequados nos estudos de epidemiologia, possibilitando a construção de curvas de progresso de doenças (ALVES; NUNES, 2012). Devido a severidade ser uma variável sujeita à subjetividade e erros, a representação gráfica através de escalas diagramáticas auxilia os avaliadores, conferindo acurácia e precisão, representando frações da planta com sintomas em níveis variados de severidade (ALVES; NUNES, 2012; BERGAMIN FILHO; AMORIM, 1996).

Já a mancha-alvo da soja é causada pelo fungo *Corynespora cassiicola* (Berk. & M.A. Curtis) que teve sua incidência aumentada nas últimas safras no Brasil, principalmente em função da utilização de cultivares suscetíveis, da menor sensibilidade do fungo a fungicidas e da sucessão com culturas hospedeiras do fungo, com destaque para a sucessão à cultura do algodão (FRAC, 2018; FRAC, 2019; GODOY, et al., 2019). Os danos de mancha-alvo na cultura da soja podem chegar a até 40% em função da suscetibilidade da cultivar e das condições meteorológicas (MIGUEL-WRUCK et al., 2012; GODOY et al., 2012; GODOY et al., 2016). Os sintomas mais comuns de mancha-alvo são nas folhas e iniciam-se por pontuações pardas, com halo amarelado e evolui para manchas circulares de coloração castanha, podendo apresentar pontuações no centro e anéis concêntricos de coloração mais escuras (GODOY et al., 2019).

O manejo integrado é a melhor estratégia para minimizar danos causados pela antracnose e pela mancha-alvo, onde práticas como a rotação de culturas, utilização de sementes livres de patógenos, cultivares com maior nível de resistência, nutrição equilibrada, tratamento de sementes e aplicação de fungicidas são altamente recomendadas (DIAS, 2014; FRAC, 2018; Godoy et al., 2019). Atualmente, o controle químico é uma das principais ferramentas de controle da antracnose e mancha-alvo da soja, entretanto, o uso de forma isolada, tem se mostrado pouco eficiente para a supressão completa destes patógenos, e além disto, relatos de perdas de sensibilidade de *C. trumcatum* e *C. cassiicola* a fungicidas vem aumentando de forma preocupante (SOUZA, 2009; XAVIER et al., 2013; CALZADA et al., 2015; RAMDIAL; DE ABREU; RAMPERSAD, 2017; TERAMOTO et al., 2017; FRAC, 2019; MELLO, 2019; POTI et al., 2020).

Diversos estudos mostraram que há uma interação entre cultivares de soja e o controle químico, tanto na influencia dos fungicidas como em momentos das aplicações, interferindo no controle de doenças e na produtividade de cultivares, demonstrando benefícios em utilizar cultivares com menores níveis de sensibilidade/ maior resistência parcial (SILVA et al., 2011; GAI, 2013; ALMEIDA et al., 2017). De acordo com Langenbach et al., (2016) a resistência vertical ou resistência por genes simples não tem durabilidade, sendo facilmente quebrada por variabilidades de raças dos patógenos, e por isso, pesquisadores tem priorizado a busca por resistência parcial ou quantitativas, que se baseia na ação de vários genes menores, que contribuem com menores sensibilidades aos patógenos e podem apresentar maiores estabilidades e durabilidades (NIKS; QI; MARCEL, 2015).

O uso de cultivares com menores níveis de sensibilidades podem propiciar controle eficiente da doença, reduzindo os custos e a pressão de seleção para resistência aos fungicidas (GODOY et al., 2016). Desta maneira, o presente trabalho teve por objetivo quantificar a sensibilidade de cultivares de soja à *C. cassiicola* e *C. truncatum*, identificar grupos com similaridades, e que podem ser utilizados tanto para auxiliar em programas de melhoramento genético, como contribuir no controle químico e todo o manejo integrado para a mancha-alvo e a antracnose na cultura da soja. Além disto, para avaliações de sensibilidade de *C. truncatum*, o objetivo foi a elaboração e validação de três escalas diagramáticas visando avaliação da severidade de antracnose, em nervuras de folíolos, pecíolos e em legumes.

ARTIGO 1

ELABORAÇÃO E VALIDAÇÃO DE ESCALAS DIAGRAMÁTICAS PARA QUANTIFICAÇÃO DA ANTRACNOSE NA CULTURA DA SOJA

RESUMO

A antracnose da soja é uma doença fúngica de elevada importância no Brasil e no mundo, onde as perdas podem chegar a até 100% do rendimento. O objetivo deste trabalho foi a elaboração e validação de três escalas diagramáticas visando avaliação da severidade de antracnose em nervuras de folíolos, pecíolos e legumes de soja. Foram coletadas e fotografadas folíolos, pecíolos e legumes, com diferentes níveis de severidade, inoculadas com esporos de *Colletotrichum truncatum*, onde determinou-se a severidade real. As escalas elaboradas, apresentaram 9 níveis de severidade cada uma, sendo: 0,7; 3,4; 7,2; 12,5; 21,8; 34,0; 53,4; 72,7 e 95,2% para a escala de nervuras em folíolos, 0,75; 3,6; 6,1; 13,9; 23,3; 34,5; 49,7; 65,0 e 88,5% para a escala de pecíolos e, 0,45; 2,2; 7,5; 15,7; 24,3; 34,4; 56,2; 70,6 e 100% para a escala de severidade de antracnose em legumes. A validação foi realizada por quatro avaliadores experientes e quatro inexperientes em avaliações de doença, que estimaram a severidade de 35 folíolos, 35 pecíolos e 35 legumes com e sem o auxílio da escala proposta. Independente da experiência dos avaliadores, as escalas diagramáticas elaboradas apresentaram incrementos na precisão e acurácia das avaliações, tendo mostrado adequação e eficiência para avaliação da expressão da antracnose da soja.

Palavras-chave: Severidade. Acurácia. Precisão. *Colletotrichum truncatum*.

ELABORATION AND VALIDATION OF A DIAGRAMATIC SCALES TO QUANTIFY OF ANTHRACNOSE IN SOYBEAN

ABSTRACT

Anthrachnose in soybean is a fungal disease of high importance in Brazil and in the world, where losses can reach up to 100% of the yield. The objective of this work was to elaboration and validation of three diagrammatic scales aiming to evaluate the severity of anthracnose in the ribs of leaflets, petioles and soybean vegetables. Leaflets, petioles and vegetables, with different severity levels, were collected and photographed, inoculated with *Colletotrichum truncatum* spores, where the real severity was determined. The scales developed presented 9 levels of severity each, being: 0.7; 3.4; 7.2; 12.5; 21.8; 34.0; 53.4; 72.7 and 95.2% for a leaflets ribs scale, 0.75; 3.6; 6.1; 13.9; 23.3; 34.5; 49.7; 65.0 and 88.5% for a petiole scale and 0.45; 2.2; 7.5; 15.7; 24.3; 34.4; 56.2; 70.6 and 100% for an anthracnose severity scale in vegetables. The validation was performed by four experienced evaluators and four inexperienced in disease evaluations, who estimated a severity of 35 leaflets, 35 petioles and 35 vegetables with and without the aid of the proposed scale. Regardless of the evaluators' experience, the diagrammatic scales developed showed increases in the precision and accuracy of the evaluations, having shown adequacy and efficiency for evaluating the expression of soy anthracnose.

Key words: Severity. Accuracy. Precision. *Colletotrichum truncatum*.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) está entre as *commodities* mais importantes e comercializadas do mundo, elevando sua produção global mais de 13,5 vezes desde 1961, atingindo mais de 350 milhões de toneladas atualmente, sendo uma ótima fonte de proteína, podendo ser utilizada como alimento, ração e combustível (HARTMAN; WEST; HERMAN, 2011; FAOSTAT, 2019; FOYER et. al., 2019). Segundo dados da CONAB (2020), na safra 2019/2020 foram cultivados no Brasil cerca de 36,8 milhões de hectares com a cultura da soja, com uma produção total em torno de 120 milhões de toneladas. No entanto, a ocorrência de aproximadamente 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus já identificados no Brasil, limitam a produção e dificultam a obtenção de elevadas produtividades (DIAS; PINHEIRO; CAFÉ-FILHO, 2016; GODOY et. al., 2016).

A antracnose da soja é uma doença fúngica de elevada importância no Brasil e no mundo, comumente associada ao patógeno *Colletotrichum truncatum* (Schwein.) Andrus & W.D. Moore (1935), que infecta mais de 150 espécies de plantas, porém, sabe-se que é possível que outros patógenos estejam envolvidos, tais como *C. cliviae*, *C. destructivum*, *C. gloeoporioides* e *C. graminícola*, entre outros (DIAS; PINHEIRO; CAFÉ-FILHO, 2016; BARBIERI et. al., 2017; FARR; ROSSMAN, 2020). Além disto, é conhecido que há uma grande variabilidade entre os isolados, e independente da complexidade dos agentes causais, a antracnose pode levar a perdas elevadas de rendimento, chegando a até 100% (HARTMAN; SINCLAIR; RUPE, 1999; DIAS, 2014). O primeiro registro da antracnose em soja no Brasil, foi observado no estado de Rio Grande do Sul em 1961, se alastrando desde então pelo país, onde hoje é presente em quase todas as áreas de cultivo, sendo que os maiores danos ocorrem em regiões com temperaturas elevadas e precipitações frequentes, coincidindo com o período de cultivo, e podendo provocar redução de produtividade na ordem de 90 kg.ha⁻¹ a cada incremento de 1% de incidência (DIAS; PINHEIRO; CAFÉ-FILHO, 2016; BARBIERI et. al., 2017; HARTMAN; SINCLAIR; RUPE, 1999).

A antracnose é uma doença complexa, de difícil controle, que eleva os riscos e custos da cultura da soja, principalmente porque os sintomas podem ser encontrados em todos os estádios de desenvolvimento da cultura, desde o estabelecimento a partir do inóculo inicial proveniente de resíduos de culturas anteriores, hospedeiros alternativos ou com sementes infectadas, causando lesões em cotilédones e podendo induzir a morte de plântulas (REIS; REIS; CASA, 2012; TIKAMI, 2020). A partir do estabelecimento da doença na lavoura, o patógeno pode ser disseminado principalmente por respingos de chuva ou irrigação, sendo

auxiliado pelo vento, aonde mais tarde podem ser observados manchas necróticas em caules, pecíolos, folhas (geralmente em nervuras) e legumes, e além disto, estes sintomas podem evoluir e induzir o “estrangulamento” de pecíolos e a queda prematura de folhas, aborto de legumes (apresentando-se retorcidos), abertura de legumes imaturos e apodrecimento, refletindo desta maneira diretamente na produtividade e qualidade de grãos (REIS; REIS; CASA, 2012; DIAS, 2014; MARINHO et al., 2014; YANG; HARTMAN, 2015; GODOY et. al., 2016; ROGÉRIO, et al., 2017). Neste sentido, a importância de manejar de forma adequada esta doença vem acompanhada da necessidade de ter ferramentas apropriadas para avaliar e quantificar os sintomas.

Os métodos mais utilizados para a quantificação de doenças em plantas são a incidência (número ou porcentagem de plantas ou partes doentes em uma população), que é mais adequada para avaliações em doenças de solo, viroses e doenças que geram dano direto ao produto final, e a severidade (porcentagem de área do tecido infectado), que é mais pertinente para a avaliação das doenças que ocorrem na parte aérea das plantas. As avaliações de parte aérea possibilitam ajustes adequados nos estudos de epidemiologia, possibilitando a construção de curvas de progresso de doenças (ALVES; NUNES, 2012). Devido a severidade ser uma variável sujeita à subjetividade e erros, a representação gráfica através de escalas diagramáticas auxilia os avaliadores, conferindo acurácia e precisão, representando frações da planta com sintomas em níveis variados de severidade (ALVES; NUNES, 2012; BERGAMIN FILHO; AMORIM, 1996).

Na maioria dos trabalhos publicados sobre antracnose em soja, devido à dificuldade de avaliação e pela falta de escalas diagramáticas para esta doença, é utilizada escalas descritivas ou a incidência (número e/ou porcentagem de órgãos doentes) como variável principal na avaliação, embora seja menos precisa principalmente no caso desta doença que apresenta variabilidades na severidade, mesmo quando apresenta incidência similar. Deste modo, considerando a crescente necessidade de estudos sobre a epidemiologia e controle da antracnose da soja, o objetivo deste trabalho foi a elaboração e validação de três escalas diagramáticas visando avaliação da severidade de antracnose, em nervuras de folíolos, pecíolos e em legumes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletados folíolos, pecíolos e legumes de soja, com diferentes níveis de severidade de antracnose, obtidos a partir de 130 cultivares, inoculadas com esporos de *Colletotrichum truncatum*, instalado em casa de vegetação no município de Itaara - RS, onde

106 destas são cultivares indicadas e com maior adaptação para a região Sul do Brasil e 24 indicadas para o Cerrado do Brasil, apresentando desta forma, uma amostragem representativa da genética utilizada no campo. Foram coletados 15 folíolos, 10 pecíolos e 10 legumes de cada cultivar, que foram fotografados individualmente com uma câmera Sony DSC-H400 com resolução 350 dpi e 5152 x 3864 pixels.

As imagens foram transferidas para computador e previamente selecionadas, reduzindo para 300 imagens de folíolos, 200 de pecíolos e 200 de legumes que apresentaram níveis variados de severidade da antracnose. Na sequência, as imagens foram corrigidas pelo software Hypercube (HYPERCUBE, 2015), e processadas pelo software Image-Pro (MEDIA CYBERNETICS, 2019) para então, ser obtida a severidade real da doença. A partir das severidades mínimas e máximas encontradas nas nervuras das folhas, pecíolos e legumes, e, obedecendo a lei de estímulo visual de Weber-Fechner (HORSFALL; BARRAT, 1945), foram estabelecidos sete níveis intermediários da doença para compor as três escalas diagramáticas, a partir das imagens reais destes órgãos. Além das imagens originais (coloridas), estas foram duplicadas e editadas, aplicado-se um filme infravermelho preto e branco com contraste, facilitando a visualização em possíveis impressões.

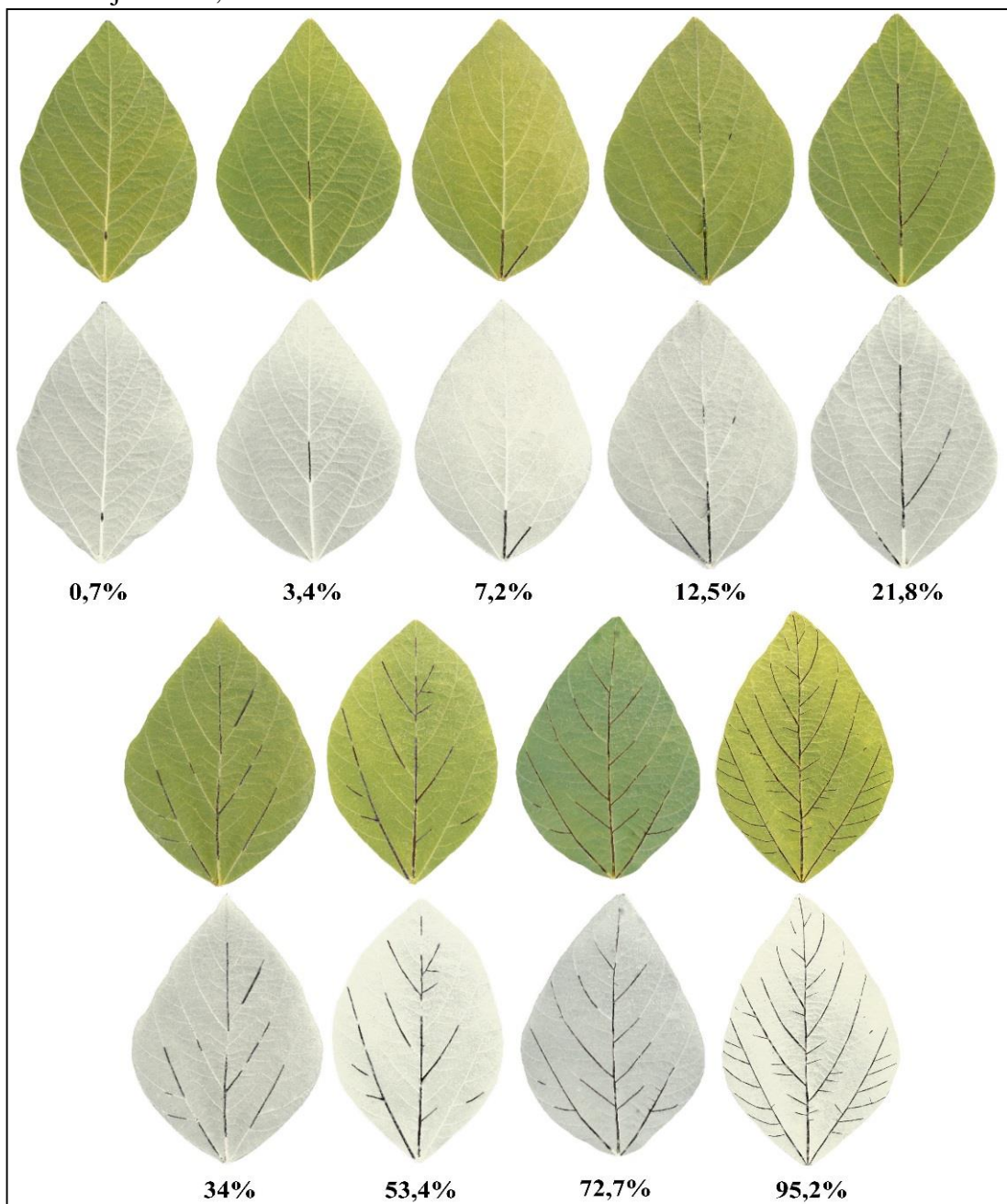
As validações das escalas foram realizadas em duas etapas. Primeiramente, quatro avaliadores inexperientes e quatro experientes na avaliação de doenças, analisaram 35 fotos de cada sintoma com diferentes níveis de severidade, gerando notas de severidade estimadas pelos avaliadores experientes e inexperientes sem o uso da escala proposta. Na segunda etapa, os mesmos avaliadores analisaram novamente as fotos, mas desta vez com o auxílio das escalas diagramáticas propostas, obtendo uma nova nota de severidade estimada.

A partir dos dados de cada avaliador, foi determinada a acurácia e a precisão dos dados por meio de regressão linear simples entre a severidade real (variável independente) e a severidade estimada (variável dependente) com e sem o uso da escala para os sintomas em folíolos, pecíolos e legumes, sendo utilizado o pacote estatístico Genes Software (CRUZ, 2016). A precisão foi avaliada por meio do coeficiente de determinação (R^2) da regressão e pela variância dos erros absolutos (diferença entre severidade real e severidade estimada). Já a acurácia foi determinada por meio do coeficiente linear ou intercepto (a) e do coeficiente angular da reta (b), onde foi aplicado o teste “t” a estes parâmetros, para verificar se foram significativamente diferentes de 0 e 1,0 respectivamente, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A escala de antracnose em nervuras de folíolos (Figura 1) contém nove níveis de severidade: 0,7; 3,4; 7,2; 12,5; 21,8; 34,0; 53,4; 72,7 e 95,2%. É importante evidenciar que para a confecção desta escala, foi considerado nervuras de até segunda ordem (nervura principal, nervuras de primeira ordem e nervuras de segunda ordem), e também que, para se obter a média de severidade de um trifólio de soja será necessário da média das avaliações dos três folíolos.

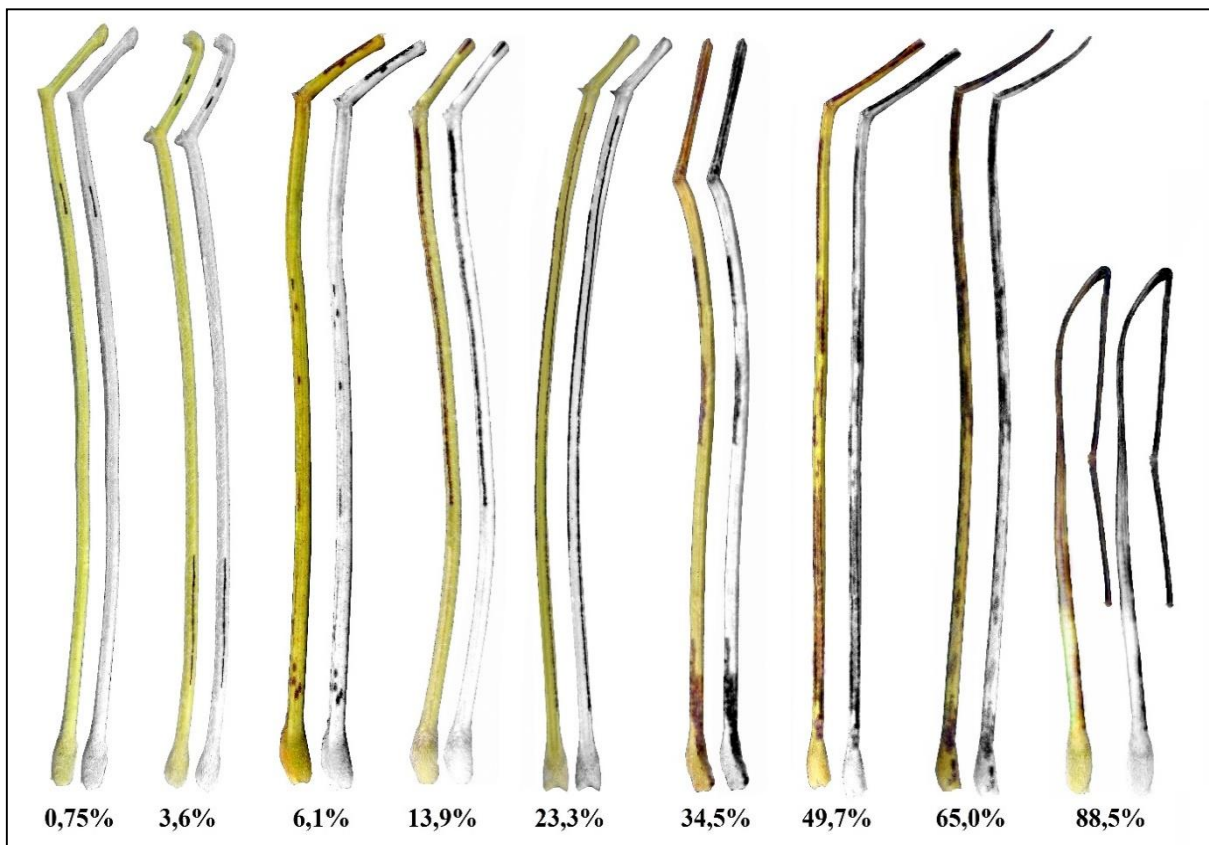
Figura 1 – Escala diagramática para avaliação da severidade de antracnose em nervuras de folíolos da soja. Itaara, RS.



Fonte: Próprio autor.

A escala elaborada visando a determinação da severidade de antracnose em pecíolos de soja (Figura 2), contém com nove níveis de severidade: 0,75; 3,6; 6,1; 13,9; 23,3; 34,5; 49,7; 65,0 e 88,5%. É importante salientar, que para a determinação de severidade completa de um pecíolo com o auxílio desta escala diagramática será necessário realizar duas avaliações, de modo a possibilitar a visualização de todo o tecido passível de ser infectado, onde será possível obter o valor médio de severidade do pecíolo avaliado. Como é possível visualizar nesta escala (Figura 2 - 88,5%), em níveis mais altos de severidade de antracnose em pecíolos de soja, estes podem apresentar sintomas de necrose e estrangulamento, ocorrendo a dobra e possível queda, assim como pode ocorrer a queda dos folíolos associados a estes, sintomas típicos encontrados em elevadas severidades de antracnose em pecíolos na soja (MARINHO et al., 2014).

Figura 2 – Escala diagramática para avaliação da severidade de antracnose em pecíolos de soja. Itaara, RS.

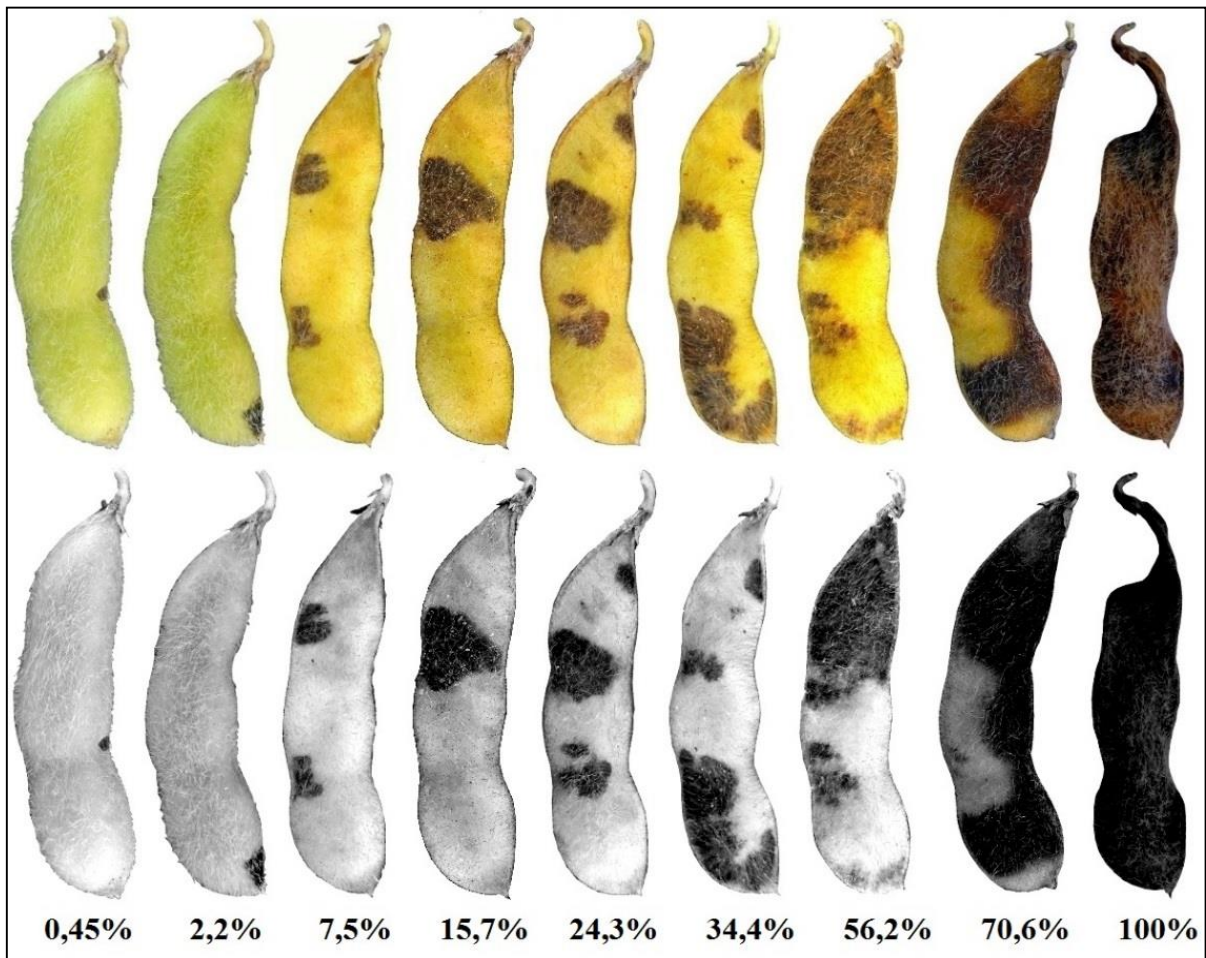


Fonte: Próprio autor.

A escala elaborada visando a determinação da severidade em legumes (Figura 3), conta com nove níveis de severidade: 0,45; 2,2; 7,5; 15,7; 24,3; 34,4; 56,2; 70,6 e 100%. Destaca-se que para a determinação de severidade de antracnose em um legume com o auxílio desta escala

diagramática será necessário realizar a avaliação de ambos os lados do legume, onde será possível obter o valor médio de severidade do legume em questão. O nível de 100% de severidade ilustrado na escala (Figura 3 – 100%) é encontrado quando há falha de grãos e o legume apresenta-se retorcido, sintoma típico da presença e elevada severidade de antracnose em legumes (REIS; REIS; CASA, 2012).

Figura 3 – Escala diagramática para avaliação da severidade de antracnose em legumes de soja. Itaara, RS.



Fonte: Próprio autor.

Os coeficientes lineares ou interceptos (a), coeficientes angulares da reta (b) e coeficientes de determinação (R^2) com e sem a utilização das escalas diagramáticas, estão apresentados na Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3, para as validações de antracnose em nervuras de folíolos, pecíolos e legumes, respectivamente. A partir da análise destes dados de regressão, foi demonstrado que as escalas elaboradas são efetivas para elevar a acurácia e a precisão na avaliação da doença, tanto para avaliadores experientes quanto para inexperientes.

Tabela 1 – Coeficientes lineares ou interceptos (a), coeficientes angulares da reta (b) e coeficientes de determinação (R^2) de equações de regressão linear entre severidade real (variável independente) e severidade estimada (variável dependente) da antracnose em nervuras de folhas da soja, realizados por avaliadores experientes e inexperientes, com e sem a utilização da escala diagramática.

Avaliadores	Sem Escala Diagramática			Com Escala Diagramática			
	a	b	R^2	a	b	R^2	
Experientes	1	4,271*	0,799*	0,772	0,688	0,958	0,955
	2	1,676*	0,875	0,790	0,323	0,893	0,973
	3	6,168*	0,932	0,728	0,814	1,011	0,931
	4	5,605*	0,905	0,828	0,904	1,029	0,909
	Média	4,430	0,878	0,780	0,682	0,973	0,942
Inexperientes	5	3,280*	0,763*	0,719	0,386	0,982	0,909
	6	6,476*	0,573*	0,708	1,576*	0,916	0,917
	7	-1,261*	0,735*	0,764	0,865	0,904	0,910
	8	7,153*	0,736*	0,685	-0,783	0,818*	0,881
	Média	3,912	0,702	0,719	0,511	0,905	0,904
Média geral	4,171	0,790	0,749	0,596	0,939	0,923	

*A hipótese de nulidade ($a=0$ ou $b=1$), foi rejeitada pelo teste “t” ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Coeficientes lineares ou interceptos (a), coeficientes angulares da reta (b) e coeficientes de determinação (R^2) de equações de regressão linear entre severidade real (variável independente) e severidade estimada (variável dependente) da antracnose em pecíolos da soja, realizados por avaliadores experientes e inexperientes, com e sem a utilização da escala diagramática.

Avaliadores	Sem Escala Diagramática			Com Escala Diagramática			
	a	b	R^2	a	b	R^2	
Experientes	1	7,095*	0,857	0,725	0,865	1,005	0,913
	2	7,256*	0,805*	0,755	1,654*	1,035	0,895
	3	1,719*	0,927	0,801	0,886	1,019	0,879
	4	2,876*	0,981	0,777	0,103	0,993	0,914
	Média	4,736	0,893	0,764	0,877	1,013	0,900
Inexperientes	5	6,690*	0,923	0,747	1,047	0,952	0,817
	6	5,981*	1,167*	0,653	1,742*	1,076	0,865
	7	6,920*	0,901	0,649	0,151	0,98	0,874
	8	7,289*	0,923	0,733	0,833	1,014	0,893
	Média	6,720	0,978	0,695	0,943	1,005	0,862
Média geral	5,728	0,935	0,729	0,910	1,009	0,881	

*A hipótese de nulidade ($a=0$ ou $b=1$), foi rejeitada pelo teste “t” ao nível de 5% de probabilidade.

Para todas as escalas elaboradas, os acréscimos de precisão foram mais relevantes para avaliadores inexperientes quando comparados com experientes. Para a escala de antracnose em nervuras de folíolos, a precisão (R^2) média foi elevada de 71,9 (sem escala) para 90,4 % (com escala) para avaliadores inexperientes, e evoluiu de 78 para 94,2% no caso dos avaliadores experientes. Na validação da escala de antracnose em pecíolos, a precisão média passou de 69,5

(sem escala) para 86,2 % (com escala) para inexperientes, e de 76,4 para 90% no caso dos avaliadores experientes. Já na validação da escala de antracnose em legumes, na ausência de utilização da escala, a precisão média dos avaliadores experientes e inexperientes foi de 84,3 e 71,3 %, e após a utilização da escala, passou para 94,2 e 87,8 %, nesta ordem. Analisando estes resultados, os menores índices de precisão foram obtidos na validação da escala de antracnose em pecíolos, e isto pode ser explicado, especialmente pelo fato de ser uma estrutura da planta com grande variabilidade nos formatos e principalmente com relação ao comprimento, dificultando aos avaliadores a comparação e a formação de parâmetros no momento de utilizar a escala, necessitando maior treinamento para o sucesso da avaliação. Os acréscimos de precisão com a utilização das escalas de antracnose em nervuras de folíolos, pecíolos e legumes, também são confirmadas analisando os gráficos de dispersão dos erros absolutos conforme os Apêndice A, Apêndice B e Apêndice C, respectivamente. São observados que com a utilização das escalas diagramáticas, ocorre a redução na magnitude dos desvios dos erros absolutos.

Tabela 3 – Coeficientes lineares ou interceptos (a), coeficientes angulares da reta (b) e coeficientes de determinação (R^2) de equações de regressão linear entre severidade real (variável independente) e severidade estimada (variável dependente) da antracnose em legumes da soja, realizados por avaliadores experientes e inexperientes, com e sem a utilização da escala diagramática.

Avaliadores	Sem Escala Diagramática			Com Escala Diagramática			
	a	b	R^2	a	b	R^2	
Experientes	1	1,775*	0,856	0,871	-0,951	0,986	0,942
	2	1,442	0,859	0,836	0,555	0,996	0,968
	3	4,061*	0,873	0,837	2,649*	0,924	0,942
	4	2,457*	0,770*	0,830	0,268	0,957	0,916
	Média	2,434	0,839	0,843	0,630	0,966	0,942
Inexperientes	5	1,898*	0,722*	0,736	0,782	0,822	0,859
	6	3,045*	0,870	0,728	0,678	0,970	0,870
	7	6,035*	0,841	0,642	1,271	0,993	0,914
	8	4,202*	0,819	0,745	0,621	0,950	0,869
	Média	3,795	0,813	0,713	0,838	0,934	0,878
Média geral	3,114	0,826	0,778	0,734	0,950	0,910	

*A hipótese de nulidade ($a=0$ ou $b=1$), foi rejeitada pelo teste “t” ao nível de 5% de probabilidade.

A análise da acurácia, determinada através do coeficiente linear (a) e do coeficiente angular (b) indicaram melhora expressiva nas avaliações. Para a validação da escala de antracnose em nervuras de folíolos, após a utilização, apenas em 1 situação os parâmetros “a” e “b” divergiram significativamente do ideal ($a=0$ e $b=1$) pelo teste “t”, enquanto anteriormente foram observadas 13 divergências significativas. Resultados semelhantes foram observados para as validações da escala de antracnose em pecíolos e legumes, onde após o uso da escala,

ambas tiveram apenas 2 situações em que parâmetros “a” e “b” divergiram significativamente do ideal, onde anteriormente a utilização da escala foram observadas 10 e 9 divergências significativas, por esta ordem.

Estes resultados evidenciam que os avaliadores foram pouco acurados antes da utilização das escalas diagramáticas, principalmente em relação ao parâmetro coeficiente linear, apresentando valores médios de 4,171, 5,728 e 3,114, para as escalas de antracnose em nervuras de folíolos, pecíolos e legumes, nesta ordem, apontando que em ambas validações, a maioria dos avaliadores superestimou a severidade, sendo esta tendência maior para os avaliadores inexperientes, semelhante a outros estudos (GODOY; KOGA; CANTERI, 2006; AQUINO et. al., 2008; SOARES; GODOY; OLIVEIRA, 2009). Após a utilização das escalas, os coeficientes lineares para validações das escalas de nervuras, pecíolos e legumes tiveram valores médios de 0,596, 0,910 e 0,734, respectivamente, indiciando que a acurácia geral teve uma melhora relevante.

Tais resultados observados mostram que estas escalas diagramáticas se apresentaram como ferramentas que aumentaram a qualidade de avaliações, mesmo quando avaliadores inexperientes realizam a avaliação de severidade de antracnose.

CONCLUSÕES

Independente da experiência dos avaliadores, as escalas diagramáticas elaboradas neste trabalho apresentaram incrementos na precisão e acurácia das avaliações, tendo mostrado adequação e eficiência para avaliação da expressão da antracnose da soja. Trata-se de ferramentas úteis, fáceis e rápidas, que permitem auxiliar a comparação de experimentos sobre estudos epidemiológicos, métodos de controles, danos de produtividade, e a outras pesquisas envolvendo a antracnose da soja.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a U.S. Army Corps of Engineers, pelo fornecimento do software HyperCube Spectral Imagery Analysis, disponível no site <https://www.erd.c.usace.army.mil/Media/Fact-Sheets/Fact-Sheet-Article-View/Article/610433/hypercube/>, e a Media Cybernetics, pelo fornecimento do software Image-Pro, disponível no site: <http://www.mediacy.com/imagepro>.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, S. A. M.; NUNES, C. C. Metodologia para elaboração de escalas diagramáticas para avaliação de doenças em planta. **Embrapa Uva e Vinho-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2012.
- AQUINO, L.A.; BERGER, P.G.; RODRIGUES, F.Á.; ZAMBOLIM, L.; HERNANDEZ, F.R.; MIRANDA, L.M. Elaboration and validation of a diagrammatic scale to quantify areolate mildew on cotton. **Summa Phytopathologica**, v.34, n.4, p.361-363, 2008.
- BARBIERI, M. C. G. et al. First report of *Colletotrichum cliviae* causing anthracnose on soybean in Brazil. **Plant Disease**, v. 101, n. 9, p. 1677-1677, 2017.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico. São Paulo: **Agronomica Ceres**. 289 p., 1996.
- CRUZ, Cosme Damião. Genes Software-extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**. Agronomy, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, 7 - Safra 2019/20 - N. 8- Oitavo levantamento, maio, 2020.
- DIAS, M. D. **Etiologia, diversidade do agente causal e controle da antracnose da soja**. Tese de Doutorado. Brasília, p. 146 il. 2014.
- DIAS, M. D.; PINHEIRO, V. F.; CAFÉ-FILHO, A. C. Impact of anthracnose on the yield of soybean subjected to chemical control in the north region of Brazil. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 1, p. 18-23, 2016.
- FAOSTAT** (2019). Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat>>. Acesso em 07 out. 2019.
- FARR, D.F.; ROSSMAN, A.Y. Fungal databases, U.S. National Fungus Collections, ARS, **USDA**. Disponível em: <<https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>>. Acesso em>: abril. 2020.
- FOYER, Christine H. et al. Modelling predicts that soybean is poised to dominate crop production across Africa. **Plant, cell & environment**, v. 42, n. 1, p. 373-385, 2019.
- GODOY, C. V. et al. Asian soybean rust in Brazil: past, present, and future. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 5, p. 407-421, maio. 2016.
- GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 63-68, 2006.
- HARTMAN, G.L.; SINCLAIR, J.B.; RUPE, J.C. Compendium of soybean diseases. Fourth Edition. **APS Press**, Saint Paul, 1999.
- HARTMAN, G.L.; WEST, E.D.; HERMAN, T.K. Crops that feed the World 2. Soybean worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests. **Food Security**, London, v. 3, p. 5-17, 2011.

HORSFALL, J. G.; BARRATT, R. W. An improved grading system for measuring plant diseases. **Phytopathology**, v. 35, p. 655, 1945.

HYPERCUBE, **Spectral Imagery Analysis Software**. Disponível em: <https://www.erc.usace.army.mil/Media/Fact-Sheets/Fact-Sheet-Article-View/Article/610433/hypercube/> Acesso em: 07 out. 2019.

MARINHO, L. M. A. et al. Antracnose: Prevenção Eficiente. **Cultivar Grandes Culturas**, ed. 187, Dez, 2014.

MEDIA CYBERNETICS, **Image-Pro**. Disponível em: <http://www.mediacy.com/imagepro>. Acesso em: 07 out. 2019.

REIS, E.M.; REIS, C.A.; CASA, R.T. Antracnose. In: E.M. Reis; R.T. Casa. (Org.). **Doenças da soja: etiologia, sintomatologia, diagnose e manejo integrado**. Passo Fundo: Berthier, v. 1, p. 191-198., 2012.

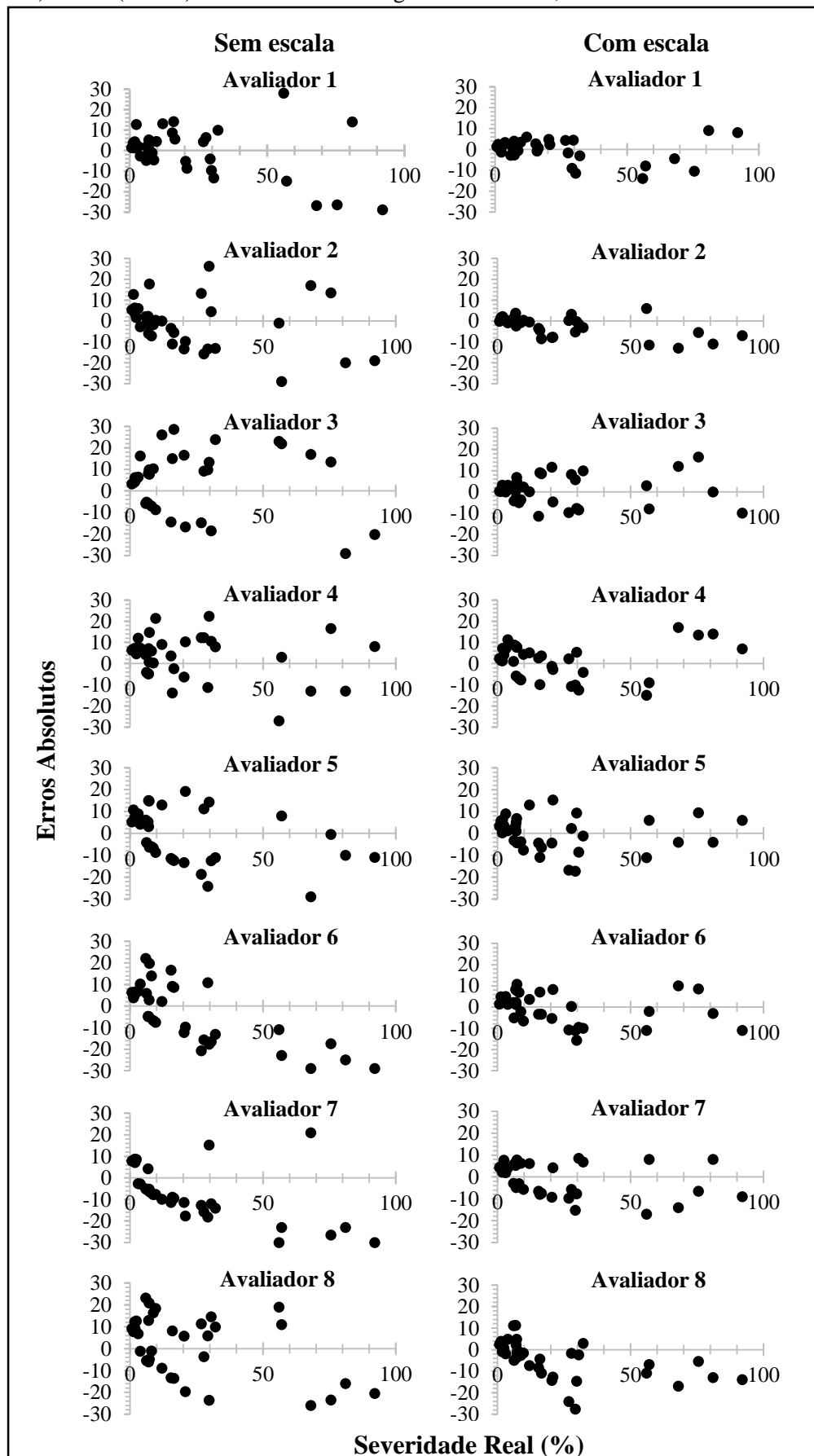
ROGÉRIO, F. et al. Phylogeny and variability of *Colletotrichum truncatum* associated with soybean anthracnose in Brazil. **Journal of applied microbiology**, v. 122, n. 2, p. 402-415, 2017.

SOARES, Rafael M.; GODOY, Cláudia V.; OLIVEIRA, MCN de. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha alvo da soja. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, n. 5, p. 333-338, 2009.

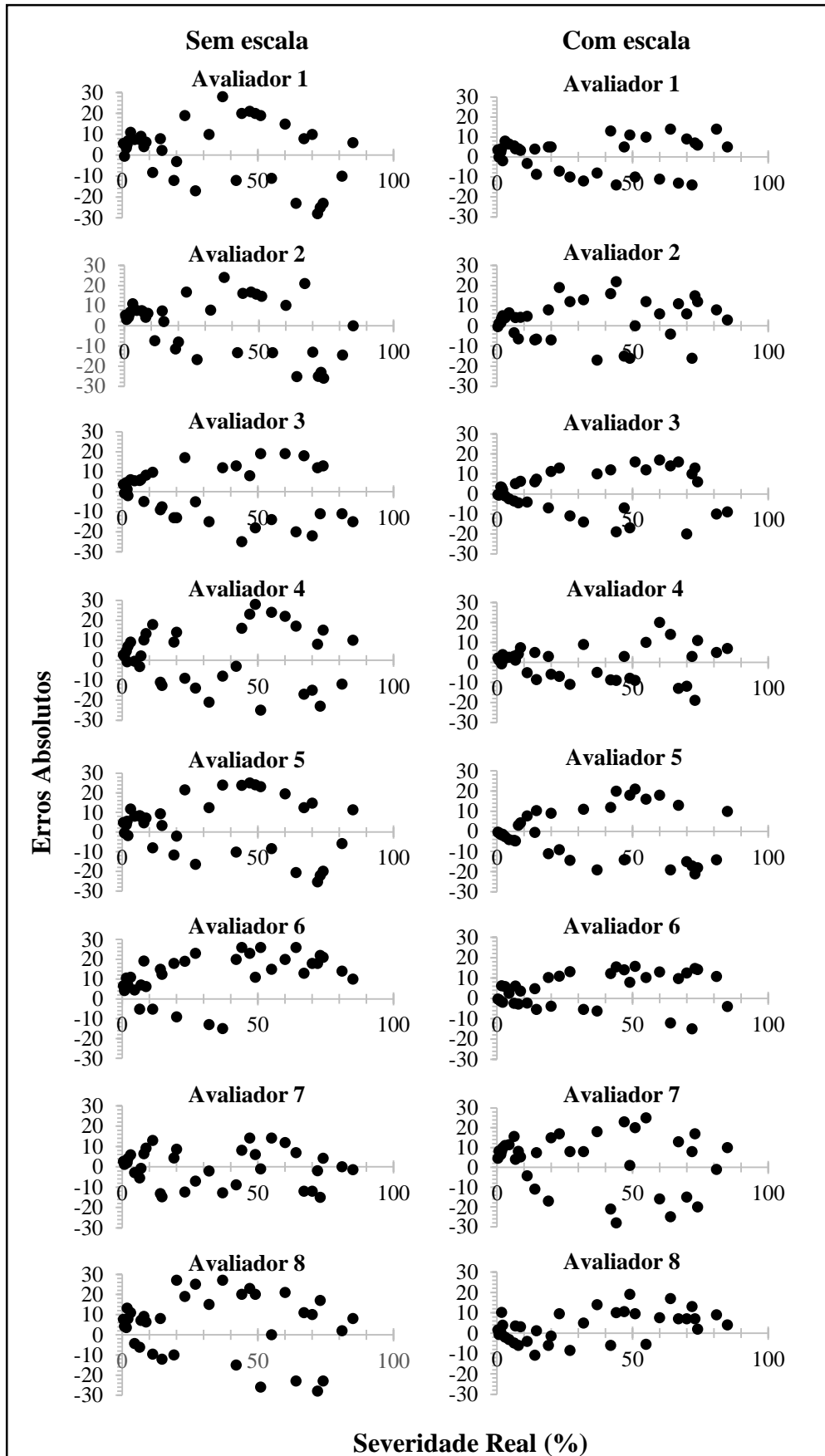
TIKAMI, I. **Sobrevivência de *Colletotrichum truncatum*, agente causal da antracnose da soja, na forma de microescleródios no solo e em plantas daninhas**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2020.

YANG, H-C; HARTMAN, G.L. Anthracnose. IN: HARTMAN, G.L(Ed.). Compendium of soybean diseases and pests. 5.ed. St. Paul, MN: **American Phytopathological Society**, 2015.

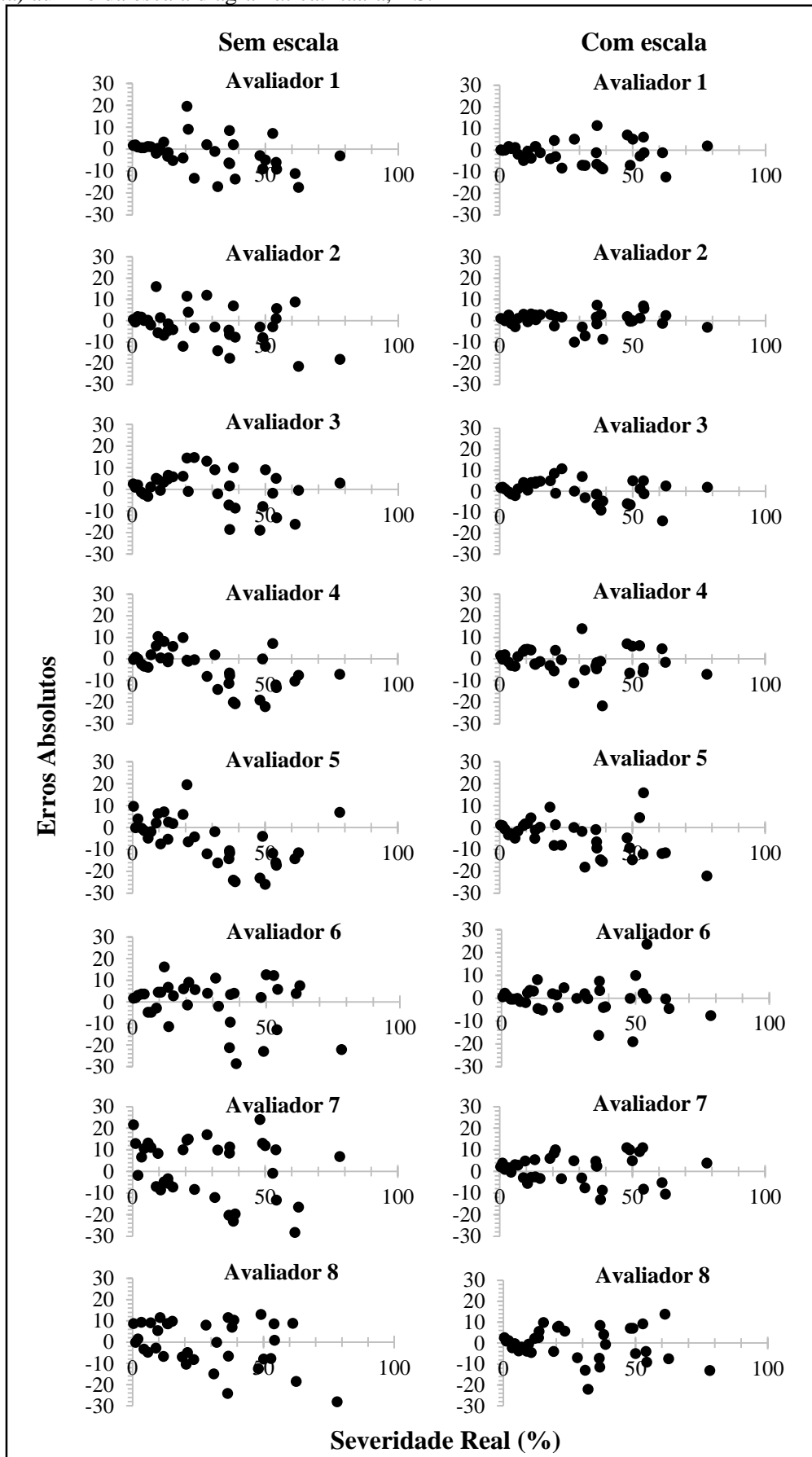
APÊNDICE A – Erros absolutos (diferença entre severidade real e severidade estimada) das avaliações de severidade de antracnose em nervuras de folhas de soja, de oito avaliadores, sem (esquerda) e com (direita) auxílio da escala diagramática. Itaara, RS.



APÊNDICE B – Erros absolutos (diferença entre severidade real e severidade estimada) das avaliações de severidade de antracnose em pecíolos de soja, de oito avaliadores, sem (esquerda) e com (direita) auxílio da escala diagramática. Itaara, RS.



APÊNDICE C – Erros absolutos (diferença entre severidade real e severidade estimada) das avaliações de severidade de antracnose em legumes de soja, de oito avaliadores, sem (esquerda) e com (direita) auxílio da escala diagramática. Itaara, RS.



ARTIGO 2

REAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA À *Colletotrichum truncatum*

RESUMO

A antracnose é uma doença de ocorrência generalizada em lavouras de soja no Brasil, e geralmente está associada ao fungo *Colletotrichum truncatum*, sendo suscetível a infecção em todos os estádios de desenvolvimento, elevando os riscos e custos de produção, podendo provocar perdas de rendimento de até 100%. O objetivo foi avaliar os parâmetros epidemiológicos relacionados a sensibilidade de 130 cultivares (sendo 24 com adaptação para o Cerrado e 106 para o Sul do Brasil) à *C. truncatum* e realizar uma análise de agrupamento, visando identificar grupos com similaridade a reação do patógeno. As plantas foram cultivadas em casa de vegetação, sem uso de fungicidas e inoculadas com esporos de *C. truncatum*. Os parâmetros estudados foram período de latência, severidade da antracnose em nervuras de folhas, pecíolos e legumes durante o ciclo, área abaixo da curva de progresso de antracnose (AACPA) e taxa de progresso. Os resultados foram submetidos a análise de variâncias, teste de comparação de médias e a um teste de componentes principais. Posteriormente as cultivares foram agrupadas em grupos de sensibilidade pelo algoritmo K-means. Nenhuma das cultivares apresentou resistência completa para *C. truncatum*, mas foi possível observar que há níveis de sensibilidades diferentes entre elas em todos os sintomas, e as cultivares que possuíram maiores severidades nas folhas refletiram em maiores severidades de antracnose em legumes. Na análise multivariada, a AACPA de nervuras, pecíolos e legumes, foram as variáveis que mais contribuíram para a discriminação dos componentes principais, proporcionando o agrupamento das cultivares pelo algoritmo de K-means em 5 grupos de sensibilidade. Estas informações indicam que a escolha das cultivares são uma boa estratégia para o manejo de *C. truncatum* na soja, e, associada ao manejo integrado deste patógeno, pode contribuir para diminuir a evolução inicial da doença e até mesmo ao longo do ciclo. As cultivares que apresentam período latente médio igual ou inferior a 10 dias após a inoculação foram as que apresentaram maiores níveis de severidades no ciclo e maiores AACPA. Relacionando as sensibilidades das cultivares e os seus respectivos grupos de maturidade relativa (GMR) houve uma ausência de correlação, não apresentando uma associação entre o ciclo das cultivares e a probabilidades de evolução e intensidade de *C. truncatum*.

Palavras-chave: *Glycine max* L. Antracnose. Resistência genética. Análise multivariada.

REACTION OF SOYBEAN CULTIVARS TO *Colletotrichum truncatum*

ABSTRACT

Anthracnose is a disease of widespread occurrence in soybean crops in Brazil, and is generally associated with the fungus *Colletotrichum truncatum*, being susceptible to infection at all stages of development, increasing the risks and costs of production, and can cause yield losses of up to 100%. The objective was to evaluate the epidemiological parameters related to the sensitivity of 130 cultivars (24 with adaptation for the Cerrado and 106 for the south of Brazil) to *C. truncatum* and perform a cluster analysis, aiming to identify groups with similarity to the pathogen reaction. The plants were grown in a greenhouse, without the use of fungicides and inoculated with spores of *C. truncatum*. The studied parameters were latency period, severity of anthracnose in leaf veins, petioles and vegetables during the cycle, area under the anthracnose progress curve (AACPA) and rate of progress. The results were subjected to analysis of variances, test of comparison of means and to a test of main components. Subsequently, the cultivars were grouped into sensitivity groups by the K-means algorithm. None of the cultivars showed complete resistance to *C. truncatum*, but it was possible to observe that there are different levels of sensitivity among them in all symptoms, and the cultivars that had higher severity in the leaves reflected higher severity of anthracnose in vegetables. In the multivariate analysis, the AACPA of ribs, petioles and vegetables, were the variables that most contributed to the discrimination of the main components, providing the grouping of cultivars by the K-means algorithm in 5 sensitivity groups. This information indicates that the choice of cultivars is a good strategy for the management of *C. truncatum* in soy, and, associated with the integrated management of this pathogen, can contribute to reduce the initial evolution of the disease and even throughout the cycle. Cultivars with an average latent period equal to or less than 10 days after inoculation were those with the highest levels of severity in the cycle and the highest AACPA. Relating the sensitivities of the cultivars and their respective groups of relative maturity (GMR) there was an absence of correlation, showing no association between the cycle of cultivars and the probabilities of evolution and intensity of *C. truncatum*.

Key-words: *Glycine max* L. Anthracnose. Genetic resistance. Multivariate analysis.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* [L.] Merrill) é uma cultura de destaque no Brasil e no mundo. Segundo dados da CONAB (2020), na safra 2019/2020 foram cultivados no Brasil cerca de 36,8 milhões de hectares com a cultura da soja, com uma produção total em torno de 120 milhões de toneladas. Em contrapartida, a constante busca por maiores produtividades na cultura da soja enfrenta diversos fatores limitantes, onde vários problemas fitossanitários causam reduções de rendimento a campo, com destaque para a ocorrência de doenças fúngicas (FRAC, 2019).

A antracnose é uma doença de ocorrência generalizada em lavouras de soja no Brasil, e geralmente está associada ao fungo *Colletotrichum truncatum* (Schwein.) Andrus & W.D. Moore (1935) que infecta mais de 150 espécies de plantas, porém, estudos mostram que outras espécies de *Colletotrichum* também podem estar associadas (DIAS, 2014; YANG et al., 2014; DIAS; PINHEIRO; CAFÉ-FILHO, 2016; BARBIERI et al., 2017; FARR; ROSSMAN, 2020). A soja é suscetível a infecção de *C. truncatum* em todos os estádios de desenvolvimento, elevando os riscos e custos de produção, e por isso é caracterizada como uma das principais doenças da cultura, podendo provocar perdas de rendimento de até 100%, sendo estas estimadas por alguns autores na ordem de 90 kg.ha⁻¹ a cada incremento de 1% de incidência (HARTMAN; SINCLAIR; RUPE, 1999; BALARDIN, 2002; REIS; REIS; CASA, 2012; DIAS; PINHEIRO; CAFÉ-FILHO, 2016).

As maiores perdas de rendimento são encontradas, quando há uma combinação de fatores e condições meteorológicas favoráveis para a ocorrência da doença. O patógeno *C. truncatum* é favorecido por temperaturas acima de 25°C, elevada umidade relativa, chuvas prolongadas e fortes, dias nublados, período de molhamento foliar superior a 24 horas, elevadas populações de plantas, deficiências nutricionais (em especial a potássio), uso de sementes infectadas, sucessão de cultivo de soja e a presença de inóculo na área (EMBRAPA, 2008). De acordo com Tikami (2020), *C. truncatum* pode sobreviver seguramente nos restos culturais por pelo menos 8 meses durante a entressafra, constituindo juntamente com hospedeiros alternativos e com sementes infectadas, o inóculo primário da antracnose, sendo geralmente estas últimas, o principal veículo de disseminação e introdução da doença em novas áreas de cultivo.

Deste modo, os sintomas da antracnose podem ser encontrados desde o início do ciclo, causando lesões em cotilédones e podendo induzir a morte de plântulas, e ao mesmo tempo, também pode ocorrer a chamada infecção latente, em que o patógeno infecta a planta, porém

os sintomas apenas são observados em estádios mais avançados (COSTA et al., 2009; DIAS, 2014; GODOY et. al., 2016). Uma vez estabelecida a doença, os conídios produzidos pelo patógeno constituem o inóculo secundário, que pode ser disseminado principalmente por respingos de chuva ou irrigação, sendo auxiliado pelo vento (YANG; HARTMAN, 2015). Desta forma, podem ser observadas manchas necróticas em caules, pecíolos, folhas (geralmente em nervuras), legumes, e que podem evoluir e induzir o “estrangulamento” de pecíolos e a queda prematura de folhas, aborto de legumes (apresentando-se retorcidos), abertura de legumes imaturos e apodrecimento, refletindo desta maneira diretamente na produtividade e qualidade de grãos (HARTMAN et al., 1999; SOUZA, 2009; REIS; REIS; CASA, 2012; DIAS, 2014; MARINHO et al., 2014; GODOY et. al., 2016; ROGÉRIO, et al., 2017).

O manejo integrado é a melhor estratégia para minimizar danos causados pela antracnose, onde práticas como a rotação de cultura, utilização de sementes livres de patógenos, cultivares com maior nível de resistência, populações de plantas adequadas, nutrição equilibrada, controle eficiente de plantas daninhas, tratamento de sementes e aplicação de fungicidas são recomendadas (DIAS, 2014). Atualmente, o controle químico é uma das principais ferramentas de controle da antracnose da soja, entretanto, o uso de forma isolada, tem se mostrado pouco eficiente para a supressão completa do patógeno, e os motivos podem estar relacionados a baixa sensibilidade do patógeno aos princípios ativos, a variabilidade das populações do patógeno ou com o período de infecção da planta, que geralmente ocorre antes das aplicações de fungicidas (DIAS, 2014; DIAS; PINHEIRO; CAFÉ-FILHO, 2016). Além disto, relatos de perdas de sensibilidade de espécies de *Colletotrichum*, incluindo *C. truncatum*, a fungicidas vem aumentando de forma preocupante (SOUZA, 2009; CALZADA et al., 2015; RAMDIAL; DE ABREU; RAMPERSAD, 2017; POTI et al., 2020).

Diante desta problemática, estudos sobre manejo de anti-resistência, assim como outras estratégias de controle da doença, se tornam necessárias e importantes, dando destaque para a utilização de cultivares com menores níveis de sensibilidade. Segundo Danielli; Reis, et al., (2016), a intensidade das doenças é muito afetada pelas cultivares e pelo ambiente, sendo que, os padrões de suscetibilidade entre cultivares mantêm-se mesmo em diferentes ambientes. Assim, o nível de sensibilidade de cada cultivar pode influenciar tanto no desenvolvimento e progresso de doenças, como na eficácia de fungicidas, sendo então, um fator muito importante a ser considerado na tomada de decisão para o uso de fungicidas e todo o manejo, visando o melhor controle de antracnose da soja, reduzindo também o impacto ambiental, menores custos e necessidade de insumos (COSTA et al., 2009; ALMEIDA et al., 2017).

A resistência genética tem sido investigada em diversos patossistemas e, alguns autores enfatizam que o emprego de cultivares resistentes é o ponto chave para o manejo integrado da antracnose na cultura da soja (COSTA et al., 2006; DIAS et al., 2014). Diante disto, a obtenção de informações e agrupamento de cultivares sobre os níveis de sensibilidade é o primeiro passo para um programa de controle mais preciso e eficiente (AZEVEDO et al., 2007; SANTOS et al., 2007). Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os parâmetros epidemiológicos relacionados a sensibilidade de cultivares de soja à *C. truncatum* e realizar uma análise de agrupamento, visando identificar grupos com similaridade, e que podem ser utilizados tanto para auxiliar em programas de melhoramento genético, como contribuir na escolha de fungicidas para programas de controle químico.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na estação experimental da Phytus Group, localizado em Itaara, Rio Grande do Sul, Brasil, no período de novembro de 2018 a março de 2019. Foram cultivadas ao total 130 cultivares de soja, sendo destas, 24 mais recomendadas e com adaptação para o Cerrado do Brasil (Anexo A), e 106 com adaptação para o Sul do Brasil (Anexo B), apresentando assim, uma amostragem genética representativa para o desenvolvimento do estudo.

Levando em conta que o patógeno *C. truncatum*, assim como outros do gênero *Colletotrichum*, geralmente entram na área das lavouras por sementes infectadas, e também com o objetivo de obter controle sobre o andamento do experimento e isolamento dos fatores, as sementes de todas as cultivares foram obtidas da mesma área de cultivo na safra anterior (Cerrado e Sul separadamente), onde todas tiveram o mesmo programa de aplicação de fungicidas visando o controle de doenças. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, onde cada planta de soja foi considerada uma repetição, sendo semeada em vasos de 3,6 L, preenchidos com uma mistura de solo, casca de arroz e substrato comercial em uma relação 2:1:1 respectivamente, utilizando uma adubação de 350 kg/ha de N-P-K da fórmula 4-23-18 e correção do solo com calcário. As plantas foram cultivadas em casa de vegetação previamente esterilizada, com o objetivo que as plantas permanecessem sem a presença de patógenos até o início das inoculações.

Para garantir a ocorrência de antracnose, não foram utilizados tratamentos fungicidas durante o ciclo, e as plantas foram inoculadas pela aspersão de esporos de um isolado de *C. truncatum*, proveniente de plantas infectadas, coletadas em lavouras comerciais de Bom Jesus,

PI, e preservadas na micoteca da Fitoagro e da Phytus Group. O fungo foi cultivado em BDA (Batata Dextrose Ágar) e após colonizado foi repicado para o meio de cultura de Mathur com o objetivo de produção de esporos (MATHUR et al., 1950). Para as inoculações, a produção de inóculo foi colocada em um liquidificador, sendo batida em água destilada, com a adição de 0,5% do espalhante adesivo Tween 80. A suspensão de inóculo foram calibradas em 5×10^5 esporos.mL⁻¹ com o auxílio de um hemocitômetro (câmara de Neubauer) e um microscópio óptico com ampliação de 100 vezes.

A partir disto, as plantas foram previamente irrigadas por aspersão, sendo então realizadas em sequência, as inoculações, com o auxílio de um pulverizador manual, no anoitecer do dia, para proporcionar condições de temperatura e umidade mais favoráveis para a infecção e também visando eliminar a exposição do inóculo aos raios solares. As plantas foram inoculadas até a cobertura completa, sendo evitado o escorrimento da suspensão do inóculo. Foram realizadas ao total 5 inoculações de *C. truncatum* durante o experimento, iniciando-se aos 20 dias após a emergência (DAE) das cultivares e com intervalos de 14 dias, proporcionando alta pressão do patógeno, com o objetivo de avaliar as diferentes sensibilidades.

As condições da casa de vegetação durante a condução do experimento foram automaticamente controladas, mantendo temperatura abaixo de 30°C, umidade relativa acima de 65% com nebulizações a cada 30 minutos por um período de 60 segundos e utilizando irrigação por aspersão, mantendo longos períodos de molhamento foliar principalmente após as inoculações, de modo a proporcionar condições favoráveis para o desenvolvimento do patógeno (CHONGO; BERNIER, 2000).

Após a primeira inoculação, as cultivares foram monitoradas diariamente, para a detecção dos primeiros sintomas de antracnose nos pecíolos e nas nervuras de folhas, buscando avaliar o período latente médio (PLM) (composto pela diferença em dias entre a data da inoculação e a confirmação dos primeiros sintomas). Após a detecção visual da antracnose em todas as cultivares, foram avaliações sequenciais de severidade (% de tecido infectado) para os sintomas em pecíolos e em nervuras de folhas, sendo realizadas 8 avaliações, estas aos 33, 40, 47, 58, 69, 80, 93 e 106 DAE para as cultivares indicadas para o Sul do Brasil, e aos 34, 41, 48, 59, 70, 81, 94 e 107 DAE para as cultivares indicadas para o Cerrado. Com a evolução da doença e surgimento dos primeiros sintomas em legumes, iniciaram-se também avaliações de severidade destes, sendo estas realizadas aos 63, 74, 85, 98 e 111 DAE para as cultivares do Sul e 64, 75, 86, 99 e 112 DAE para as cultivares do Cerrado. As avaliações de severidade de antracnose em nervuras de folhas, pecíolos e em legumes foram realizadas com base em escalas diagramáticas validadas propostas por Furlani, (2020 pré-submissão) disponíveis nos Anexo C,

Anexo D e Anexo E. As notas de severidade de antracnose para cada sintoma estudado permitiram a elaboração do cálculo da área abaixo da curva de progresso de antracnose (AACPA) em pecíolos (AACPAP), em legumes (AACPAL) e em nervuras de folhas (AACPAN), além do cálculo da taxa de progresso da doença (Tx), que seguindo conforme a metodologia de Campbell; Madden, (1990).

Inicialmente os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), bem como suas médias foram comparadas através do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Posteriormente, foi realizada a análise multivariada, onde o conjunto de variáveis de cada sintoma foi submetido a análise de componentes principais (CP) separadamente, identificando quais as variáveis de cada sintoma estudado que mais contribuíram para a variância das sensibilidades das cultivares ao patógeno (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). Com os escores relativos gerados de cada análise de CP, foi realizada a plotagem das cultivares em um sistema cartesiano espacial tridimensional, onde cada eixo (X, Y e Z) se referiu ao CP de cada sintoma estudado. A partir disto, e dando sequência a análise multivariada, realizou-se a análise de agrupamento através do método de algoritmo K-means, que possui o objetivo de encontrar a similaridade entre as cultivares, organizando-as em grupos homogêneos (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). A determinação do número ideal de grupos de sensibilidade foi conforme a metodologia proposta por Joshi; Nalwade (2013). As análises foram realizadas pelo pacote estatístico Genes Software (CRUZ, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As cultivares de soja utilizadas neste estudo apresentaram comportamentos diferentes à inoculação de *C. truncatum*, sendo dispostas na Tabela 1 e na Tabela 2, os resultados das principais variáveis estudadas para as 24 cultivares de soja com adaptação para o Cerrado, e para as 106 cultivares com adaptação para o Sul do Brasil, respectivamente.

Analisando primeiramente a variável período latente médio (PLM), composta pela diferença em dias entre a data da primeira inoculação e a confirmação dos primeiros sintomas, podemos verificar que, para as cultivares do Cerrado (Tabela 1) e para os sintomas de antracnose em nervuras em folhas, estes foram observados em média entre 9,75 dias (cultivares SYN 1585 IPRO e W 791 RR) a 12,75 dias (BMX ULTRA IPRO) após a inoculação, sendo a média geral de 10,74 dias. Os primeiros sintomas de antracnose em pecíolos para estas cultivares, foram confirmados entre 9,25 dias (cultivar SYN 1687 IPRO) e 12,75 dias (cultivar SYN 1366 IPRO), possuindo uma média de 10,39 dias até a visualização dos sintomas.

Tabela 1 – Período latente médio (PLM) para antracnose em nervuras e pecíolos, área abaixo da curva de progresso de antracnose em nervuras (AAPAN), pecíolos (AAPAP) e em legumes (AAPAL), e taxa de progresso (Tx) de *Colletotrichum truncatum* em 24 cultivares de soja com adaptação para o Cerrado do Brasil, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.

ID ⁽¹⁾	Cultivar	Nervuras				Pecíolos			Legumes								
		PLM ⁽²⁾	AACPAN ⁽³⁾	Tx ⁽⁴⁾	PLM	AACPAP ⁽³⁾	Tx	AACPAL ⁽³⁾	Tx								
1	AS 3680 IPRO	10,75	b ⁽⁵⁾	449,81	e	0,0530	a	10,25	c	352,16	g	0,0502	b	305,01	g	0,0270	e
2	TMG 1264 RR	10,75	b	630,41	a	0,0452	b	9,75	c	602,05	c	0,0478	b	671,60	b	0,0447	c
3	BG 4569 IPRO	10,25	b	399,34	g	0,0648	a	11,00	b	484,72	d	0,0573	a	454,22	e	0,0489	b
4	TEC 7022 IPRO	10,25	b	409,43	g	0,0605	a	9,75	c	689,04	b	0,0484	b	441,16	e	0,0473	b
5	BMX FOCO IPRO	10,75	b	309,20	j	0,0648	a	9,75	c	626,56	c	0,0593	a	317,71	g	0,0427	c
6	SYN 1366 IPRO	10,75	b	248,51	k	0,0598	a	12,75	a	346,02	g	0,0475	b	355,43	f	0,0389	d
7	BMX ULTRA IPRO	12,75	a	242,26	k	0,0625	a	10,50	c	296,38	g	0,0433	c	232,74	h	0,0365	d
8	CD 2728 IPRO	10,75	b	421,51	f	0,0571	a	9,75	c	642,33	c	0,0463	b	439,51	e	0,0465	b
9	BMX DESAFIO RR	10,00	b	587,10	b	0,0615	a	10,50	c	396,15	f	0,0470	b	724,08	a	0,0453	c
10	97R73 RR	11,00	b	291,06	j	0,0585	a	10,50	c	398,61	f	0,0423	c	532,81	d	0,0476	b
11	W 791 RR	9,75	b	489,44	d	0,0433	b	11,00	b	340,63	g	0,0410	c	550,17	d	0,0470	b
12	M 7739 IPRO	10,50	b	303,74	j	0,0622	a	11,25	b	514,36	d	0,0464	b	634,56	c	0,0610	a
13	NS 7901 RR	10,75	b	324,03	i	0,0583	a	11,00	b	621,68	c	0,0426	c	360,91	f	0,0445	c
14	BMX BÔNUS	10,75	b	363,55	h	0,0681	a	9,75	c	594,41	c	0,0419	c	439,90	e	0,0470	b
15	BMX CERTA IPRO	10,00	b	541,71	c	0,0410	b	9,75	c	617,77	c	0,0508	b	709,83	a	0,0477	b
16	TMG 1180 RR	12,00	a	263,96	k	0,0598	a	11,50	b	348,20	g	0,0365	c	360,34	f	0,0406	d
17	TMG 2181 IPRO	10,25	b	372,21	h	0,0607	a	10,25	c	680,71	b	0,0430	c	464,63	e	0,0498	b
18	M 8210 IPRO	10,25	b	469,05	d	0,0552	a	9,50	c	785,40	a	0,0491	b	647,54	c	0,0461	b
19	BRS 8280 RR	10,00	b	437,16	f	0,0542	a	10,00	c	419,86	e	0,0462	b	631,05	c	0,0477	b
20	M 8349 IPRO	10,50	b	369,40	h	0,0602	a	10,50	c	559,17	c	0,0485	b	440,53	e	0,0471	b
21	M 8372 IPRO	11,50	a	294,06	j	0,0638	a	10,75	b	754,31	a	0,0416	c	304,04	g	0,0425	c
22	SYN 1585 IPRO	9,75	b	475,10	d	0,0538	a	10,00	c	737,43	a	0,0479	b	675,84	b	0,0472	b
23	SYN 1687 IPRO	11,50	a	250,18	k	0,0608	a	9,25	c	751,61	a	0,0452	c	444,07	e	0,0422	c
24	M 9144 RR	12,25	a	275,52	j	0,0571	a	10,50	c	462,41	e	0,0399	c	471,66	e	0,0465	b
	Média	10,74		384,07		0,0577		10,39		542,58		0,0462		483,72		0,0451	
	C.V. (%)	8,44		4,45		15,50		8,48		7,10		8,51		5,73		6,72	

⁽¹⁾Identificação da cultivar; ⁽²⁾Período latente médio; ⁽³⁾Área abaixo da curva de progresso de antracnose em nervuras (AAPAN), pecíolos (AAPAP) e legumes (AAPAL); ⁽⁴⁾Taxa de progresso; ⁽⁵⁾Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para $p < 5\%$.

Tabela 2 – Período latente médio (PLM) para antracnose em nervuras e pecíolos, área abaixo da curva de progresso de antracnose em nervuras (AAPAN), pecíolos (AAPAP) e em legumes (AAPAL), e taxa de progresso (Tx) de *Colletotrichum truncatum* em 106 cultivares de soja com adaptação para o Sul do Brasil, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.

(continua)

ID ⁽¹⁾	Cultivar	Nervuras				Pecíolos				Legumes							
		PLM ⁽²⁾		AAPAN ⁽³⁾		PLM		AAPAP ⁽³⁾		AAPAL ⁽³⁾		Tx					
1	NS 4309 IPRO	11,25	a ⁽⁵⁾	298,69	i	0,0586	a	13,50	a	354,64	p	0,0482	b	382,17	i	0,0312	f
2	S 4823 RR	10,50	b	499,44	c	0,0529	a	10,25	d	656,05	g	0,0457	c	596,53	c	0,0476	c
3	AMS TIBAGI RR	10,25	b	423,78	e	0,0642	a	10,00	d	784,61	d	0,0468	b	517,42	e	0,0404	d
4	BMX VELOZ RR	10,75	a	383,46	f	0,0641	a	11,25	c	459,12	m	0,0475	b	433,21	h	0,0382	d
5	NS 5000 IPRO	10,00	b	381,61	f	0,0553	a	11,75	c	402,14	o	0,0402	d	394,13	i	0,0372	d
6	BMX RAI0 IPRO	11,50	a	280,23	i	0,0543	a	11,00	c	399,33	o	0,0404	d	349,89	j	0,0348	e
7	ICS 1032 RR	11,00	a	283,90	i	0,0550	a	10,25	d	660,44	g	0,0430	c	328,54	j	0,0341	e
8	NS 5258 RR	9,75	b	504,44	c	0,0529	a	11,25	c	389,45	o	0,0403	d	535,43	e	0,0481	c
9	NS 5106 IPRO	10,75	a	316,13	h	0,0593	a	10,50	d	431,16	n	0,0472	b	334,32	j	0,0300	f
10	NS 5160 IPRO	10,00	b	532,25	b	0,0530	a	10,25	d	374,80	p	0,0396	d	629,78	b	0,0528	b
11	FTR 4153 IPRO	10,50	b	453,01	d	0,0457	b	10,50	d	474,62	m	0,0436	c	516,89	e	0,0507	b
12	NS 5445 IPRO	10,25	b	502,81	c	0,0459	b	11,00	c	586,54	i	0,0460	c	530,31	e	0,0414	d
13	ROTA 54 IPRO	10,75	a	535,80	b	0,0727	a	11,50	c	464,86	m	0,0449	c	594,05	c	0,0455	c
14	DM 53i54 IPRO	10,50	b	394,99	f	0,0572	a	10,75	c	623,09	h	0,0414	d	394,70	i	0,0446	c
15	BMX ZEUS IPRO	10,25	b	352,84	g	0,0584	a	10,00	d	511,21	k	0,0450	c	327,38	j	0,0372	d
16	95R51 RR	9,75	b	440,70	e	0,0579	a	10,00	d	476,05	m	0,0467	b	335,75	j	0,0393	d
17	BMX ELITE IPRO	10,50	b	528,41	b	0,0615	a	9,75	e	471,79	m	0,0405	d	486,38	f	0,0445	c
18	95Y52	11,00	a	317,06	h	0,0565	a	11,00	c	504,27	l	0,0449	c	298,24	k	0,0296	f
19	SYN 13561 IPRO	10,25	b	395,49	f	0,0512	b	9,50	e	728,57	e	0,0421	c	387,95	i	0,0417	d
20	BMX ATIVA RR	10,00	b	278,83	i	0,0523	b	11,50	c	384,93	p	0,0422	c	289,73	k	0,0282	f
21	BRS 5601 RR	10,75	a	459,49	d	0,0537	a	10,75	c	554,30	j	0,0475	b	545,39	d	0,0383	d
22	CZ 15B64 IPRO	10,25	b	282,59	i	0,0595	a	11,25	c	586,73	i	0,0512	a	302,33	k	0,0341	e
23	NS 5727 IPRO	10,50	b	485,86	d	0,0587	a	10,50	d	482,06	m	0,0449	c	495,91	f	0,0458	c
24	95Y72 RR	11,25	a	335,02	h	0,0582	a	10,75	c	492,57	l	0,0434	c	340,36	j	0,0359	e
25	M 5705 IPRO	11,00	a	271,51	i	0,0567	a	10,25	d	619,03	h	0,0404	d	327,74	j	0,0404	d
26	AS 3575 IPRO	10,75	a	388,77	f	0,0523	b	12,25	b	489,78	l	0,0473	b	346,33	j	0,0337	e
27	AS 3570 IPRO	10,25	b	290,39	i	0,0536	a	10,50	d	435,30	n	0,0441	c	206,19	l	0,0389	d
28	DM 57i52 IPRO	10,50	b	466,79	d	0,0576	a	10,75	c	494,72	l	0,0435	c	493,94	f	0,0404	d
29	SYN 1257 RR	10,25	b	350,32	g	0,0474	b	10,00	d	812,95	c	0,0438	c	389,63	i	0,0342	e
30	FTR 2155 RR	11,00	a	352,73	g	0,0608	a	10,75	c	541,73	j	0,0460	c	351,86	j	0,0393	d
31	M 5892 IPRO	10,50	b	351,14	g	0,0575	a	12,00	b	548,33	j	0,0430	c	345,53	j	0,0393	d
32	FPS ATALANTA IPRO	11,25	a	329,78	h	0,0618	a	11,50	c	441,34	n	0,0458	c	311,68	k	0,0325	e
33	DM 5958 IPRO	10,25	b	469,93	d	0,0552	a	10,50	d	553,86	j	0,0423	c	518,71	e	0,0420	d

(continuação)

34	BMX LANÇA IPRO	10,25	b	440,83	e	0,0541	a	10,25	d	483,45	m	0,0462	b	455,37	g	0,0405	d
35	TMG 2158 IPRO	10,25	b	434,67	e	0,0475	b	9,25	e	711,10	f	0,0513	a	321,09	j	0,0360	e
36	SYN 1059 RR	11,25	a	313,17	h	0,0604	a	9,50	e	602,21	h	0,0482	b	342,89	j	0,0405	d
37	BMX ALVO RR	10,50	b	350,58	g	0,0511	b	9,75	e	553,49	j	0,0458	c	335,39	j	0,0379	d
38	NS 5959 IPRO	10,50	b	315,18	h	0,0589	a	11,00	c	375,76	p	0,0556	a	317,77	j	0,0337	e
39	M 5970 IPRO	11,50	a	298,80	i	0,0544	a	9,50	e	568,86	i	0,0473	b	373,53	i	0,0315	f
40	M 5947 IPRO	11,50	a	398,41	f	0,0582	a	10,00	d	461,81	m	0,0494	b	331,99	j	0,0344	e
41	ICS 1532 RR	10,00	b	505,41	c	0,0618	a	11,00	c	385,49	p	0,0450	c	643,40	b	0,0494	c
42	TMG 7161 RR INOX	9,75	b	516,87	c	0,0581	a	9,25	e	849,89	b	0,0448	c	474,73	f	0,0443	c
43	BMX DELTA IPRO	10,50	b	391,51	f	0,0506	b	10,75	c	623,92	h	0,0493	b	292,72	k	0,0268	f
44	CZ 15B92 IPRO	10,50	b	420,72	e	0,0419	b	10,50	d	537,64	k	0,0465	b	454,48	g	0,0440	c
45	NS 6006 IPRO	11,00	a	460,83	d	0,0538	a	9,25	e	809,17	c	0,0536	a	555,88	d	0,0418	d
46	TMG 7060 IPRO INOX	10,50	b	439,17	e	0,0546	a	10,50	d	525,23	k	0,0490	b	519,13	e	0,0536	b
47	PRODUZA IPRO INOX	11,25	a	331,56	h	0,0539	a	11,00	c	455,70	m	0,0525	a	347,20	j	0,0384	d
48	FCEP 55 RR	10,25	b	391,00	f	0,0519	b	10,25	d	571,94	i	0,0455	c	419,70	h	0,0437	c
49	FTR 4160 IPRO	11,00	a	409,22	e	0,0551	a	9,75	e	572,50	i	0,0402	d	339,03	j	0,0347	e
50	NS 6060 IPRO	10,50	b	397,99	f	0,0574	a	10,25	d	420,43	o	0,0452	c	443,85	g	0,0432	c
51	BMX VANGUARDA IPRO	11,25	a	285,05	i	0,0576	a	10,50	d	442,69	n	0,0435	c	328,22	j	0,0374	d
52	DM 61I59 IPRO	10,50	b	419,80	e	0,0535	a	10,50	d	456,89	m	0,0398	d	227,41	l	0,0421	d
53	AS 3610 IPRO	11,75	a	353,16	g	0,0600	a	9,25	e	571,77	i	0,0482	b	321,06	j	0,0366	d
54	TEC 5936 IPRO	10,50	b	286,50	i	0,0596	a	10,50	d	433,01	n	0,0360	d	369,39	i	0,0423	d
55	TMG 7262 IPRO INOX	11,25	a	384,95	f	0,0613	a	11,25	c	549,78	j	0,0545	a	473,59	f	0,0485	c
56	NS 6211 RR	11,00	a	313,55	h	0,0607	a	10,25	d	442,66	n	0,0468	b	322,73	j	0,0327	e
57	NS 6209 RR	11,50	a	337,34	g	0,0615	a	9,75	e	421,30	o	0,0450	c	344,38	j	0,0392	d
58	GMX CANCHEIRO RR	11,00	a	318,25	h	0,0582	a	10,25	d	401,06	o	0,0454	c	388,19	i	0,0468	c
59	NA 5909 RG	11,00	a	395,11	f	0,0652	a	10,50	d	442,18	n	0,0445	c	289,73	k	0,0386	d
60	TMG 7062 IPRO INOX	10,75	a	373,74	f	0,0562	a	10,75	c	467,68	m	0,0487	b	495,02	f	0,0426	d
61	BMX TORNADO RR	11,25	a	333,18	h	0,0614	a	10,25	d	480,38	m	0,0451	c	417,81	h	0,0449	c
62	M 6210 IPRO	10,50	b	280,64	i	0,0548	a	10,75	c	477,92	m	0,0451	c	323,75	j	0,0377	d
63	FPS URANO RR	11,00	a	452,12	d	0,0537	a	9,00	e	735,17	e	0,0427	c	461,74	g	0,0443	c
64	ICS 1332 RR	10,25	b	324,73	h	0,0544	a	10,50	d	377,61	p	0,0498	b	629,63	b	0,0533	b
65	BRS 6203 RR	11,75	a	350,32	g	0,0558	a	10,50	d	432,91	n	0,0437	c	415,62	h	0,0407	d
66	DM 6563 RSF IPRO	10,00	b	451,60	d	0,0493	b	11,50	c	514,25	k	0,0485	b	532,98	e	0,0502	b
67	FPS SOLAR IPRO	10,75	a	271,58	i	0,0556	a	10,00	d	572,31	i	0,0482	b	180,20	m	0,0454	c
68	TMG 7363 RR INOX	10,25	b	423,58	e	0,0642	a	9,25	e	654,39	g	0,0452	c	493,85	f	0,0487	c
69	LG 60163 IPRO INOX	10,75	a	283,04	i	0,0595	a	9,50	e	497,35	l	0,0458	c	340,50	j	0,0383	d
70	BMX GARRA IPRO	10,25	b	358,06	g	0,0582	a	9,75	e	570,05	i	0,0454	c	560,96	d	0,0492	c
71	TMG 7063 IPRO INOX	9,50	b	471,46	d	0,0594	a	10,25	d	515,46	k	0,0499	b	543,33	d	0,0519	b
72	SYN 1263 RR	9,50	b	501,97	c	0,0461	b	11,75	c	406,90	o	0,0446	c	660,23	b	0,0556	b

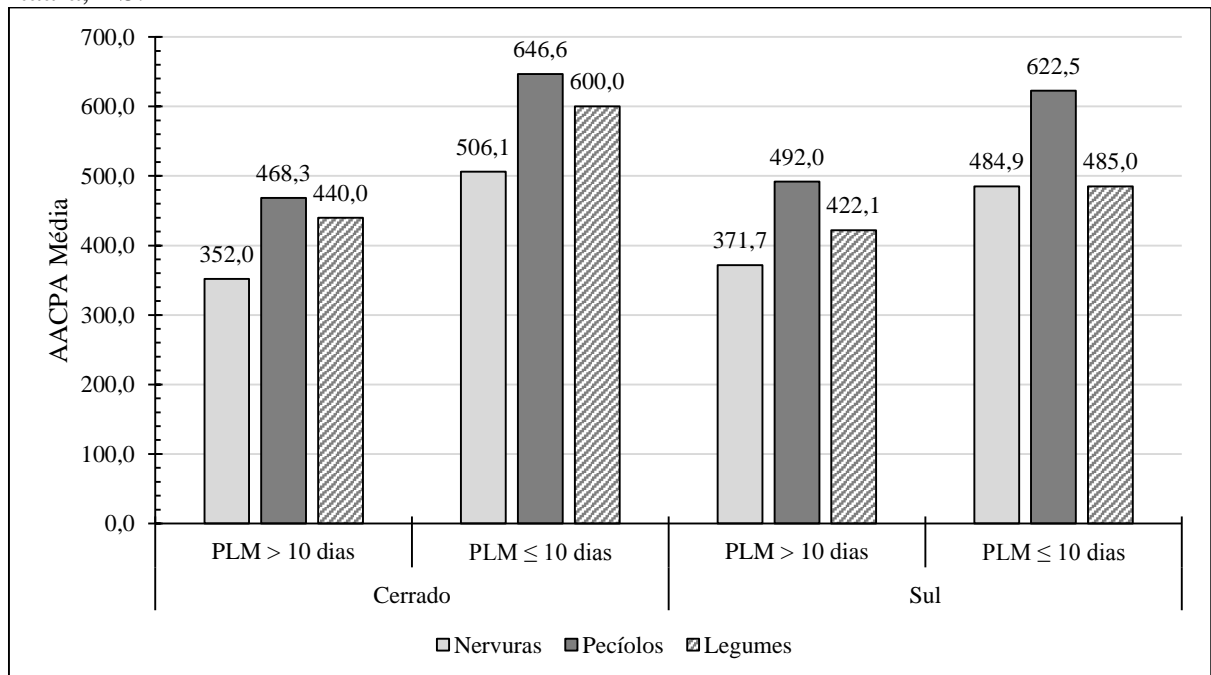
													(conclusão)				
73	CZ 16B39 LL	11,00	a	358,52	g	0,0563	a	10,00	d	432,39	n	0,0460	c	480,96	f	0,0502	b
74	AFS 110	11,00	a	321,47	h	0,0497	b	10,00	d	454,04	m	0,0470	b	330,25	j	0,0457	c
75	NS 6909 IPRO	10,75	a	427,80	e	0,0587	a	10,25	d	622,91	h	0,0450	c	471,21	f	0,0397	d
76	PRE 6336 RR	9,50	b	647,76	a	0,0553	a	9,25	e	889,42	a	0,0482	b	764,55	a	0,0510	b
77	GMX XIRU RR	11,50	a	351,83	g	0,0588	a	10,25	d	650,76	g	0,0452	c	390,21	i	0,0457	c
78	M 6410 IPRO	10,00	b	393,01	f	0,0507	b	10,00	d	567,16	i	0,0429	c	475,71	f	0,0511	b
79	BS 2640 RR	10,25	b	496,30	c	0,0445	b	10,25	d	572,67	i	0,0425	c	538,82	d	0,0461	c
80	CD 235 RR	9,75	b	433,38	e	0,0419	b	10,50	d	530,07	k	0,0369	d	342,06	j	0,0489	c
81	CD 233 RR	10,00	b	535,66	b	0,0493	b	10,00	d	803,39	c	0,0449	c	519,06	e	0,0499	b
82	CZ 26B42 IPRO	10,50	b	478,39	d	0,0541	a	10,25	d	754,12	e	0,0389	d	492,39	f	0,0499	b
83	BMX FIBRA IPRO	10,25	b	293,74	i	0,0566	a	10,75	c	519,53	k	0,0428	c	454,59	g	0,0455	c
84	NS 6535 IPRO	11,00	a	353,04	g	0,0530	a	9,50	e	691,14	f	0,0427	c	273,34	k	0,0522	b
85	NS 6828 IPRO	11,00	a	358,14	g	0,0464	b	10,75	c	576,72	i	0,0458	c	289,29	k	0,0464	c
86	BMX COMPACTA IPRO	10,75	a	312,67	h	0,0590	a	11,00	c	448,38	n	0,0492	b	472,51	f	0,0465	c
87	NS 6601 IPRO	11,00	a	351,11	g	0,0605	a	10,00	d	614,25	h	0,0465	b	509,87	e	0,0447	c
88	BMX PONTA IPRO	10,75	a	332,29	h	0,0551	a	10,50	d	528,95	k	0,0463	b	568,52	d	0,0525	b
89	DM 66I68 IPRO	11,75	a	283,05	i	0,0607	a	11,00	c	417,15	o	0,0465	b	464,59	g	0,0478	c
90	BMX POTENCIA RR	10,25	b	385,88	f	0,0607	a	11,50	c	482,36	m	0,0456	c	589,50	c	0,0507	b
91	BMX VALENTE RR	10,50	b	372,13	f	0,0467	b	9,50	e	623,30	h	0,0485	b	420,36	h	0,0454	c
92	NS 6823 RR	11,00	a	377,54	f	0,0455	b	10,50	d	463,24	m	0,0480	b	306,57	k	0,0544	b
93	TMG 7067 IPRO INOX	10,25	b	339,97	g	0,0612	a	10,00	d	531,64	k	0,0455	c	511,65	e	0,0503	b
94	NS 7000 IPRO	11,25	a	415,35	e	0,0472	b	13,25	a	362,07	p	0,0554	a	462,29	g	0,0478	c
95	BMX ICONE IPRO	10,00	b	653,55	a	0,0455	b	10,00	d	534,17	k	0,0487	b	797,94	a	0,0521	b
96	RK 6813 RR	9,50	b	502,01	c	0,0461	b	10,50	d	515,89	k	0,0511	a	653,88	b	0,0437	c
97	CD 2694 IPRO	10,75	a	467,68	d	0,0440	b	10,50	d	392,08	o	0,0454	c	605,09	c	0,0558	b
98	96Y90	10,25	b	451,44	d	0,0413	b	9,75	e	830,03	c	0,0446	c	532,02	e	0,0514	b
99	NS 6906 IPRO	10,50	b	408,55	e	0,0442	b	10,75	c	357,12	p	0,0398	d	454,00	g	0,0468	c
100	GMX REDOMÃO RR	10,50	b	385,05	f	0,0506	b	10,50	d	401,97	o	0,0462	b	420,68	h	0,0414	d
101	NS 6700 IPRO	10,75	a	277,96	i	0,0568	a	10,25	d	460,83	m	0,0424	c	325,32	j	0,0605	a
102	BRS 246 RR	9,75	b	459,27	d	0,0441	b	9,50	e	607,05	h	0,0455	c	551,24	d	0,0548	b
103	NS 7300 IPRO	10,50	b	411,55	e	0,0540	a	10,50	d	548,59	j	0,0465	b	521,74	e	0,0474	c
104	SYN 13671 IPRO	10,75	a	319,77	h	0,0571	a	10,50	d	461,08	m	0,0468	b	445,95	g	0,0433	c
105	FCEP 59 RR	10,75	a	288,18	i	0,0541	a	9,75	e	651,03	g	0,0496	b	292,55	k	0,0625	a
106	TEC 7849 IPRO	12,50	a	322,76	h	0,0618	a	10,25	d	580,24	i	0,0474	b	275,09	k	0,0485	c
Média		10,62		389,53		0,0549		10,44		532,44		0,0456		431,42		0,0434	
C.V. (%)		8,36		5,2952		14,46		7,37		4,34		7,50		5,67		8,81	

⁽¹⁾Identificação da cultivar; ⁽²⁾Período latente médio; ⁽³⁾Área abaixo da curva de progresso de antracnose em nervuras (AACPAN), pecíolos (AACPA) e legumes (AACPAL); ⁽⁴⁾Taxa de progresso; ⁽⁵⁾Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para $p < 5\%$.

Em relação as cultivares do Sul (Tabela 2), para a antracnose em nervuras, o PLM variou entre 9,50 dias (TMG 7063 IPRO INOX, SYN 1263 RR, PRE 6336 RR e RK 6813 RR) e 12,50 dias (TEC 7849 IPRO), sendo a média de 10,62 dias. Já para os primeiros sintomas de antracnose em pecíolos serem observados após as inoculações para das cultivares do Sul, levaram-se em média 10,44 dias, variando entre 9 dias (FPS URANO RR) a 13,50 dias (NS 4309 IPRO). De maneira geral, a partir da inoculação de *C. truncatum* em toda a planta, os primeiros sintomas observados foram nos pecíolos e em seguida nas nervuras das folhas. Os valores de PLM obtidos, assemelham-se aos encontrados em estudos de Marcelino et al., (2018), onde foram detectados e avaliados os primeiros sintomas de *C. truncatum* aos 10 dias após as inoculações.

A partir disto, realizando uma relação entre os valores de PLM obtidos e a área abaixo da curva de progresso de antracnose (AACPA) (Gráfico 1), constatou-se que as cultivares que apresentaram PLM médio inferior ou igual a 10 dias apresentaram evolução maior da doença durante o ciclo. Em contrapartida, as cultivares que demoraram mais tempo para apresentar os primeiros sintomas (maior que 10 dias), tiveram menores níveis de doença.

Gráfico 1 – Relação entre PLM (período latente médio) e AACPA (área abaixo da curva de progresso de antracnose) média em nervuras em folhas, pecíolos e legumes para as cultivares com recomendações para o Sul e Cerrado, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.

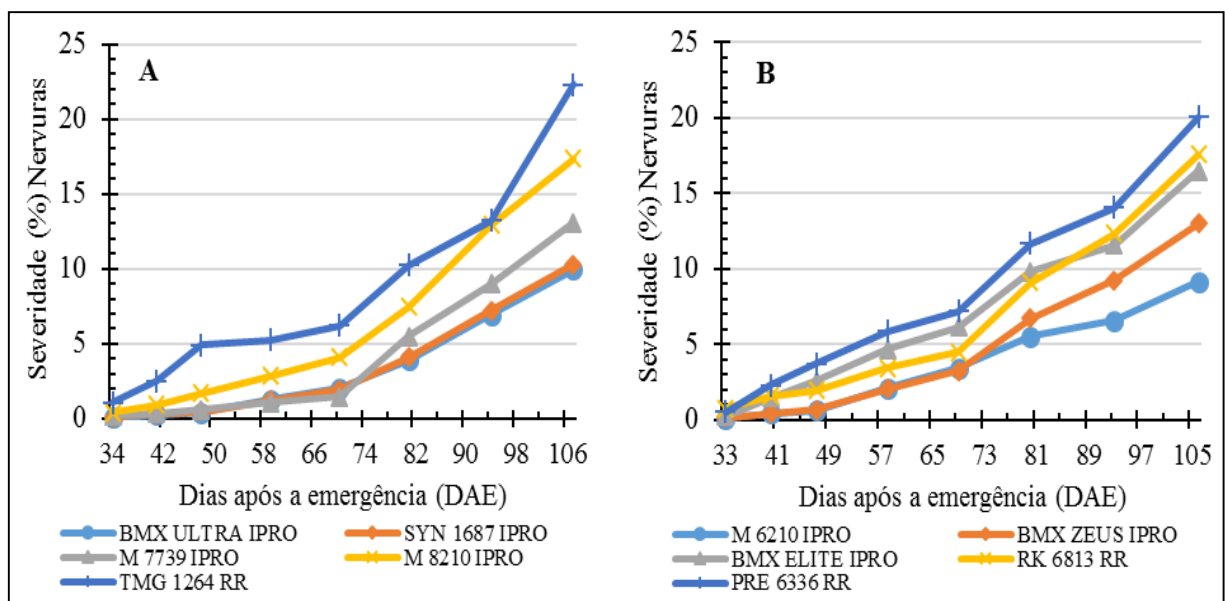


Fonte: Próprio autor.

Estes resultados foram encontrados para cultivares do Sul e do Cerrado, e também na relação entre o PLM tanto com a área abaixo da curva de progresso de antracnose média em nervuras (AACPAN), como em pecíolos (AACPA). Além disto, na média, as cultivares com menor PLM em nervuras e em pecíolos, também resultaram maiores valores de AACPA em legumes (AACPAL). Isto indica que, quando uma cultivar apresenta um menor período latente, este inóculo inicial proporciona uma evolução mais rápida e uma maior quantidade de inóculo para os ciclos subsequentes, mesmo que esta diferença seja de poucos dias, corroborando com estudos de Chongo; Bernier, (2000), Martins et al., (2007) e Walker et al., (2014).

Durante a condução do experimento, foram realizadas 8 avaliações de severidade (% de tecido foliar infectado) para antracnose em nervuras de folhas e em pecíolos. Logo nas primeiras avaliações já foi possível identificar diferenças na sensibilidade das cultivares, onde distinções nas severidades foram encontradas, tanto para cultivares do Sul como do Cerrado (Gráfico 2a-2b)(Gráfico 3a-3b). De acordo com diversos trabalhos, as informações sobre severidade inicial de doenças são importantes pois podem interferir diretamente no controle químico, uma vez que as cultivares que se mostrarem mais suscetíveis ao estabelecimento inicial dos patógenos e apresenta-los de forma significativa nesta etapa do desenvolvimento, poderão ter a eficácia do programa de fungicida reduzida (GARCÉS-FIALLOS; FORCELINI, 2013; NAVARINI et al., 2007).

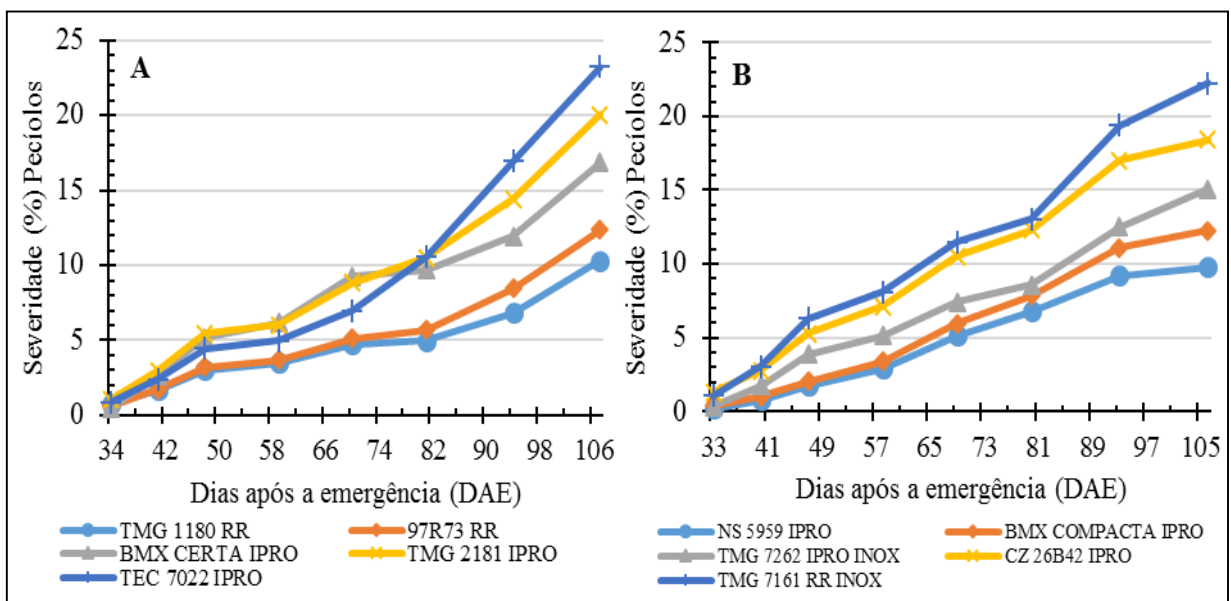
Gráfico 2 – Diferenças na evolução da severidade de antracnose em nervuras de folhas de 5 cultivares de soja do Cerrado (A) e 5 cultivares do Sul (B), sob condições de inoculação de *C. truncatum* em casa de vegetação. Itaara, RS.



Fonte: Próprio autor.

Com o passar das inoculações, a evolução da doença foi progressiva, e com o avanço do ciclo das plantas, as diferenças entre as cultivares foram se intensificando (Gráfico 2a-2b) (Gráfico 3a-3b), assim como trabalhos de Barros, (2008). As cultivares que se destacaram por apresentar elevados índices de severidade para antracnose em nervuras foram TMG 1264 RR, BMX DESAFIO RR e BMX CERTA para as cultivares do Cerrado, PRE 6336 RR e BMX ÍCONE IPRO para as cultivares do Sul, atingindo valores próximos a 20%. Já em relação aos níveis de severidade para antracnose em pecíolos, os maiores índices foram encontrados nas cultivares do Cerrado TEC 7022 IPRO, M 8210 IPRO, TMG 1264 RR e SYN 1687 IPRO, e do Sul PRE 6336 RR, MAS TIBAGI RR e TMG 7161 RR INOX, sendo estes valores próximos a 22% de severidade.

Gráfico 3 – Diferenças na evolução da severidade de antracnose em pecíolos de 5 cultivares de soja do Cerrado (A) e 5 cultivares do Sul (B), sob condições de inoculação de *C. truncatum* em casa de vegetação. Itaara, RS.

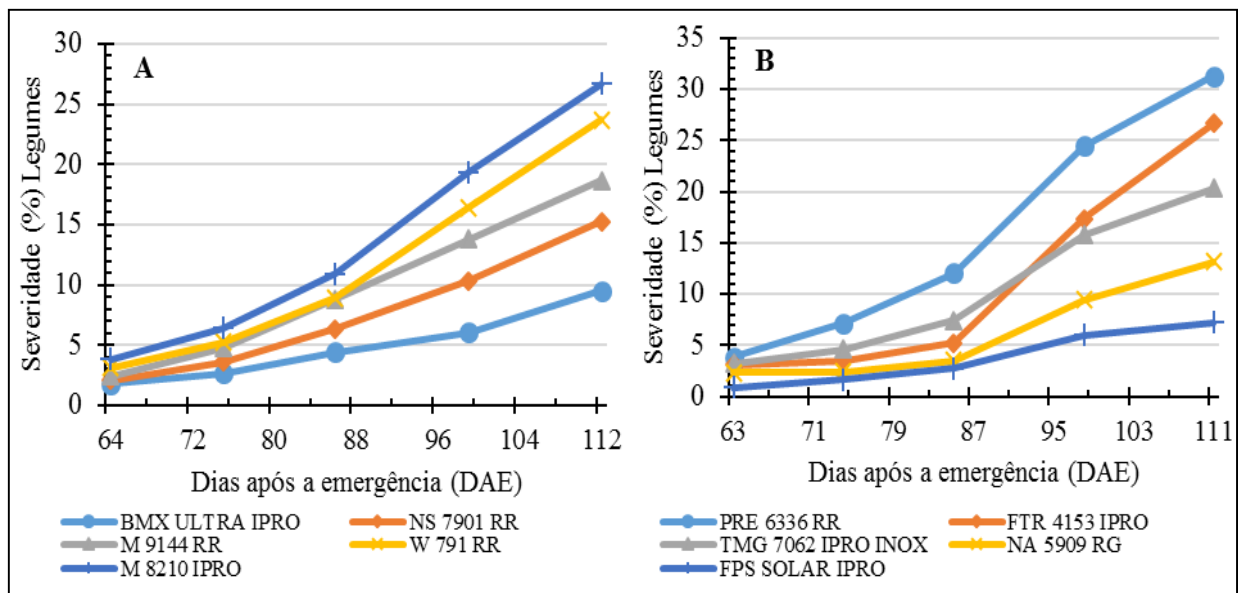


Fonte: Próprio autor.

A partir da evolução da doença em nervuras e em pecíolos, e com a repetição de inoculações, os primeiros sintomas em legumes puderam ser observados desde o início de sua formação, ocorrendo também inclusive aborto de legumes (apresentando-se retorcidos), caracterizando-se como o nível de 100% de severidade conforme a escala de diagramática utilizada. Foram realizadas 5 avaliações de severidade em legumes, sendo observadas variações entre as cultivares, ocorrendo índices de severidades finais menores que 10%, assim como maiores de 25% (Gráfico 4a-4b). Algumas cultivares se destacaram por apresentar severidades

elevadas, acima de 25%, como por exemplo as cultivares do Cerrado M 8210 IPRO, TMG 1264 RR, BMX DESAFIO RR, BMX CERTA IPRO, M 7739 IPRO e SYN 1585 IPRO, e por exemplo as cultivares do Sul NS 5160 IPRO, ROTA 54 IPRO, ICS 1532 RR, SYN 1263 RR, PRE 6336 RR, BMX ÍCONE IPRO, RK 6813 RR e FTR 4153 IPRO.

Gráfico 4 – Diferenças na evolução da severidade de antracnose em legumes de 5 cultivares de soja do Cerrado (A) e 5 cultivares do Sul (B), sob condições de inoculação de *C. truncatum* em casa de vegetação. Itaara, RS.



Fonte: Próprio autor.

A área abaixo da curva de progresso de antracnose (AACPA) pode ser considerada como uma representação da intensidade da doença ao longo do ciclo da cultura através das severidades obtidas nas avaliações. Analisando os resultados da AACPA em nervuras de folhas (AACPAN), o maior valor do Cerrado (Tabela 1) foi para a cultivar TMG 1264 RR, obtendo 630,41, e os menores valores para as cultivares BMX ULTRA IPRO (242,26), SYN 1366 IPRO (248,51), SYN 1687 IPRO (250,18) e TMG 1180 RR (242,26). Já para as cultivares do Sul (Tabela 2), os maiores valores foram para as cultivares PRE 6336 RR e BMX ÍCONE IPRO, com 647,76 e 653,55, nesta ordem, destacando-as como as cultivares mais sensíveis e também como as que tiveram os maiores índices de severidades finais para este sintoma de antracnose analisado, como visto anteriormente. As cultivares do Sul menos sensíveis a este sintoma foram as cultivares M 5705 IPRO (271,51), NS 6700 IPRO (277,96), BMX ATIVA RR (278,85), BMX RAI0 IPRO (280,25), M 6210 IPRO (280,64), CZ 15B64 IPRO (282,59), DM 66I68 IPRO (283,05), ICS 1032 RR (283,90), BMX VANGUARDA IPRO (285,05), TEC 5936 IPRO

(286,50), FCEP 59 RR (288,18), AS 3570 IPRO (290,39), BMX FIBRA IPRO (293,74), NS 4309 IPRO (298,69) e M 5970 IPRO (298,80).

Em relação a área abaixo da curva de progresso de antracnose em pecíolos (AACPAP), as cultivares mais sensíveis para o Cerrado (Tabela 1) foram M 8210 IPRO (785,40), M 8372 IPRO (754,31), SYN 1687 IPRO (751,61) e SYN 1585 IPRO (737,43), enquanto que, as menos sensíveis foram BMX ULTRA IPRO (296,38), W 791 RR (340,63), SYN 1366 IPRO (346,02), TMG 1180 RR (348,20) e AS 3680 IPRO (352,16). Em relação aos genótipos do Sul (Tabela 2), a cultivar que apresentou o maior valor AACPAP foi a cultivar PRE 6336 RR com 889,42, enquanto que, os menores valores e cultivares menos sensíveis foram NS 4309 IPRO (354,64), NS 6906 IPRO (357,12), NS 7000 IPRO (362,07), NS 5160 IPRO (374,80), NS 5959 IPRO (375,76), ICS 1332 RR (377,61), BMX ATIVA RR (384,93) e ICS 1532 RR (385,49).

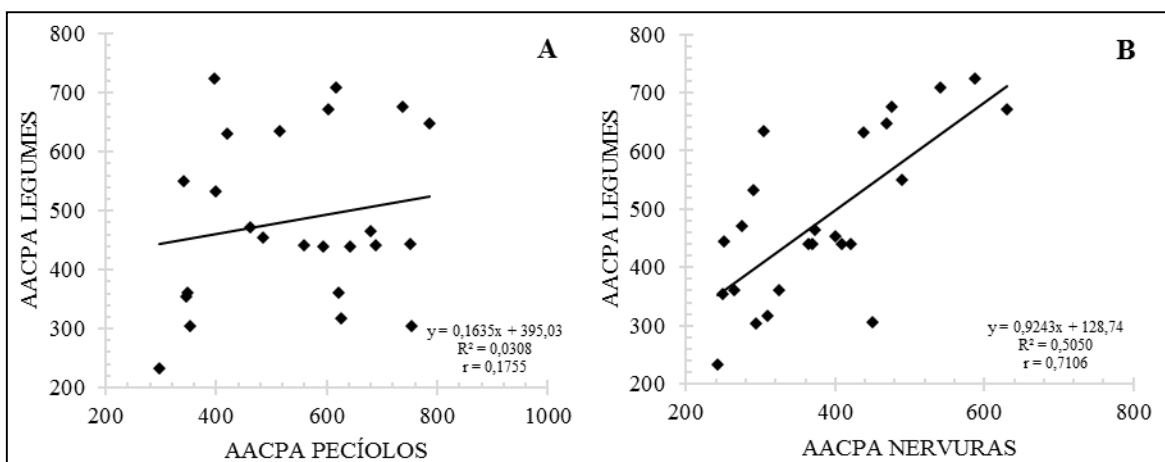
As cultivares mais sensíveis para antracnose em legumes e maiores valores de AACPAL das cultivares do Cerrado (Tabela 1) foram a BMX DESAFIO RR (724,08) e BMX CERTA IPRO (709,83) e por outro lado, a cultivar BMX ULTRA IPRO (232,74) foi a menos sensível. Para as cultivares do Sul (Tabela 2), as cultivares mais sensíveis a antracnose em legumes foram as cultivares BMX ICONE IPRO (797,94) e PRE 6336 IPRO (764,55), e a cultivar menos sensível foi a cultivar FPS SOLAR IPRO (180,20).

A partir das análises da AACPAN, AACPAP e AACPAL não houve cultivares com resistência completa *C. truncatum*, mas houveram grandes diferenças de sensibilidade entre elas, tanto para sintomas em nervuras de folhas, pecíolos e legumes, corroborando com trabalhos de Backman et al., (1982), Khare; Chacko, (1983), Costa et al., (2006) e Dias, (2014). Avaliando 16 cultivares de soja, Sousa, (2009) concluiu que todas as cultivares utilizadas se mostraram suscetíveis à antracnose e que as maiores diferenças entre cultivares se deram quando as inoculações começaram no início do ciclo da cultura, semelhante a este estudo, mostrando que a suscetibilidade pode variar com o estágio fenológico e com a cultivar. Em trabalhos de Dias, (2014), nos estados do Tocantins, Goiás e Distrito Federal revelaram diferenças sintomatológicas entre cultivares e que alguns genótipos são mais suscetíveis em hastes, enquanto alguns são mais suscetíveis em legumes, semelhantes aos resultados encontrados neste estudo.

Buscando encontrar um grau de relação entre as variáveis de antracnose estudadas, e sabendo que os sintomas em legumes são considerados os mais importantes e refletem diretamente na produtividade e qualidade de grãos (ROGÉRIO, et al., 2017), foi realizada uma análise de correlação entre a AACPA em legumes com a AACPA em nervuras e a AACPA em pecíolos, para ambos os grupos de cultivares. Desta forma, estão dispostas no Gráfico 5 e

Gráfico 6, estas análises para as cultivares do Cerrado e do Sul, respectivamente. Para ambos os grupos de cultivares estudados, quando foi medido o grau de relação entre e a AACPA em pecíolos e em legumes (Gráfico 5a e Gráfico 6a), o coeficiente de correlação de Pearson (r) exprimiu uma ausência de correlação ($r = 0,1755$ para cultivares do Cerrado e $r = 0,1131$ para as do Sul), evidenciando que, as cultivares que apresentaram maiores níveis de antracnose nos pecíolos, não necessariamente apresentaram maiores níveis em legumes.

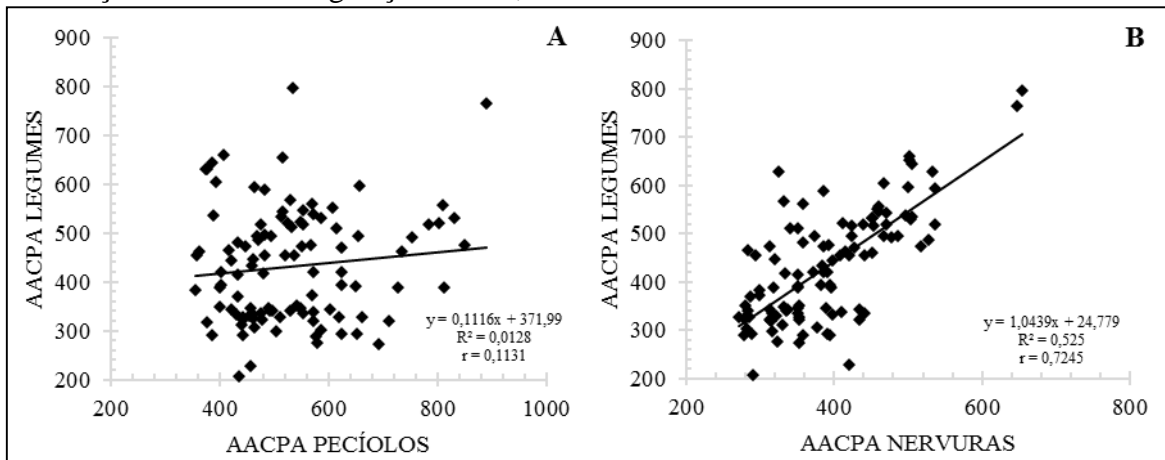
Gráfico 5 – Correlação da AACPA em legumes com AACPA em pecíolos (A) e nervuras em folhas (B) para 24 cultivares de soja com adaptação para o Cerrado do Brasil, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.



Fonte: Próprio autor.

Por outro lado, o coeficiente de correlação de Pearson entre e a AACPA em nervuras e em legumes (Gráfico 5b e Gráfico 6b) apresentou uma correlação forte ($r = 0,7106$ para cultivares do Cerrado e $r = 0,7245$ para as do Sul), mostrando que as cultivares que possuíram maiores quantidades de sintomas de antracnose nas folhas também apresentaram maiores em legumes. As explicações para estes resultados de relação positiva entre nervuras e legumes e não entre pecíolos e legumes, não foram corroborados na literatura. Estudando incidência de antracnose, resultados semelhantes a estes foram encontrados em trabalho de Barros, (2008), onde a incidência do patógeno encontrados nos grãos/legumes foram proporcionais a ocorrência nos trifólios.

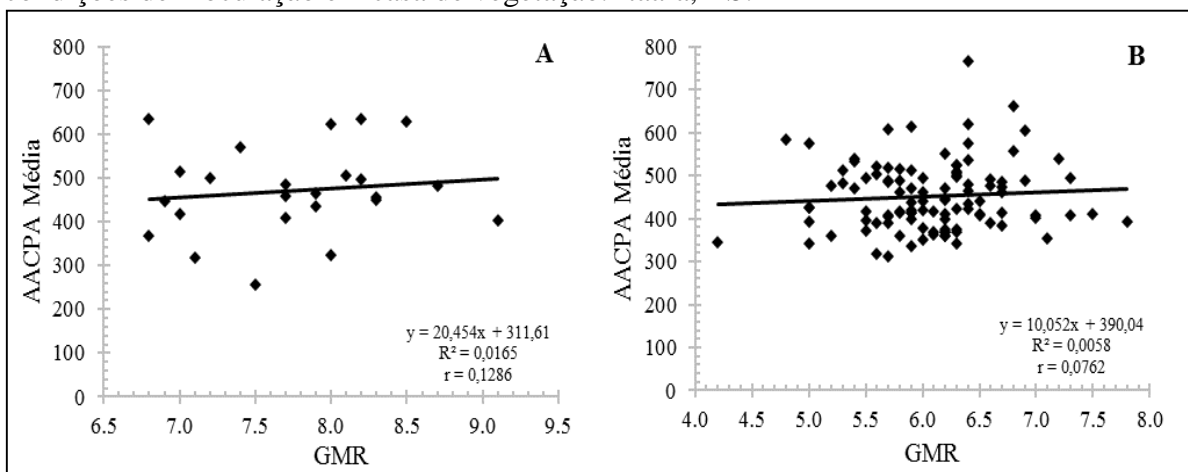
Gráfico 6 – Correlação da AACPA em legumes com AACPA em pecíolos (A) e nervuras em folhas (B) para 106 cultivares de soja com adaptação para o Sul do Brasil, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.



Fonte: Próprio autor.

Investigando uma relação entre as médias de AACPA e algumas características intrínsecas das cultivares, foi realizada uma análise de correlação entre a AACPA média e os grupos de maturidade relativo (GMR) (Gráfico 7). Para ambos os grupos de cultivares, o coeficiente de correlação de Pearson (r) exprimiu uma ausência de correlação ($r = 0,1286$ para cultivares do Cerrado e $r = 0,0762$ para as do Sul), ou seja, não teve uma relação entre o ciclo da cultivar e a quantidade de antracnose expressa. Resultados semelhantes foram encontrados em estudos de Barros, (2008), onde avaliando 25 genótipos em Rio Verde, GO, o comportamento foi semelhante dentro de cada grupo de maturação (precoce, médio e tardio). Em outros trabalhos, cultivares de ciclo médio e tardio obtiveram uma evolução da doença maior em relação às cultivares de ciclo precoce (COSTA, 2005).

Gráfico 7 – Correlação da AACPA média com grupo de maturidade relativa (GMR) para 24 cultivares de soja com adaptação para o Cerrado (A) e 106 cultivares para o Sul (B), sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.



Fonte: Próprio autor.

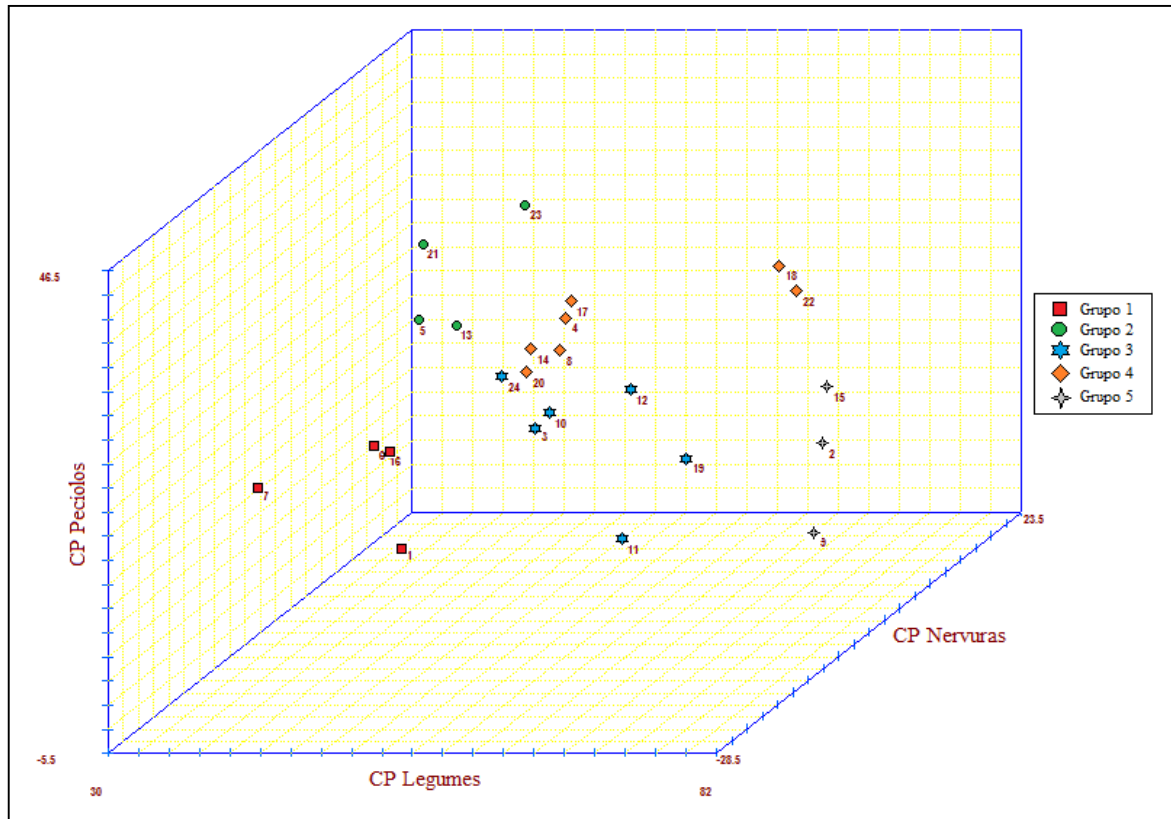
Com o objetivo de realizar um de agrupamento, visando identificar grupos com similaridade a reação de *C. truncatum*, foi realizada uma análise multivariada de componentes principais de cada sintoma estudado e de algoritmo de K-means. Através da análise dos componentes principais (CP), o componente principal CP1 dos sintomas em nervuras, pecíolos e legumes das cultivares do Cerrado, envolveram 83,45, 80,70 e 89,95% da variabilidade total, respectivamente. Para as cultivares do Sul, o CP1 envolveu 84,90, 82,83 e 88,75% da variabilidade total para os sintomas de nervuras, pecíolos e legumes, nesta ordem. Desta forma, a dispersão das cultivares para o algoritmo de K-means foi realizada utilizando apenas estes três CP1 de cada sintoma, em um sistema cartesiano espacial tridimensional, onde cada eixo (X, Y e Z) se referiu ao CP de cada sintoma estudado.

Em ambas análises, tanto para as cultivares do Cerrado como as do Sul, a AACPAN, a AACPAP e a AACPAL foram as variáveis que mais contribuíram para a discriminação de todos os CP1 de cada sintoma de antracnose estudado. Em relação a taxa de progresso da doença (Tx), esta foi uma variável que pouco contribuiu para a discriminação dos componentes principais, pois em algumas cultivares como por exemplo BMX ICONE IPRO, CD 233 RR, SYN 1263 RR, NS 5445 IPRO, TMG 1264 RR, BMX CERTA IPRO, foram observados baixos valores de Tx, mesmo apresentando severidades finais elevadas de antracnose. Este fato pode ser explicado pelo fato da Tx considerar a severidade inicial como referência para cálculo, ou seja, as cultivares que apresentarem severidades iniciais elevadas (que foi o caso destas cultivares) podem apresentar Tx baixas.

Através da plotagem dos escores dos componentes principais (CP1) de cada sintoma estudado no sistema cartesiano espacial tridimensional, e com o uso do método do algoritmo de K-means, encontrou-se à similaridade entre os parâmetros epidemiológicos explicativos das cultivares, formado-se os grupos, representados pelas diferentes cores e formas na Figura 1 (cultivares do Cerrado) e Figura 2 (cultivares do Sul). De acordo com a metodologia proposta por Joshi; Nalwade (2013), a formação de 5 grupos, foi suficiente e significativamente explicativa.

Na Figura 1 e na Tabela 3, estão dispostos os 5 grupos de sensibilidade de acordo com o algoritmo de K-means para as cultivares do Cerrado, sendo então 5 níveis, onde o grupo 1 é caracterizado pelas cultivares com maiores valores de resistência parcial a *C. truncatum*, e o grupo 5 composto pelas cultivares com maior sensibilidade, nesta ordem. Os grupos 1 e 2 são compostos por 4 cultivares cada um (16,67%), no grupo 3 ficaram 6 cultivares (25%), no 4 ficaram 7 cultivares (29,16%) e o grupo 5 ficaram 3 cultivares (12,5%).

Figura 1 – Gráfico de dispersão no plano tridimensional e agrupamento pelo algoritmo de K-means, segundo os escores relativos dos componentes principais (CP1) de cada sintoma para as 24 cultivares de soja com adaptação para o Cerrado do Brasil, sob condições de inoculação de *Colletotrichum truncatum* em casa de vegetação. Itaara, RS.



Fonte: Próprio autor.

Os grupos 1 e 2 são compostos pelas cultivares que apresentaram menores valores de AACPA (variável que mais contribuiu para a variância do grau de sensibilidade), assim como também maiores valores de PLM e menores severidades de antracnose no ciclo, principalmente em relação a sintomas em nervuras e em legumes (Apêndice A), podendo então serem consideradas como as cultivares do Cerrado de maior resistência parcial a *C. truncatum*. Estas cultivares podem ser uma estratégia importante para situações onde o histórico da área e as condições ambientais são muito favoráveis a ocorrência de antracnose, destacando-se nestes grupos as cultivares AS 3680 IPRO, SYN 1366 IPRO, BMX ULTRA IPRO e TMG 1180 RR, que compõem o grupo 1. É importante esclarecer que, apesar dos resultados sugerirem que o risco de epidemias nestas cultivares seja menor, não significa que outras práticas de manejo integrado devam ser descartadas, especialmente o uso do controle químico.

As cultivares agrupadas nos grupos 3 e 4 podem ser consideradas de sensibilidade moderada a alta para antracnose, de acordo com as cultivares estudadas, onde obtiveram-se

valores intermediários de PLM e médios a altos de severidades ao longo do ciclo, principalmente em relação a severidades em legumes (Apêndice A). No grupo 5 estão dispostas as cultivares com maiores níveis de sensibilidade a *C. truncatum*, onde apresentaram menores valores de PLM, maiores severidades iniciais e severidades finais, principalmente para nervuras e legumes (Apêndice A). Este grupo é composto pelas cultivares TMG 1264 RR, BMX DESAFIO RR e BMX CERTA IPRO, que por apresentarem maiores sensibilidades a antracnose, recomenda-se que nenhuma estratégia de manejo integrado seja descartada para seu cultivo, principalmente quanto ao início do programa de fungicidas, uma vez que, por serem mais sensíveis e atingindo maiores severidades finais, estas cultivares podem ser mais responsivas ao momento da primeira aplicação de fungicida, e além disto, em condições ideais para o desenvolvimento do patógeno, perdas elevadas poderão ocorrer.

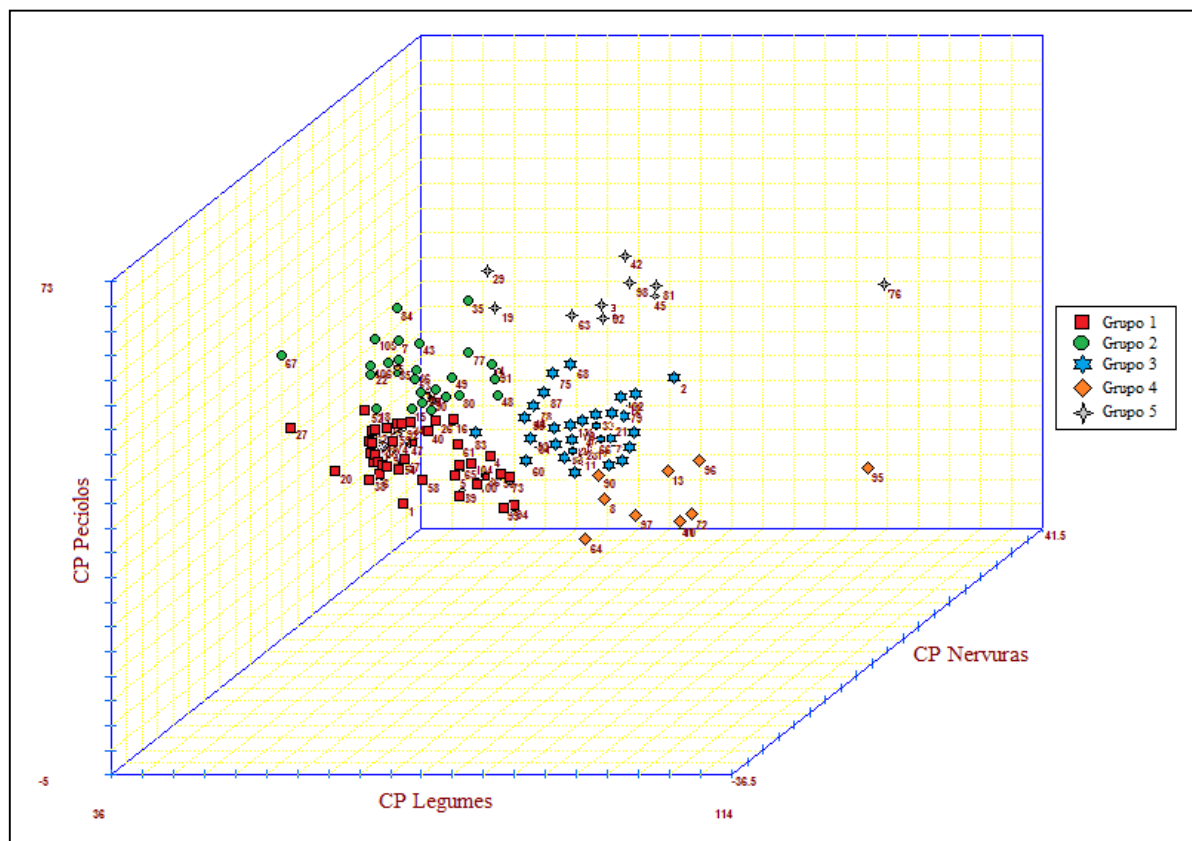
Tabela 3 – Composição dos grupos de sensibilidade à *Colletotrichum truncatum* de 24 cultivares de soja com adaptação para o Cerrado do Brasil e respectivas médias de AACPA (variável que mais contribuiu para a variância do grau de sensibilidade). Itaara, RS.

Grupo	ID ⁽¹⁾	Cultivar	AACPA ⁽²⁾		
			Nervuras	Pecíolos	Legumes
1	1	AS 3680 IPRO	449,81	352,16	305,01
	6	SYN 1366 IPRO	248,51	346,02	355,43
	7	BMX ULTRA IPRO	242,26	296,38	232,74
	16	TMG 1180 RR	263,96	348,20	360,34
		Média	301,13	335,69	313,38
		Média do Grupo		316,73	
2	5	BMX FOCO IPRO	309,20	626,56	317,71
	13	NS 7901 RR	324,03	621,68	360,91
	21	M 8372 IPRO	294,06	754,31	304,04
	23	SYN 1687 IPRO	250,18	751,61	444,07
		Média	294,37	688,54	356,68
		Média do Grupo		446,53	
3	3	BG 4569 IPRO	399,34	484,72	454,22
	10	97R73 RR	291,06	398,61	532,81
	11	W 791 RR	489,44	340,63	550,17
	12	M 7739 IPRO	303,74	514,36	634,56
	19	BRS 8280 RR	437,16	419,86	631,05
	24	M 9144 RR	275,52	462,41	471,66
	Média	366,04	436,77	545,74	
		Média do Grupo		449,52	
4	4	TEC 7022 IPRO	409,43	689,04	441,16
	8	CD 2728 IPRO	421,51	642,33	439,51
	14	BMX BÔNUS	363,55	594,41	439,90
	17	TMG 2181 IPRO	372,21	680,71	464,63
	18	M 8210 IPRO	469,05	785,40	647,54
	20	M 8349 IPRO	369,40	559,17	440,53
	22	SYN 1585 IPRO	475,10	737,43	675,84
	Média	411,46	669,78	507,01	
		Média do Grupo		529,42	
5	2	TMG 1264 RR	630,41	602,05	671,60
	9	BMX DESAFIO RR	587,10	396,15	724,08
	15	BMX CERTA IPRO	541,71	617,77	709,83
		Média	586,41	538,66	701,84
		Média do Grupo		608,97	

⁽¹⁾ Identificação da cultivar; ⁽²⁾ Área abaixo da curva de progresso de antracnose.

Analisando os agrupamentos para as cultivares do Sul, estão dispostas na Figura 2 e na Tabela 4, os 5 grupos de sensibilidade, onde, da mesma forma que o agrupamento do Cerrado, o grupo 1 é composto pelas cultivares com maiores resistências, enquanto, o grupo 5 é composto pelas com maiores sensibilidades a *C. truncatum*. No grupo 1 ficaram dispostas 36 cultivares (33,96%), no grupo 2 ficaram 24 (22,64%), no 3 ficaram 26 (24,53%) e nos grupos 4 e 5 ficaram 10 cultivares (9,43%) em cada um.

Figura 2 – Gráfico de dispersão no plano tridimensional e agrupamento pelo algoritmo de K-means, segundo os escores relativos dos componentes principais (CP1) de cada sintoma para as 106 cultivares de soja com adaptação para o Sul do Brasil, sob condições de inoculação de *Colletotrichum truncatum* em casa de vegetação. Itaara, RS.



Fonte: Próprio autor.

Nos grupos 1 e 2 estão as cultivares determinadas como as menos sensíveis a *C. truncatum* para o Sul (Tabela 4), e estas apresentaram menores valores de AACPA, menores severidades iniciais e finais (especialmente para nervuras e legumes) e menores valores de PLM (Apêndice B). As cultivares agrupadas no grupo 3 podem ser consideradas de sensibilidade moderada para antracnose, que obtiveram valores médios de evolução da epidemia e PLM (Apêndice B). Já nos grupos 4 e 5 estão dispostas as cultivares com maiores níveis de

sensibilidade a *C. truncatum*, onde apresentaram maiores severidades iniciais, severidades finais e menores valores de PLM (Apêndice B). Destacam-se entre estes genótipos, as cultivares, AMS TIBAGI RR, SYN 13561 IPRO, SYN 1257 RR, TMG 7161 RR INOX, NS 6006 IPRO, FPS URANO RR, PRE 6336 RR, CD 233 RR, CZ 26B42 IPRO e 96Y90.

Alguns trabalhos sobre agrupamentos e/ou classificação de cultivares à *C. truncatum* já foram realizados, porém na maioria destes, devido à dificuldade de avaliação e pela falta de escalas diagramáticas para este patógeno, foram utilizadas escalas descritivas e a incidência (número e/ou porcentagem de órgãos doentes) como variáveis principais nas avaliações. Este trabalho, através da metodologia de avaliação por severidade, possibilitou a construção de curvas de progresso de antracnose em cada sintoma estudado, e isto elevou a precisão, principalmente por esta ser uma doença que apresenta variabilidades na severidade, mesmo quando apresentam incidências similares.

Em estudos de Dias, (2014), foram observadas variações de sensibilidades utilizando 16 cultivares de soja inoculadas com isolados de *C. truncatum* considerando a incidência como metodologia de avaliação, ocorrendo a formação de 3 grupos estatisticamente diferentes entre si. Em trabalho de Costa et al., (2006), seis cultivares foram testadas quanto a reação a inoculação de *C. truncatum* sendo que duas tiveram comportamento como resistentes, duas como intermediárias e duas como suscetíveis, evidenciando diferenças de resistência entre genótipos, assim como Costa et al., (2009) em 48 cultivares, classificando em 3 cultivares com reação suscetível, 28 com reação intermediária e 17 com reação resistente, porém nenhuma cultivar apresentou reação de imunidade (nota 0). Em estudos de Galli; Panizzi; Vieira (2007), os autores conseguiram diferenciar em quatro grupos de sensibilidade em testes de 19 cultivares.

As razões e justificativas sobre os níveis de severidade serem diferentes entre si, para as cultivares do Sul e do Cerrado, não foram estudadas neste trabalho. Diversos estudos mostram que cultivares apresentam diferenças em componentes, que podem dificultar o estabelecimento e desenvolvimento de patógenos, como por exemplo, maior espessura da epiderme e cutícula, parede celular com maior rigidez, maior teor de lignina, pilosidades, produção de metabólitos secundários, enzimas, entre outros (NÜRNBERGER et al., 2004; LOURENÇO et al., 2011; DALLAGNOL et al., 2018). Especificamente a *C. truncatum*, segundo Chandrasekaran; Nasasimhan; Pajappan, (2000), as cultivares de soja com maior nível de resistência e suscetíveis a este patógeno diferenciam-se quanto a concentração de fenóis e enzimas oxidantes, e também a atividade da peroxidase se apresenta maior em cultivares mais resistentes do que em suscetíveis.

Tabela 4 – Composição dos grupos de sensibilidade à *Colletotrichum truncatum* de 106 cultivares de soja com adaptação para o Sul do Brasil e respectivas médias de AACPA (variável que mais contribuiu para a variância do grau de sensibilidade). Itaara, RS.

(continua)				(continuação)				(conclusão)						
Grupo	Cultivar	AACPA ⁽¹⁾			Grupo	Cultivar	AACPA			Grupo	Cultivar	AACPA		
		Nerv ⁽²⁾	Pec ⁽³⁾	Leg ⁽⁴⁾			Nerv	Pec	Leg			Nerv	Pec	Leg
1	NS 4309 IPRO	298,69	354,64	382,17	2	ICS 1032 RR	283,90	660,44	328,54	3	TMG 7062 INOX	373,74	467,68	495,02
	BMX VELOZ RR	383,46	459,12	433,21		DM 53i54 IPRO	394,99	623,09	394,70		DM 6563 RSF IPRO	451,60	514,25	532,98
	NS 5000 IPRO	381,61	402,14	394,13		BMX ZEUS IPRO	352,84	511,21	327,38		TMG 7363 RR INOX	423,58	654,39	493,85
	BMX RAI0 IPRO	280,23	399,33	349,89		95Y52	317,06	504,27	298,24		BMX GARRA IPRO	358,06	570,05	560,96
	NS 5106 IPRO	316,13	431,16	334,32		CZ 15B64 IPRO	282,59	586,73	302,33		TMG 7063 IPRO INOX	471,46	515,46	543,33
	95R51 RR	440,70	476,05	335,75		M 5705 IPRO	271,51	619,03	327,74		NS 6909 IPRO	427,80	622,91	471,21
	BMX ATIVA RR	278,83	384,93	289,73		FTR 2155 RR	352,73	541,73	351,86		M 6410 IPRO	393,01	567,16	475,71
	95Y72 RR	335,02	492,57	340,36		M 5892 IPRO	351,14	548,33	345,53		BS 2640 RR	496,30	572,67	538,82
	AS 3575 IPRO	388,77	489,78	346,33		TMG 2158 IPRO	434,67	711,10	321,09		Cont. BMX FIBRA IPRO	293,74	519,53	454,59
	AS 3570 IPRO	290,39	435,30	206,19		SYN 1059 RR	313,17	602,21	342,89		NS 6601 IPRO	351,11	614,25	509,87
	FPS ATALANTA	329,78	441,34	311,68		BMX ALVO RR	350,58	553,49	335,39		BMX PONTA IPRO	332,29	528,95	568,52
	NS 5959 IPRO	315,18	375,76	317,77		M 5970 IPRO	298,80	568,86	373,53		TMG 7067 IPRO INOX	339,97	531,64	511,65
	M 5947 IPRO	398,41	461,81	331,99		BMX DELTA IPRO	391,51	623,92	292,72		BRS 246 RR	459,27	607,05	551,24
	PRODUZA INOX	331,56	455,70	347,20		FCEP 55 RR	391,00	571,94	419,70		NS 7300 IPRO	411,55	548,59	521,74
	NS 6060 IPRO	397,99	420,43	443,85		FTR 4160 IPRO	409,22	572,50	339,03		Média	428,26	546,33	512,16
	BMX VANGUARDA	285,05	442,69	328,22		AS 3610 IPRO	353,16	571,77	321,06		Média do Grupo		495,59	
	DM 61I59 IPRO	419,80	456,89	227,41		FPS SOLAR IPRO	271,58	572,31	180,20		NS 5258 RR	504,44	389,45	535,43
	TEC 5936 IPRO	286,50	433,01	369,39		GMX XIRU RR	351,83	650,76	390,21		NS 5160 IPRO	532,25	374,80	629,78
	NS 6211 RR	313,55	442,66	322,73		CD 235 RR	433,38	530,07	342,06		ROTA 54 IPRO	535,80	464,86	594,05
	NS 6209 RR	337,34	421,30	344,38		NS 6535 IPRO	353,04	691,14	273,34		ICS 1532 RR	505,41	385,49	643,40
	GMX CANCHEIRO	318,25	401,06	388,19		NS 6828 IPRO	358,14	576,72	289,29		ICS 1332 RR	324,73	377,61	629,63
	NA 5909 RG	395,11	442,18	289,73		BMX VALENTE RR	372,13	623,30	420,36		SYN 1263 RR	501,97	406,90	660,23
	BMX TORNADO	333,18	480,38	417,81		FCEP 59 RR	288,18	651,03	292,55		BMX POTÊNCIA RR	385,88	482,36	589,50
	M 6210 IPRO	280,64	477,92	323,75		TEC 7849 IPRO	322,76	580,24	275,09		BMX ICONE IPRO	653,55	534,17	797,94
	BRS 6203 RR	350,32	432,91	415,62		Média	345,83	593,59	328,54		RK 6813 RR	502,01	515,89	653,88
	LG 60163 INOX	283,04	497,35	340,50		Média do Grupo		422,65			CD 2694 IPRO	467,68	392,08	605,09
	CZ 16B39 LL	358,52	432,39	480,96		NS 4823 RR	499,44	656,05	596,53		Média	491,37	432,36	633,89
	AFS 110	321,47	454,04	330,25		FTR 4153 IPRO	453,01	474,62	516,89		Média do Grupo		519,21	
	BMX COMPACTA	312,67	448,38	472,51		NS 5445 IPRO	502,81	586,54	530,31		AMS TIBAGI RR	423,78	784,61	517,42
	DM 66I68 IPRO	283,05	417,15	464,59		BMX ELITE IPRO	528,41	471,79	486,38		SYN 13561 IPRO	395,49	728,57	387,95
	NS 6823 RR	377,54	463,24	306,57		BRS 5601 RR	459,49	554,30	545,39		SYN 1257 RR	350,32	812,95	389,63
	NS 7000 IPRO	415,35	362,07	462,29		NS 5727 IPRO	485,86	482,06	495,91		TMG 7161 RR INOX	516,87	849,89	474,73
	NS 6906 IPRO	408,55	357,12	454,00		DM 57i52 IPRO	466,79	494,72	493,94		NS 6006 IPRO	460,83	809,17	555,88
GMX REDOMÃO	385,05	401,97	420,68	DM 5958 IPRO	469,93	553,86	518,71	FPS URANO RR	452,12	735,17	461,74			
NS 6700 IPRO	277,96	460,83	325,32	BMX LANÇA IPRO	440,83	483,45	455,37	PRE 6336 RR	647,76	889,42	764,55			
SYN 13671 IPRO	319,77	461,08	445,95	CZ 15B92 IPRO	420,72	537,64	454,48	CD 233 RR	535,66	803,39	519,06			
Média	339,71	435,18	363,76	TMG 7060 INOX	439,17	525,23	519,13	CZ 26B42 IPRO	478,39	754,12	492,39			
Média do Grupo		379,55		TMG 7262 IPRO INOX	384,95	549,78	473,59	96Y90	451,44	830,03	532,02			
								Média	471,27	799,73	509,54			
								Média do Grupo		593,51				

⁽¹⁾Área abaixo da curva de progresso de antracnose; ⁽²⁾ Nervuras; ⁽³⁾ Pecíolos; ⁽⁴⁾ Legumes.

A antracnose é um grande desafio que ameaça a cultura da soja atualmente, apresentando um patossistema complexo, de difícil controle e danos irreversíveis, e ainda há muitas questões em aberto para serem estudadas e desvendadas. Os resultados deste trabalho, fornecem informações muito importantes a serem consideradas para um manejo adequado de antracnose da soja, pois a escolha da cultivar pode afetar muito para o programa de controle, desde a escolha de fungicidas, momentos de início de aplicação e intervalos, e além disso, estas informações podem auxiliar em estudos genéticos para melhoristas, colaborando para a identificação de genótipos que possam contribuir para o melhoramento de cultivares de soja.

CONCLUSÕES

Nenhuma das cultivares estudadas apresentou resistência completa para *C. truncatum* mas, foi possível observar que há níveis de sensibilidades significativamente diferentes entre elas, tanto para sintomas em nervuras, pecíolos e legumes. Relacionando as sensibilidades de nervuras e pecíolos com a sensibilidade em legumes, a análise mostrou uma correlação forte na associação entre sintomas nas nervuras e legumes, mostrando que as cultivares que possuíram maiores severidades nas folhas refletiram em maiores severidades de antracnose em legumes.

Na análise multivariada, a área abaixo da curva de progresso de antracnose de nervuras, pecíolos e legumes, através de avaliações de severidade, foram as variáveis que mais contribuíram para a discriminação dos componentes principais, proporcionando o agrupamento das cultivares pelo algoritmo de K-means em 5 grupos de sensibilidade. Estas informações indicam que a escolha das cultivares são uma boa estratégia para o manejo de *C. truncatum* na soja, e, associada ao manejo integrado deste patógeno, pode contribuir para diminuir a evolução inicial da doença e até mesmo ao longo do ciclo.

As cultivares que apresentam período latente médio igual ou inferior a 10 dias após a inoculação foram as que apresentaram maiores níveis de severidades no ciclo e maiores AACPA. Relacionando as sensibilidades das cultivares e os seus respectivos grupos de maturidade relativa (GMR) houve ausência de correlação, não apresentando associação entre o ciclo das cultivares e a probabilidades de evolução e intensidade de *C. truncatum*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R.; de. FORCELINI, C. A.; GARCÉS-FIALLOS, F. R. Chemical control of foliar diseases in soybean depends on cultivar and sowing date. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.33, n.5, p.1188-1196, Sept./Oct. 2017.
- AZEVEDO, L. A. S de; JULIATTI, F. C.; BARRETO, M. Resistência de Genótipos de Soja à *Phakopsora Pachyrhizi*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 3, p. 252-257, 2007.
- BACKMAN, P.A. et al. Yield losses in soybeans from anthracnose caused by *Colletotrichum truncatum*. **Plant Disease**, v.66, n.11, p.1032-1034, 1982.
- BARBIERI, M. C. G. et al. First report of *Colletotrichum cliviae* causing anthracnose on soybean in Brazil. **Plant Disease**, v. 101, n. 9, p. 1677-1677, 2017.
- BALARDIN, R. S. **Doenças da soja**. Santa Maria, Ed. do Autor, 2002. 107 p.
- BARROS, G. E. G. **Avaliação da resistência de genótipos de soja a *Colletotrichum truncatum* e estudo da diversidade genética de isolados utilizando a técnica molecular RAPD**. 63f.; Dissertação (mestrado) – Universidade de Rio Verde, 2008.
- CALZADA, C. T. et al. Sensitivity of *Colletotrichum truncatum* to four fungicides and characterization of thiabendazole-resistant isolates. **Plant Disease**, v. 99, n. 11, p. 1590-1595, 2015.
- CHANDRASEKARAN, A.; NASASIMHAN, V.; PAJAPPAN, K. Integrated management of anthracnose and pod blind of soybean. **Annals of plant protection Science**. 8 (2): 163-165, 2000.
- CHONGO, G.; BERNIER, C.C. Disease incidence, lesion size, and sporulation in *Colletotrichum truncatum* as influenced by lentil genotype and temperature. **Canadian Journal of Plant Pathology**. 22(3): 236-240, 2000.
- CHONGO, G.; BERNIER, C. C. Effect of Host, Inoculum Concentration, Wetness Duration, Growth Stage, and Temperature on Anthracnose of Lentil. **Plant Disease** 84:544-548. 2000.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4º ed. Viçosa: Ed. UFV, 514 p. 2012.
- CRUZ, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**. v.38, n.4, p.547-552, 2016.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, 7 - Safra 2019/20 - N. 8- Oitavo levantamento, Maio, 2020.**
- COSTA, I. F. D. da. **Controle de doenças de final de ciclo na cultura da soja**. Santa Maria – RS, Universidade Federal de Santa Maria. 2005 (Tese de Doutorado).

COSTA, I.F.D.; BALARDIN, R.S.; MEDEIROS, L.A.M; BAYER, T.M. Resistência de seis cultivares de soja ao *Colletotrichum truncatum* (Schwein) em dois estádios fenológicos. **Ciência Rural**, 2006.

COSTA, I.F.D.; BALARDIN, R.S.; MEDEIROS, L.A.M.; LENZ, G.; GOULART, C.A.; ZEMOLIN, C.R., SILVA, T.M.B. Reação de germoplasma comercial de soja a *Colletotrichum truncatum*. **Tropical Plant Pathology**, 2009.

DALLAGNOL, L. J. et al. **Resistência genética de plantas a patógenos** [recurso eletrônico] / org – Pelotas : Ed. UFPel, 2018.

DANELLI, A. L. D.; REIS, E. M. Quantification of incubation, latent and infection periods of *Phakopsora pachyrhizi* in soybean, according to chronological time and degree days. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.42, n.1, p.11-17, Jan./Mar. 2016.

DIAS, M. D. **Etiologia, diversidade do agente causal e controle da antracnose da soja**. Tese de Doutorado. Brasília, p. 146 il. 2014.

DIAS, Moab Diany; PINHEIRO, Valdeci Fernandes; CAFÉ-FILHO, Adalberto Corrêa. Impact of anthracnose on the yield of soybean subjected to chemical control in the north region of Brazil. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 1, p. 18-23, 2016.

EMBRAPA. Tecnologia de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2009 e 2010. Londrina, PR, 2008, 261p.

FARR, D.F.; ROSSMAN, A.Y. Fungal databases, U.S. National Fungus Collections, **ARS, USDA**. Disponível em: < <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>>. Acesso em>: abril. 2020.

FRAC. Fungicide Resistance Action Committee - **FRAC**. Minutes of the 2019 QoI Working Group. Brussels, Belgium: FRAC, 2019. Disponível em: <<https://www.frac.info/working-group/qoi-fungicides>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

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

GARCÉS, F. R.; FORCELINI C. A. Controle comparativo da ferrugem asiática da soja com fungicida triazol ou mistura de triazol + estrobilurina. **Bioscience Journal** (UFU. Impresso), v. 29, p. 805-815, 2013.

GODOY, C. V. et al. Doenças da soja. Manual de Fitopatologia, v. 2, p. 657-676, 2016.

HARTMAN,G.L.; SINCLAIR, J.B.; RUPE, J.C. Compendium of Soybean Diseases, 4ed, St. Paul, Minnesota: **APS Press**, 1999.

JOSHI K. D.; NALWADE P. S. Modified K-Means for Better Initial Cluster Centres. **International Journal of Computer Science and Mobile Computing** II 7 p.2, 2013.

- KHARE, M.N.; CHACKO, S. Factors affecting seed infection and transmission of *Colletotrichum dematium* f. sp. *truncatum* in soybean. **Seed Science and Technology**, v.11, p.853-858, 1983.
- LOURENÇO, H. A. de O. Anatomia foliar de diferentes cultivares de soja e sua relação com incidência e severidade de doenças. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 4, n. 3, p. 37-47, set./dez. 2011.
- MARCELINO, W. L. et al. Efeito do tipo de inóculo e período de molhamento na severidade da antracnose em soja. **Summa Phytopathologica**, V.44, 2018.
- MARINHO, L. M. A. et al. Antracnose: Prevenção Eficiente. **Cultivar Grandes Culturas**, ed. 187, Dez, 2014.
- MARTINS, J. A. S. et al. Período latente e uso da análise de componentes principais para caracterizar a resistência parcial à ferrugem da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 4, p. 364-371, 2007.
- MATHUR, R.S. et al. Sporulation of *Colletotrichum lindemuthianum* in culture. **Phytopathology**, v.40, p.104-11, 1950.
- NAVARINI, L. et al. Controle Químico da Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) na cultura da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 2, p. 182-186, 2007.
- NÜRNBERGER, T. et al. Innate immunity in plants and animals: striking similarities and obvious differences. **Immunological Reviews**, [S.l.], v.198, p.149.166, 2004.
- POTI, Teeranai et al. Detection and molecular characterization of carbendazim-resistant *Colletotrichum truncatum* Isolates causing anthracnose of soybean in Thailand. **Journal of Phytopathology**, v. 168, n. 5, p. 267-278, 2020.
- RAMDIAL, H.; DE ABREU, K.; RAMPERSAD, S. N. Fungicide sensitivity among Isolates of *Colletotrichum truncatum* and *Fusarium incarnatum-equiseti* species complex infecting bell pepper in Trinidad. **The plant pathology journal**, v. 33, n. 2, p. 118, 2017.
- REIS, E.M.; REIS, C.A.; CASA, R.T. Antracnose. In: E.M. Reis; R.T. Casa. (Org.). **Doenças da soja: etiologia, sintomatologia, diagnose e manejo integrado**. Passo Fundo: Berthier, 2012, v. 1, p. 191-198.
- ROGÉRIO, F. et al. Phylogeny and variability of *Colletotrichum truncatum* associated with soybean anthracnose in Brazil. **Journal of applied microbiology**, v. 122, n. 2, p. 402-415, 2017.
- SANTOS, J. A. et al. Caracteres epidemiológicos e uso da análise de agrupamento para resistência parcial à ferrugem da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 3, p. 443-447, mar. 2007.
- SOUZA, R. T. de. **Reação de cultivares e controle da antracnose em soja**. Tese (Doutorado em agronomia). Universidade de Passo Fundo, 2009.

TIKAMI, I. **Sobrevivência de *Colletotrichum truncatum*, agente causal da antracnose da soja, na forma de microescleródios no solo e em plantas daninhas.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2020.

WALKER, D. R. et al. Soybean Germplasm Accession Seedling Reactions to Soybean Rust Isolates from Georgia. **Crop Science**, [Madison], v. 54, p. 1433-1447, jul./ago. 2014.

YANG, H-C; HAUNDENSHIELD, J.S.; HARTMAN, G.L. *Colletotrichum incanum* sp. nov., a novel curved-conidial species causing soybean anthracnose in USA. **Mycologia** 106: 32-42, 2014.

YANG, H-C; HARTMAN, G.L. Anthracnose. IN: HARTMAN, G.L(Ed.). Compendium of soybean diseases and pests. 5.ed. St. Paul, MN: **American Phytopathological Society**, 2015.

ANEXO A – Cultivares utilizadas nos experimentos com adaptação para a região do Cerrado do Brasil, Itaara, RS.

ID ⁽¹⁾	Cultivar	GMR ⁽²⁾	ID ⁽¹⁾	Cultivar	GMR ⁽²⁾
1	AS 3680 IPRO	6.8	13	NS 7901 RR	7.9
2	TMG 1264 RR	6.8	14	BMX BÔNUS	7.9
3	BG 4569 IPRO	6.9	15	BMX CERTA IPRO	8.0
4	TEC 7022 IPRO	7.0	16	TMG 1180 RR	8.0
5	BMX FOCO IPRO	7.0	17	TMG 2181 IPRO	8.1
6	SYN 1366 IPRO	7.1	18	M 8210 IPRO	8.2
7	BMX ULTRA IPRO	7.5	19	BRS 8280 RR	8.2
8	CD 2728 IPRO	7.2	20	M 8349 IPRO	8.3
9	BMX DESAFIO RR	7.4	21	M 8372 IPRO	8.3
10	97R73 RR	7.7	22	SYN 1585 IPRO	8.5
11	W 791 RR	7.7	23	SYN 1687 IPRO	8.7
12	M 7739 IPRO	7.7	24	M 9144 RR	9.1

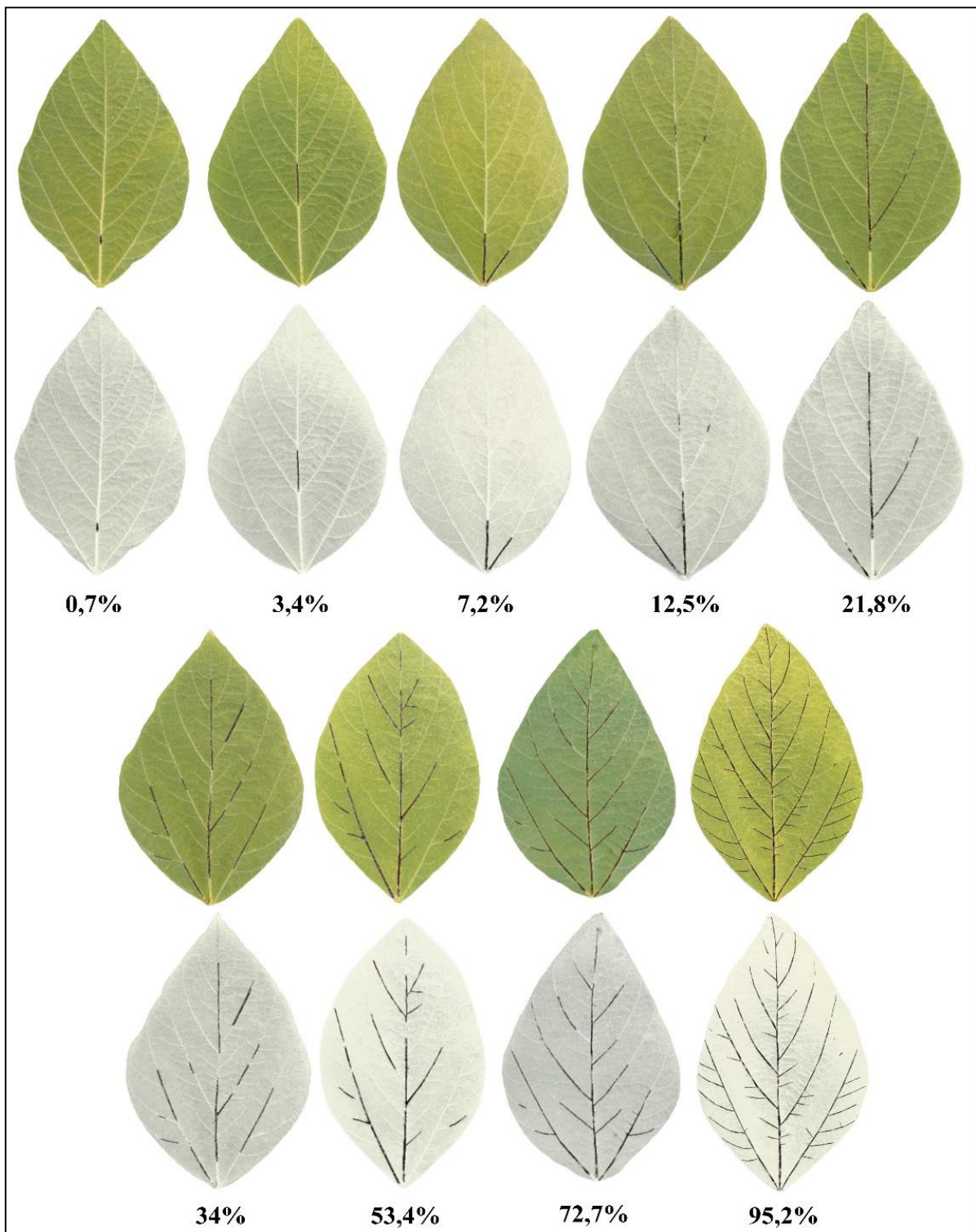
⁽¹⁾ Identificação da cultivar; ⁽²⁾ Grupo de maturidade relativa.

ANEXO B – Cultivares utilizadas nos experimentos com adaptação para a região do Sul do Brasil, Itaara, RS.

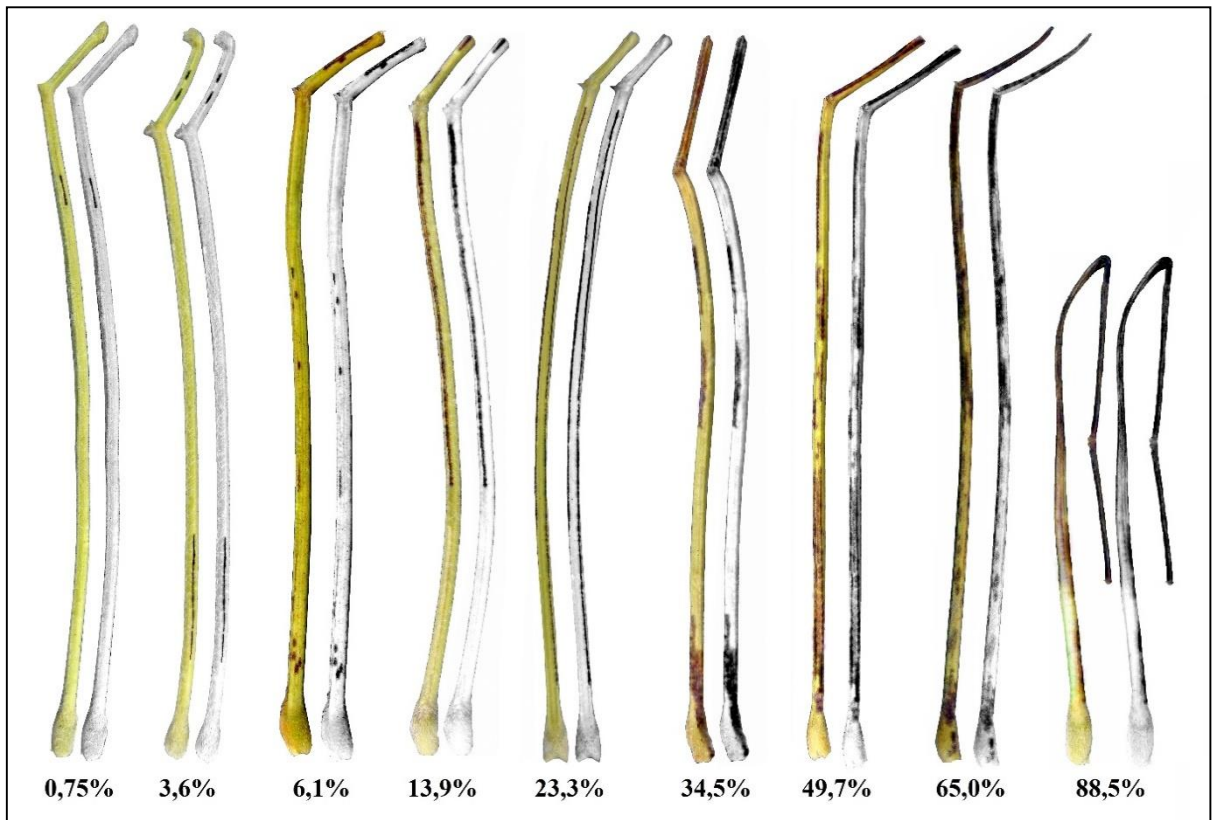
ID ⁽¹⁾	Cultivar	GMR ⁽²⁾	ID ⁽¹⁾	Cultivar	GMR ⁽²⁾
1	NS 4309 IPRO	4.2	54	TEC 5936 IPRO	6.1
2	NS 4823 RR	4.8	55	TMG 7262 IPRO INOX	6.2
3	AMS TIBAGI RR	5.0	56	NS 6211 RR	6.2
4	BMX VELOZ RR	5.0	57	NS 6209 RR	6.2
5	NS 5000 IPRO	5.0	58	GMX CANCHEIRO RR	6.2
6	BMX RAI0 IPRO	5.0	59	NA 5909 RG	6.2
7	ICS 1032 RR	5.0	60	TMG 7062 IPRO INOX	6.2
8	NS 5258 RR	5.2	61	BMX TORNADO RR	6.2
9	NS 5106 IPRO	5.2	62	M 6210 IPRO	6.2
10	NS 5160 IPRO	5.3	63	FPS URANO RR	6.2
11	FTR 4153 IPRO	5.3	64	ICS 1332 RR	6.2
12	NS 5445 IPRO	5.4	65	BRS 6203 RR	6.2
13	ROTA 54 IPRO	5.4	66	DM 6563 RSF IPRO	6.3
14	DM 53i54 IPRO	5.4	67	FPS SOLAR IPRO	6.3
15	BMX ZEUS IPRO	5.5	68	TMG 7363 RR INOX	6.3
16	95R51 RR	5.5	69	LG 60163 IPRO INOX	6.3
17	BMX ELITE IPRO	5.5	70	BMX GARRA IPRO	6.3
18	95Y52	5.5	71	TMG 7063 IPRO INOX	6.3
19	SYN 13561 IPRO	5.6	72	SYN 1263 RR	6.3
20	BMX ATIVA RR	5.6	73	CZ 16B39 LL	6.3
21	BRS 5601 RR	5.6	74	AFS 110	6.3
22	CZ 15B64 IPRO	5.6	75	NS 6909 IPRO	6.3
23	NS 5727 IPRO	5.7	76	PRE 6336 RR	6.4
24	95Y72 RR	5.7	77	GMX XIRU RR	6.4
25	M 5705 IPRO	5.7	78	M 6410 IPRO	6.4
26	AS 3575 IPRO	5.7	79	BS 2640 RR	6.4
27	AS 3570 IPRO	5.7	80	CD 235 RR	6.4
28	DM 57i52 IPRO	5.7	81	CD 233 RR	6.4
29	SYN 1257 RR	5.7	82	CZ 26B42 IPRO	6.4
30	FTR 2155 RR	5.8	83	BMX FIBRA IPRO	6.4
31	M 5892 IPRO	5.8	84	NS 6535 IPRO	6.5
32	FPS ATALANTA IPRO	5.8	85	NS 6828 IPRO	6.5
33	DM 5958 IPRO	5.8	86	BMX COMPACTA IPRO	6.5
34	BMX LANÇA IPRO	5.8	87	NS 6601 IPRO	6.6
35	TMG 2158 IPRO	5.8	88	BMX PONTA IPRO	6.6
36	SYN 1059 RR	5.9	89	DM 66i68 IPRO	6.6
37	BMX ALVO RR	5.9	90	BMX POTÊNCIA RR	6.7
38	NS 5959 IPRO	5.9	91	BMX VALENTE RR	6.7
39	M 5970 IPRO	5.9	92	NS 6823 RR	6.7
40	M 5947 IPRO	5.9	93	TMG 7067 IPRO INOX	6.7
41	ICS 1532 RR	5.9	94	NS 7000 IPRO	6.7
42	TMG 7161 RR INOX	5.9	95	BMX ICONE IPRO	6.8
43	BMX DELTA IPRO	5.9	96	RK 6813 RR	6.8
44	CZ 15B92 IPRO	5.9	97	CD 2694 IPRO	6.9
45	NS 6006 IPRO	5.7	98	96Y90	6.9
46	TMG 7060 IPRO INOX	6.0	99	NS 6906 IPRO	7.0
47	PRODUZA IPRO INOX	6.0	100	GMX REDOMÃO RR	7.0
48	FCEP 55 RR	6.0	101	NS 6700 IPRO	7.1
49	FTR 4160 IPRO	6.0	102	BRS 246 RR	7.2
50	NS 6060 IPRO	6.0	103	NS 7300 IPRO	7.3
51	BMX VANGUARDA IPRO	6.0	104	SYN 13671 IPRO	7.3
52	DM 61I59 IPRO	6.1	105	FCEP 59 RR	7.5
53	AS 3610 IPRO	6.1	106	TEC 7849 IPRO	7.8

⁽¹⁾ Identificação da cultivar; ⁽²⁾ Grupo de maturidade relativa.

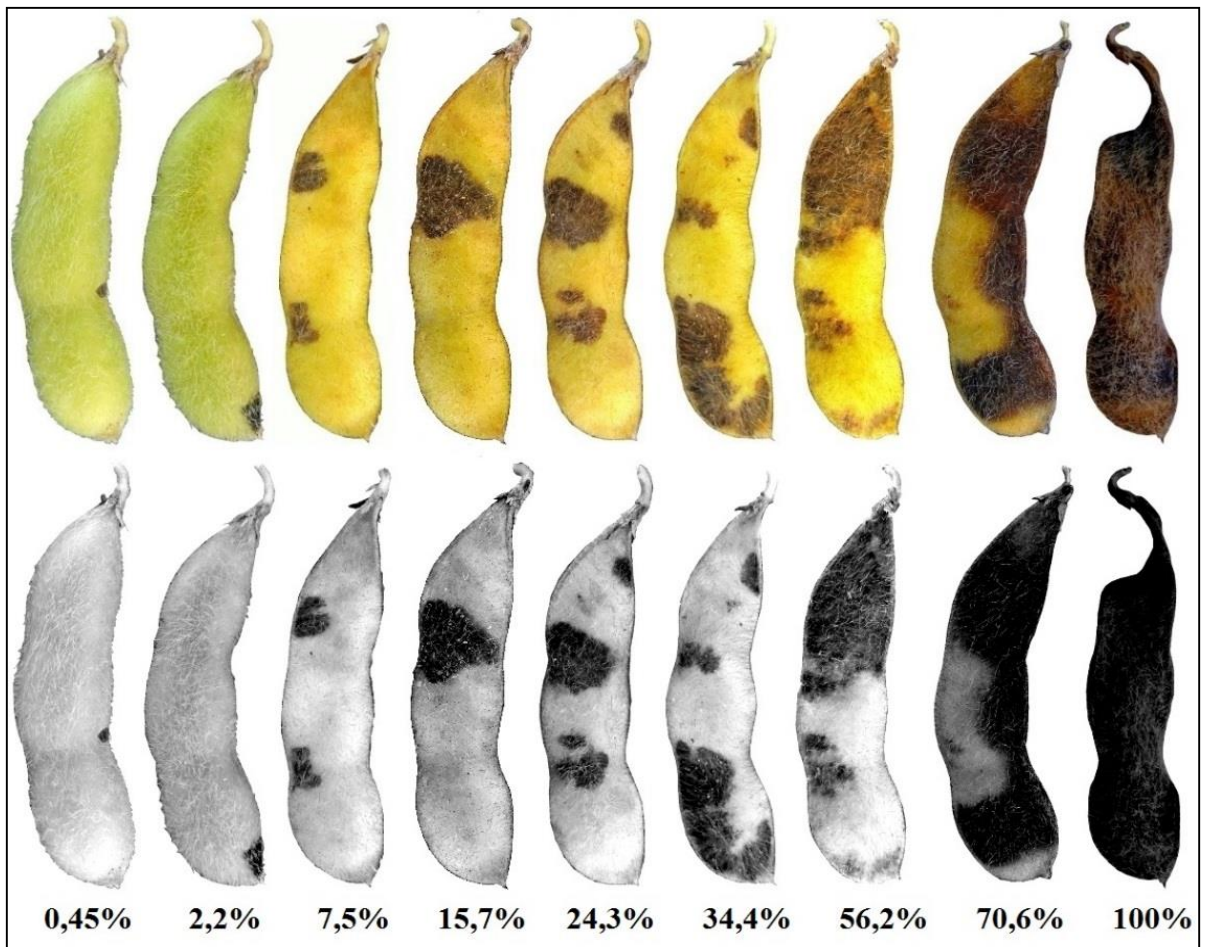
ANEXO C – Escala diagramática para avaliação da severidade de antracnose em nervuras de folíolos da soja. Itaara, RS.



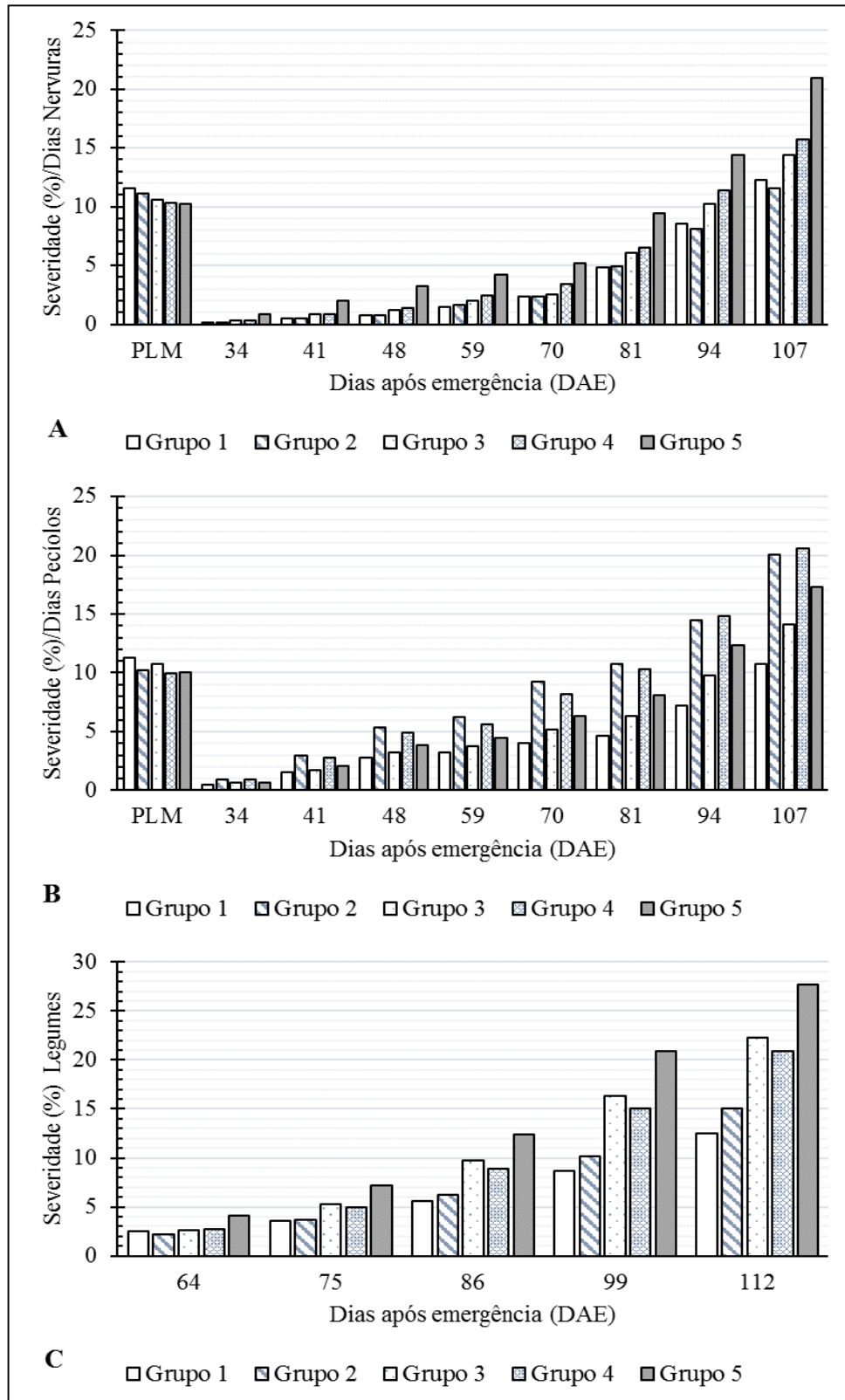
ANEXO D – Escala diagramática para avaliação da severidade de antracnose em pecíolos de soja. Itaara, RS.



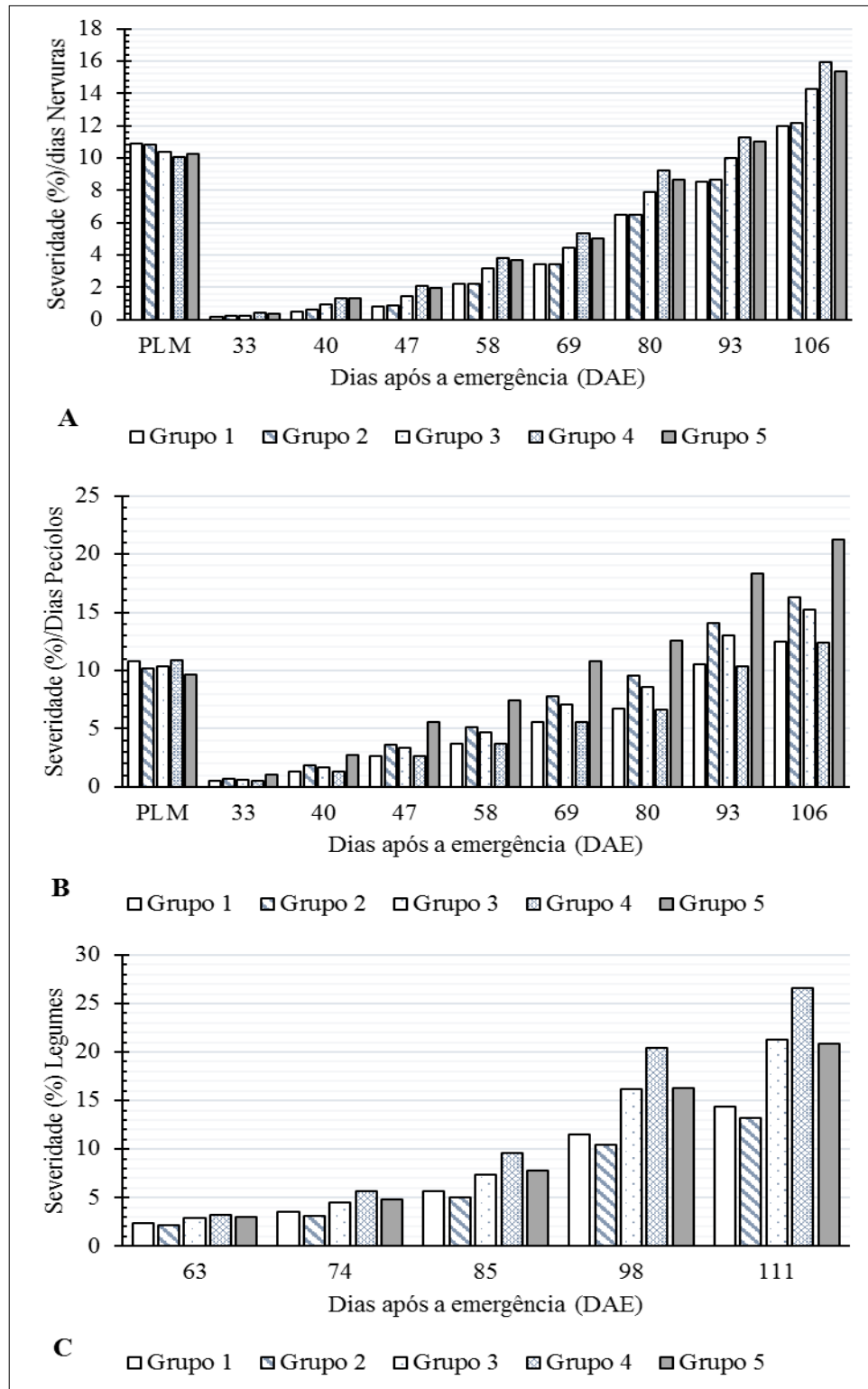
ANEXO E - Escala diagramática para avaliação da severidade de antracnose em legumes de soja. Itaara, RS.



APÊNDICE A – Gráficos de médias de severidades aos 34, 41, 48, 59, 70, 81, 94 e 107 DAE (dias após a emergência) e PLM (período latente médio) para nervuras (A) e pecíolos (B) e médias de severidade aos 64, 75, 86, 99, e 112 DAE para legumes (C), para cada grupo de sensibilidade formado de acordo com o algoritmo de K-means para as cultivares do Cerrado, sob condições de inoculação de *Colletotrichum truncatum* em casa de vegetação. Itara, RS.



APÊNDICE B – Gráficos de médias de severidades aos 33, 40, 47, 58, 69, 80, 93 e 106 DAE (dias após a emergência) e PLM (período latente médio) para nervuras (A) e pecíolos (B) e médias de severidade aos 63, 74, 85, 98, e 111 DAE para legumes (C), para cada grupo de sensibilidade formado de acordo com o algoritmo de K-means para as cultivares do Sul, sob condições de inoculação de *Colletotrichum truncatum* em casa de vegetação. Itaara, RS.



ARTIGO 3

REAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA À *Corynespora cassiicola*

RESUMO

A mancha-alvo da soja (*Corynespora cassiicola*) teve sua incidência aumentada nas últimas safras no Brasil, principalmente em função da utilização de cultivares suscetíveis, da menor sensibilidade do fungo a fungicidas e da sucessão com culturas hospedeiras do fungo, com destaque para a sucessão à cultura do algodão. O objetivo foi avaliar os parâmetros epidemiológicos relacionados a sensibilidade de 130 cultivares (sendo 24 com adaptação para o Cerrado e 106 para o Sul do Brasil) à *C. cassiicola* e realizar uma análise de agrupamento, visando identificar grupos com similaridade a reação do patógeno. As plantas foram cultivadas em casa de vegetação, sem uso de fungicidas e inoculadas com esporos de *C. cassiicola*. Os parâmetros estudados foram período de latência, severidade da doença durante o ciclo, área abaixo da curva de progresso de mancha-alvo (AACPMA) e taxa de progresso. Os resultados foram submetidos a análise de variâncias, teste de comparação de médias e a um teste de componentes principais. Posteriormente as cultivares foram agrupadas em 5 grupos de sensibilidade pelo algoritmo K-means. Nenhuma das cultivares apresentou resistência completa para *C. cassiicola*, mas foi possível observar que há níveis de sensibilidades diferentes entre elas. A AACPMA e a severidade inicial foram as variáveis que mais contribuíram para a discriminação dos componentes principais. Estas informações indicam que a escolha da cultivar é uma boa estratégia para o manejo de *C. cassiicola* na soja, e, associada ao manejo cultural e químico da lavoura, pode contribuir para diminuir a evolução inicial da doença e até mesmo ao longo do ciclo. As cultivares que apresentaram período latente médio inferior a 10 dias, apresentaram maiores intensidades de doenças, assim como, as cultivares que apresentaram maiores grupos de maturidade relativa, apresentaram também maiores sensibilidades e possibilidades de evolução de *C. cassiicola*.

Palavras-chave: *Glycine max* L. Mancha-alvo. Resistência genética. Análise multivariada.

REACTION OF SOYBEAN CULTIVARS TO *Corynespora cassiicola*

ABSTRACT

The target spot of soybean (*Corynespora cassiicola*) had its incidence increased in the last harvests in Brazil, mainly due to the use of susceptible cultivars, the lower sensitivity of the fungus to fungicides and the succession with host cultures of the fungus, with emphasis on the succession to cotton culture. The objective was to evaluate the epidemiological parameters related to the sensitivity of 130 cultivars (24 with adaptation for the Cerrado and 106 for the south of Brazil) to *C. cassiicola* and perform a cluster analysis, aiming to identify groups with similarity the pathogen reaction. The plants were grown in a green house, without the use of fungicides and inoculated with spores of *C. cassiicola*. The studied parameters were latency period, disease severity during the cycle, area below the target spot progress curve and rate of progress. The results were subjected to analysis of variances, test of comparison of means and to a test of main components. Subsequently, the cultivars were grouped into 5 groups of sensitivity by the K-means algorithm. None of the cultivars showed complete resistance to *C. cassiicola*, but it was possible to observe that there are different levels of sensitivity between them. Area below the target spot progress curve and initial severity were the variables that most contributed to the discrimination of the main components. This information indicates that the choice of cultivar is a good strategy for the management of *C. cassiicola* in soy, and, associated with the cultural and chemical management of the crop, it can contribute to reduce the initial evolution of the disease and even throughout the cycle. Cultivars that have an average latent period of less than 10 days, presented higher disease intensities, as well as cultivars that presented larger groups of relative maturity, presented greater sensitivity and possibilities of evolution of *C. cassiicola*.

Key-words: *Glycine max* L. Target spot. Genetic resistance. Multivariate analysis.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* [L.] Merrill) é uma cultura de destaque no Brasil e no mundo. Segundo dados da CONAB (2020), na safra 2019/2020 foram cultivados no Brasil cerca de 36,8 milhões de hectares com a cultura da soja, com uma produção total em torno de 120 milhões de toneladas. Em contrapartida, a constante busca por maiores produtividades na cultura da soja enfrenta diversos fatores limitantes, onde diversos problemas fitossanitários causam reduções de rendimento a campo, com destaque para a ocorrência de doenças fúngicas (FRAC, 2019).

A mancha-alvo da soja é causada pelo fungo *Corynespora cassiicola* (Berk. & M.A. Curtis), que infecta mais de 400 espécies de plantas (FARR; ROSSMAN, 2020). Esta doença teve sua incidência aumentada nas últimas safras no Brasil, principalmente em função da utilização de cultivares suscetíveis, da menor sensibilidade do fungo a fungicidas e da sucessão com culturas hospedeiras do fungo, com destaque para a sucessão à cultura do algodão (FRAC, 2018; FRAC, 2019; GODOY, et al., 2019).

Os danos de mancha-alvo na cultura da soja podem chegar a até 40% em função da suscetibilidade da cultivar e das condições climáticas (MIGUEL-WRUCK et al., 2012; GODOY et al., 2012; GODOY et al., 2016). São condições favoráveis para a maior incidência, umidades relativas superiores a 80%, temperatura entre 22 a 30°C, molhamento foliar contínuo, contribuindo também precipitações acima de 800 mm no ciclo da cultura para uma maior severidade da doença (FUNDACRUZ, 2006; MELLO, 2019). Outro fator que favorece a disseminação e distribuição deste patógeno é a sua permanência na semente de soja e em restos culturais, podendo colonizar uma ampla gama de resíduos no solo (SNOW; BERGGREN, 1989). De acordo com Godoy et al., (2019) e Mello (2019), o fungo na soja infecta folhas, pecíolos, vagens, sementes, caule, hipocótilo e raízes. Os sintomas mais comuns de mancha-alvo são nas folhas e iniciam-se por pontuações pardas, com halo amarelado e evolui para manchas circulares de coloração castanha, podendo apresentar pontuações no centro e anéis concêntricos de coloração mais escuras (GODOY et al., 2019).

De acordo com Godoy et al., (2019) e FRAC, (2018), diversas estratégias são recomendadas para o manejo adequado da mancha-alvo, entre elas, a utilização de cultivares com menores níveis de sensibilidade, rotação de culturas com milho e outras gramíneas, uso de tratamento de sementes, realizar o monitoramento constante da doença e utilizar o controle químico com fungicidas, com aplicações preventivas e em intervalos adequados, utilizando misturas com mecanismos de ação distintos. A utilização de controle químico é uma das

principais ferramentas de controle para mancha-alvo da soja atualmente, entretanto, os relatos de resistência de *C. cassiicola* a fungicidas vem aumentando de uma forma preocupante. Diversos estudos já foram relatados sobre isolados que possuem mutações, conferindo menor sensibilidades a fungicidas, incluindo fungicidas a base de metil benzimidazol carbamato (MBC), inibidores da quinona externa (IQe) e inibidores da succinato desidrogenase (SDHI) (XAVIER et al., 2013; TERAMOTO et al., 2017; FRAC, 2019; MELLO, 2019). Além disso, a resistência de *C. cassiicola* não está restrita somente a cultura da soja, pois já há relatos em outras culturas, como por exemplo, na cultura do pepino (ZHU et al., 2019).

Estes relatos de resistência reforçam a necessidade e a busca por estudos sobre a adoção de estratégias anti-resistência, assim como o uso das outras táticas de manejo da doença, dando destaque para a utilização de cultivares com menores níveis de sensibilidade. Segundo Danielli; Reis, et al., (2016), a intensidade das doenças é muito afetada pelas cultivares e pelo ambiente, sendo que, os padrões de suscetibilidade entre cultivares mantêm-se mesmo em diferentes ambientes. Assim, o nível de sensibilidade de cada cultivar pode influenciar tanto no desenvolvimento e progresso de doenças, como na eficácia de fungicidas, sendo então, um fator muito importante a ser considerado na tomada de decisão para o uso de fungicidas e todo o manejo, visando o melhor controle de mancha-alvo da soja (ALMEIDA et al., 2017). Neste contexto, a obtenção de informações e agrupamento de cultivares sobre os níveis de sensibilidade é o primeiro passo para um programa de controle mais preciso e eficiente (AZEVEDO et al., 2007; SANTOS et al., 2007).

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os parâmetros epidemiológicos relacionados a sensibilidade de cultivares de soja à *C. cassiicola* e realizar uma análise de agrupamento, visando identificar grupos com similaridade, e que podem ser utilizados tanto para auxiliar em programas de melhoramento genético, como contribuir na escolha de fungicidas para programas de controles químicos para esta doença.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, na estação experimental da Phytus Group, localizada em Itaara, Rio Grande do Sul, Brasil no período de março a junho de 2019. Foram cultivadas ao total 130 cultivares de soja, sendo destas, 24 mais recomendadas e com adaptação para o Cerrado do Brasil (Anexo A), e 106 com adaptação para o Sul do Brasil (Anexo B), apresentando assim, uma amostragem genética representativa para o desenvolvimento do estudo.

Considerando que o patógeno *C. cassiicola* é disseminado e tem permanência na semente da soja, assim como o objetivo de obter controle sobre o andamento do experimento e isolamento dos fatores, as sementes de todas as cultivares foram obtidas da mesma área de cultivo na safra anterior (Cerrado e Sul separadamente), onde todas tiveram o mesmo programa de aplicação de fungicidas visando o controle de doenças. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, onde cada planta de soja foi considerada uma repetição, sendo semeada em copo plástico de 700 mL, preenchidos com uma mistura de solo, casca de arroz e substrato comercial em uma relação 2:1:1 respectivamente, utilizando uma adubação de 300 kg/ha de N-P-K da fórmula 4-23-18 e correção do solo com calcário. As plantas foram cultivadas em uma casa de vegetação previamente esterilizada, com o objetivo que as plantas permanecessem sem a presença de patógenos até o início das inoculações.

Para garantir a ocorrência de mancha-alvo, não foram utilizados tratamentos fungicidas durante o ciclo, e as plantas foram inoculadas pela aspersão de um isolado de *C. cassiicola*, proveniente de plantas infectadas, coletadas em lavouras comerciais de soja de Primavera do Leste, MT, preservados na micoteca do Laboratório de Fitopatologia da Universidade de Passo Fundo e do Phytus Group. O fungo foi cultivado em placas com BDA (Batata Dextrose Ágar) preparado segundo Fernandez, (1993) e permaneceram em câmara de crescimento até obter-se esporulação abundante. Para as inoculações, os esporos foram colocados em um liquidificador, sendo batido em água destilada, com a adição de 0,5% do espalhante adesivo Tween 80. A suspensão de todas as inoculações foram calibradas em 5×10^4 esporos.mL⁻¹ com o auxílio de um hemocitômetro (câmara de Neubauer) e um microscópio óptico com ampliação de 100 vezes. A partir disto, as plantas foram previamente irrigadas por aspersão, sendo então realizadas em sequência, as inoculações, com o auxílio de um pulverizador manual, no anoitecer do dia, para proporcionar condições de temperatura e umidade mais favoráveis para a infecção e também visando eliminar a exposição do inóculo aos raios solares. As plantas foram inoculadas até a cobertura completa de seus folíolos, até o ponto de escorrimento superficial. Foram realizadas ao total 5 inoculações de *C. cassiicola*, iniciando-se aos 21 dias após a emergência (DAE) e com intervalos de 15 dias, proporcionando alta pressão do patógeno sobre as cultivares, buscando avaliar as diferentes sensibilidades.

Durante a condução do experimento, as condições da casa de vegetação foram automaticamente controladas, mantendo temperatura abaixo de 30°C, umidade relativa acima de 60% com nebulizações a cada 40 minutos por um período de 60 segundos, com irrigação por aspersão, de modo a proporcionar condições favoráveis para o desenvolvimento do patógeno, conforme recomendações de Avozani (2011).

Após a primeira inoculação, as cultivares foram monitoradas diariamente, para a detecção dos primeiros sintomas de mancha-alvo nas folhas, buscando avaliar o período latente médio (PLM) (composto pela diferença em dias entre a data da inoculação e a confirmação dos primeiros sintomas). Após a detecção visual da mancha-alvo em todas as cultivares, foram proferidas avaliações sequenciais de severidade (% de tecido foliar infectado), sendo estas avaliações aos 45, 52, 59, 71, 83 e 95 DAE para as cultivares indicadas para o Sul, e aos 46, 53, 72, 84 e 96 DAE para as cultivares indicadas para o Cerrado. As avaliações de severidade de mancha-alvo foram realizadas com base na escala diagramática proposta por SOARES; GODOY; OLIVEIRA (2009). As notas de severidade de mancha-alvo permitiram a elaboração do cálculo da taxa de progresso da doença (Tx) e do cálculo da área abaixo da curva de progresso de mancha-alvo (AACPMA), que seguiram segundo a metodologia de Campbell; Madden, (1990).

Inicialmente os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), bem como suas médias foram comparadas através do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Posteriormente, foi realizada a análise multivariada, onde o conjunto de dados foi submetido a análise de componentes principais, identificando quais as variáveis que mais contribuíram para a variância das sensibilidades das cultivares ao patógeno (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). Com os escores relativos gerados pela análise de componentes principais, e dando sequência a análise multivariada, realizou-se a análise de agrupamento, através do método de algoritmo K-means. Este último realiza a plotagem dos escores dos componentes principais em um gráfico, com o objetivo de encontrar a similaridade entre os parâmetros epidemiológicos avaliados das cultivares, organizando-as em grupos homogêneos (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). A determinação do número ideal de grupos de sensibilidade foi conforme a metodologia proposta por Joshi; Nalwade (2013). As análises foram realizadas pelo pacote estatístico Genes Software (CRUZ, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As cultivares de soja utilizadas neste estudo apresentaram comportamentos diferentes à inoculação de *C. cassicola*, sendo dispostas na Tabela 1 e na Tabela 2, os resultados das variáveis estudadas para as 24 cultivares de soja com adaptação para o Cerrado, e para as 106 cultivares com adaptação para o Sul do Brasil, respectivamente.

Tabela 1 – Período latente médio (PLM), severidade (porcentagem de área do tecido foliar infectado) em 6 épocas de avaliação, área abaixo da curva de progresso de mancha-alvo (AAPMA) e taxa de progresso (Tx) de *Corynespora cassicola* em 24 cultivares de soja com adaptação para o Cerrado do Brasil, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.

ID ⁽¹⁾	Cultivar	PLM ⁽²⁾	Severidade Mancha-Alvo (%)						AAPMA ⁽⁴⁾	Tx ⁽⁵⁾									
			46 DAE ⁽³⁾	53 DAE	60 DAE	72 DAE	84 DAE	96 DAE											
1	AS 3680 IPRO	8,50	b ⁽⁶⁾	0,050	c	3,80	a	6,75	b	8,23	c	10,62	c	15,05	c	407,40	c	0,1176	a
2	TMG 1264 RR	11,50	a	0,032	c	0,38	c	0,57	e	3,82	f	7,60	e	8,05	e	193,60	e	0,1149	a
3	BG 4569 IPRO	11,00	a	0,042	c	0,72	c	2,35	d	4,07	f	6,67	e	7,87	e	203,76	e	0,1063	b
4	TEC 7022 IPRO	9,25	b	0,045	c	0,78	c	2,37	d	4,05	f	5,40	e	6,02	f	177,69	f	0,0991	b
5	BMX FOCO IPRO	9,00	b	0,038	c	1,33	b	2,27	d	5,37	e	9,20	d	14,12	c	290,66	d	0,1221	a
6	SYN 1366 IPRO	9,75	b	0,035	c	0,30	c	3,05	d	4,22	f	6,20	e	11,75	d	226,79	e	0,1199	a
7	BMX ULTRA IPRO	8,25	b	0,067	c	2,75	a	7,70	a	11,25	b	14,62	b	16,02	c	499,28	b	0,1133	b
8	CD 2728 IPRO	8,75	b	0,097	b	3,40	a	5,42	c	12,37	a	16,62	a	20,37	b	545,91	a	0,1123	b
9	BMX DESAFIO RR	9,50	b	0,038	c	3,08	a	6,40	b	7,77	c	10,25	c	11,42	d	367,30	c	0,1183	a
10	97R73 RR	10,25	a	0,022	c	1,03	b	1,87	d	2,92	f	3,87	e	4,87	f	135,91	f	0,1079	b
11	W 791 RR	10,00	a	0,035	c	1,78	b	2,62	d	6,62	d	9,42	d	13,07	c	308,53	d	0,1213	a
12	M 7739 IPRO	8,75	b	0,098	b	2,80	a	7,10	b	10,00	c	13,50	b	18,12	c	478,14	b	0,1079	a
13	NS 7901 RR	9,75	b	0,055	c	0,23	c	0,55	e	3,32	f	6,75	e	7,15	e	170,94	f	0,1011	b
14	BMX BÔNUS IPRO	9,75	b	0,080	b	2,95	a	5,85	c	9,25	c	10,65	c	15,45	c	408,00	c	0,1088	b
15	BMX CERTA IPRO	9,00	b	0,043	c	3,13	a	8,08	a	10,92	b	14,00	b	15,42	c	490,38	b	0,1245	a
16	TMG 1180 RR	10,50	a	0,020	c	2,10	a	3,47	d	4,75	f	6,72	e	12,00	d	257,48	d	0,1318	a
17	TMG 2181 IPRO	9,25	b	0,090	b	2,30	a	6,37	b	8,80	c	12,00	c	15,45	c	419,27	c	0,1062	b
18	M 8210 IPRO	9,25	b	0,038	c	3,20	a	6,57	b	8,30	c	9,87	d	14,25	c	388,59	c	0,1231	a
19	BRS 8280 RR	9,75	b	0,025	c	2,85	a	5,03	c	8,40	c	13,12	b	16,62	c	425,82	c	0,1360	a
20	M 8349 IPRO	10,75	a	0,030	c	1,95	b	4,47	c	6,80	d	11,95	c	17,62	c	387,11	c	0,1188	a
21	M 8372 IPRO	10,50	a	0,080	b	1,58	b	3,75	d	7,37	c	9,27	d	11,87	d	318,08	d	0,0964	b
22	SYN 1585 IPRO	10,75	a	0,023	c	1,35	b	3,30	d	5,05	e	6,05	e	7,95	e	221,77	e	0,1210	a
23	SYN 1687 IPRO	9,25	b	0,033	c	1,25	b	2,95	d	3,72	f	5,50	e	8,55	e	198,88	e	0,1197	a
24	M 9144 RR	8,25	b	0,150	a	2,90	a	6,37	b	13,32	a	15,50	a	23,37	a	567,53	a	0,1074	b
	Média	9,64		0,0525		1,9956		4,3864		7,1145		9,8083		13,0219		337,04		0,1148	
	C.V. (%)	8,81		35,21		19,92		10,76		13,81		15,11		13,00		9,12		8,14	

⁽¹⁾ Identificação da cultivar; ⁽²⁾ Período latente médio (em dias); ⁽³⁾ Dias após a emergência; ⁽⁴⁾ Área abaixo da curva de progresso da mancha-alvo; ⁽⁵⁾ Taxa de progresso; ⁽⁶⁾ Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para $p < 5\%$.

Tabela 2 – Período latente médio (PLM), severidade (porcentagem de área do tecido foliar infectado) em 6 épocas de avaliação, área abaixo da curva de progresso de mancha-alvo (AACPMA) e taxa de progresso (Tx) de *Corynespora cassicola* em 106 cultivares de soja com adaptação para o Sul do Brasil, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.

ID ⁽¹⁾	Cultivar	PLM ⁽²⁾	Severidade Mancha-Alvo (%)										AACPMA ⁽⁴⁾	Tx ⁽⁵⁾					
			45 DAE ⁽³⁾		52 DAE		59 DAE		71 DAE		83 DAE				95 DAE				
1	NS 4309 IPRO	11,50	a ⁽⁶⁾	0,045	i	0,63	d	1,80	e	3,33	g	5,03	g	6,43	h	160,38	k	0,1005	b
2	NS 4823 RR	10,00	a	0,060	i	1,38	b	2,40	d	4,50	g	7,78	e	9,33	f	235,89	h	0,1029	b
3	AMS TIBAGI RR	11,50	a	0,080	h	1,35	b	3,39	c	6,38	f	9,08	d	14,23	c	312,66	e	0,1067	a
4	BMX VELOZ RR	10,00	a	0,083	h	1,43	b	3,09	c	4,60	g	7,45	e	12,28	d	257,85	g	0,1027	b
5	NS 5000 IPRO	11,50	a	0,079	h	0,75	c	1,66	e	4,45	g	5,28	g	11,53	e	207,17	i	0,1021	b
6	BMX RAI0 IPRO	8,75	b	0,053	i	0,91	c	2,66	d	3,63	g	5,28	g	9,50	f	195,67	j	0,1060	a
7	ICS 1032 RR	9,00	b	0,120	f	1,93	a	4,31	b	7,25	e	12,33	b	17,83	b	396,71	b	0,1042	a
8	NS 5258 RR	9,25	b	0,083	h	1,83	a	4,68	b	7,63	d	10,78	c	16,70	b	378,48	c	0,1099	a
9	NS 5106 IPRO	9,50	b	0,100	g	1,45	b	3,15	c	6,38	f	8,15	d	14,03	c	298,88	e	0,1021	b
10	NS 5160 IPRO	11,25	a	0,100	g	1,88	a	3,96	c	5,70	f	9,08	d	15,25	c	319,92	e	0,1039	b
11	FTR 4153 IPRO	10,25	a	0,060	i	0,73	c	1,60	e	3,83	g	6,03	g	11,20	e	205,89	i	0,1070	a
12	NS 5445 IPRO	8,75	b	0,093	g	0,78	c	1,80	e	4,25	g	9,45	d	13,83	c	270,20	g	0,1032	b
13	ROTA 54 IPRO	9,50	b	0,088	g	0,85	c	1,96	d	4,63	g	5,93	g	12,48	d	226,35	h	0,1020	b
14	DM 53i54 IPRO	10,25	a	0,055	i	0,83	c	1,74	e	4,20	g	6,28	f	9,20	f	203,37	i	0,1046	a
15	BMX ZEUS IPRO	10,25	a	0,058	i	0,65	d	1,80	e	3,85	g	5,53	g	11,33	e	202,30	i	0,1082	a
16	95R51 RR	11,50	a	0,073	h	1,13	c	2,71	d	3,63	g	5,95	g	10,48	f	211,65	i	0,1017	b
17	BMX ELITE IPRO	9,00	b	0,083	h	0,88	c	1,66	e	5,20	f	8,53	d	11,85	e	258,01	g	0,1019	b
18	95Y52	9,00	b	0,063	i	0,80	c	1,68	e	3,25	g	6,75	f	11,10	e	208,33	i	0,1061	a
19	SYN 13561 IPRO	10,00	a	0,073	h	0,65	d	1,96	d	3,60	g	5,20	g	9,53	f	186,20	j	0,0995	b
20	BMX ATIVA RR	9,50	b	0,108	g	0,93	c	2,06	d	5,13	f	9,28	d	14,15	c	284,15	f	0,1008	b
21	BRS 5601 RR	10,00	a	0,115	f	1,80	a	3,16	c	5,25	f	8,08	d	14,03	c	287,10	f	0,0991	b
22	CZ 15B64 IPRO	12,00	a	0,063	i	0,50	d	2,08	d	3,38	g	5,83	g	10,70	e	198,03	j	0,1052	a
23	NS 5727 IPRO	10,00	a	0,089	g	1,18	c	2,91	c	4,63	g	7,95	d	13,15	d	266,00	g	0,1029	b
24	95Y72 RR	9,25	b	0,105	g	1,45	b	2,33	d	5,30	f	7,78	e	15,05	c	279,81	f	0,1028	b
25	M 5705 IPRO	10,50	a	0,055	i	0,24	d	1,94	d	3,00	h	4,70	h	7,78	g	159,31	k	0,1007	b
26	AS 3575 IPRO	10,25	a	0,064	i	0,67	d	2,14	d	3,20	g	5,25	g	10,65	e	190,48	j	0,1046	a
27	AS 3570 IPRO	9,50	b	0,060	i	0,88	c	3,09	c	4,20	g	5,48	g	10,65	e	215,67	i	0,1060	a
28	DM 57152 IPRO	10,50	a	0,065	i	0,53	d	1,70	e	3,50	g	5,20	g	9,03	f	178,60	j	0,1005	b
29	SYN 1257 RR	10,50	a	0,105	g	0,60	d	2,41	d	7,90	d	11,98	b	18,43	b	376,54	c	0,1074	a
30	FTR 2155 RR	8,75	b	0,105	g	1,80	a	2,93	c	4,75	g	10,33	c	14,08	c	306,11	e	0,1010	b
31	M 5892 IPRO	10,50	a	0,063	i	0,73	c	1,58	e	2,93	h	5,80	g	11,20	e	192,16	j	0,1063	a
32	FPS ATALANTA IPRO	10,00	a	0,113	f	1,78	a	4,90	b	6,38	f	8,28	d	13,08	d	313,62	e	0,0981	c
33	DM 5958 IPRO	10,00	a	0,088	g	0,63	d	2,41	d	4,13	g	5,20	g	11,95	e	211,20	i	0,1009	b

(continua)

(continuação)

34	BMX LANÇA IPRO	10,00	a	0,073	h	0,50	d	1,43	e	4,43	g	6,28	f	10,90	e	211,09	i	0,1026	b
35	TMG 2158 IPRO	10,00	a	0,070	h	0,45	d	2,05	d	2,80	h	5,33	g	10,33	f	182,32	j	0,1020	b
36	SYN 1059 RR	10,50	a	0,055	i	0,80	c	1,70	e	4,25	g	6,03	g	8,78	f	197,89	j	0,1033	b
37	BMX ALVO RR	9,25	b	0,080	h	0,48	d	2,53	d	3,85	g	6,10	g	11,65	e	216,89	i	0,1025	b
38	NS 5959 IPRO	10,25	a	0,120	f	1,93	a	4,66	b	6,75	e	10,53	c	14,65	c	353,39	d	0,0993	b
39	M 5970 IPRO	11,00	a	0,148	e	2,38	a	4,68	b	7,63	d	10,45	c	17,33	b	382,40	c	0,1005	b
40	M 5947 IPRO	10,00	a	0,073	h	0,40	d	1,59	e	3,00	h	5,45	g	7,90	g	166,94	j	0,0954	c
41	ICS 1532 RR	10,00	a	0,108	g	1,23	b	2,23	d	5,23	f	7,83	e	11,40	e	255,09	g	0,0957	c
42	TMG 7161 RR INOX	10,00	a	0,105	g	1,08	c	2,18	d	5,15	f	10,28	c	15,90	c	309,06	e	0,1039	b
43	BMX DELTA IPRO	10,00	a	0,090	g	1,15	c	1,91	d	4,88	g	6,65	f	10,38	f	227,08	h	0,0972	c
44	CZ 15B92 IPRO	9,75	b	0,098	g	1,78	a	3,18	c	4,65	g	6,90	f	11,30	e	249,33	h	0,0976	c
45	NS 6006 IPRO	10,50	a	0,078	h	0,75	c	2,18	d	5,35	f	8,70	d	10,83	e	259,73	g	0,1011	b
46	TMG 7060 IPRO INOX	9,50	b	0,120	f	1,10	c	1,76	e	4,38	g	7,80	e	9,58	f	228,41	h	0,0896	d
47	PRODUZA IPRO INOX	10,50	a	0,075	h	0,33	d	2,28	d	3,50	g	5,95	g	7,98	g	185,40	j	0,0951	c
48	FCEP 55 RR	11,75	a	0,048	i	0,23	d	0,95	e	1,30	i	2,20	j	4,38	i	79,02	n	0,0911	d
49	FTR 4160 IPRO	10,50	a	0,055	i	0,28	d	1,41	e	1,63	i	6,08	g	10,28	f	169,59	j	0,1067	a
50	NS 6060 IPRO	9,75	b	0,090	g	0,65	d	2,29	d	3,95	g	6,73	f	10,40	f	217,10	i	0,0975	c
51	BMX VANGUARDA IPRO	10,75	a	0,075	h	0,83	c	1,84	e	2,65	h	6,55	f	7,65	g	179,79	j	0,0942	c
52	DM 61159 IPRO	11,00	a	0,056	i	1,25	b	2,05	d	3,83	g	5,83	g	9,93	f	203,77	i	0,1060	a
53	AS 3610 IPRO	10,50	a	0,083	h	0,75	c	1,68	e	2,35	h	5,33	g	7,68	g	159,60	k	0,0922	d
54	TEC 5936 IPRO	10,25	a	0,130	f	1,28	b	3,43	c	5,50	f	9,60	c	15,28	c	314,77	e	0,0986	c
55	TMG 7262 IPRO INOX	8,75	b	0,125	f	1,28	b	4,18	b	5,75	f	8,25	d	16,90	b	318,43	e	0,1020	b
56	NS 6211 RR	10,50	a	0,115	f	0,63	d	3,05	c	6,63	e	9,98	c	14,05	c	317,25	e	0,0994	b
57	NS 6209 RR	10,50	a	0,055	i	0,51	d	1,54	e	4,13	g	6,25	f	8,53	g	194,04	j	0,1033	b
58	GMX CANCHEIRO RR	10,75	a	0,118	f	0,90	c	3,60	c	6,13	f	9,95	c	14,30	c	319,61	e	0,0992	b
59	NA 5909 RG	9,75	b	0,108	g	0,68	c	1,35	e	6,23	f	8,90	d	11,58	e	268,88	g	0,0960	c
60	TMG 7062 IPRO INOX	10,00	a	0,111	f	0,85	c	1,90	d	4,10	g	10,68	c	14,20	c	286,89	f	0,1001	b
61	BMX TORNADO RR	10,50	a	0,100	g	0,95	c	2,60	d	6,83	e	9,05	d	11,18	e	289,25	f	0,0968	c
62	M 6210 IPRO	10,25	a	0,073	h	0,16	d	1,51	e	3,40	g	7,40	e	10,08	f	205,81	i	0,1010	b
63	FPS URANO RR	11,00	a	0,073	h	1,05	c	2,46	d	4,00	g	6,45	f	8,70	g	208,60	i	0,0976	c
64	ICS 1332 RR	10,25	a	0,121	f	1,80	a	2,50	d	6,05	f	8,93	d	14,18	c	301,52	e	0,0984	c
65	BRS 6203 RR	8,50	b	0,250	b	1,88	a	6,41	a	10,83	b	13,35	b	18,23	b	474,37	a	0,0899	d
66	DM 6563 RSF IPRO	11,75	a	0,051	i	0,75	c	1,59	e	2,63	h	5,78	g	6,53	h	160,46	k	0,0986	c
67	FPS SOLAR IPRO	9,75	b	0,080	h	0,41	d	1,26	e	4,35	g	6,28	f	12,23	d	216,01	i	0,1032	b
68	TMG 7363 RR INOX	9,25	b	0,190	d	2,05	a	4,70	b	8,83	c	13,03	b	15,43	c	414,42	b	0,0914	d
69	LG 60163 IPRO INOX	9,25	b	0,218	c	1,68	b	4,28	b	5,60	f	9,75	c	15,05	c	327,60	e	0,0881	d
70	BMX GARRA IPRO	8,50	b	0,223	c	2,30	a	4,80	b	8,20	d	14,38	a	19,40	a	449,78	a	0,0937	c
71	TMG 7063 IPRO INOX	9,50	b	0,190	d	2,15	a	4,05	b	7,48	d	9,78	c	13,65	d	343,09	d	0,0884	d
72	SYN 1263 RR	10,00	a	0,170	d	1,30	b	3,68	c	5,38	f	9,13	d	13,23	d	297,96	e	0,0899	d

															(conclusão)				
73	CZ 16B39 LL	10,50	a	0,053	i	0,18	d	1,60	e	2,85	h	4,40	h	5,33	i	135,56	l	0,0937	c
74	AFS 110	10,75	a	0,065	i	0,48	d	1,31	e	2,30	h	4,38	h	6,50	h	135,12	l	0,0948	c
75	NS 6909 IPRO	9,25	b	0,108	g	2,45	a	4,25	b	6,08	f	11,10	c	13,65	d	345,90	d	0,0998	b
76	PRE 6336 RR	10,50	a	0,080	h	0,56	d	1,50	e	3,95	g	6,55	f	11,93	e	216,02	i	0,1025	b
77	GMX XIRU RR	10,75	a	0,063	i	0,55	d	1,10	e	1,95	i	4,83	h	7,13	g	138,57	l	0,0961	c
78	M 6410 IPRO	9,25	b	0,129	f	1,68	b	4,25	b	6,00	f	9,00	d	12,60	d	308,15	e	0,0946	c
79	BS 2640 RR	10,25	a	0,080	h	0,83	c	2,15	d	2,85	h	6,38	f	9,70	f	195,38	j	0,0983	c
80	CD 235 RR	10,50	a	0,055	i	0,48	d	1,56	e	4,13	g	6,30	f	11,45	e	212,16	i	0,1103	a
81	CD 233 RR	9,75	b	0,048	i	0,21	d	1,29	e	2,58	h	5,85	g	11,65	e	184,89	j	0,1131	a
82	CZ 26B42 IPRO	9,75	b	0,050	i	0,18	d	0,31	e	1,18	i	2,23	j	4,83	i	74,12	n	0,0924	d
83	BMX FIBRA IPRO	9,25	b	0,053	i	0,70	c	1,21	e	1,75	i	5,20	g	7,03	g	142,15	l	0,0995	b
84	NS 6535 IPRO	10,00	a	0,043	i	0,53	d	1,55	e	1,95	i	3,98	h	6,78	h	130,30	l	0,1036	b
85	NS 6828 IPRO	10,50	a	0,058	i	0,43	d	1,29	e	1,68	i	3,48	i	6,65	h	117,11	m	0,0975	c
86	BMX COMPACTA IPRO	11,25	a	0,063	i	0,30	d	0,76	e	2,00	i	4,28	h	6,00	h	120,86	m	0,0927	d
87	NS 6601 IPRO	10,50	a	0,075	h	0,98	c	1,29	e	2,48	h	5,75	g	11,03	e	184,17	j	0,1023	b
88	BMX PONTA IPRO	10,25	a	0,114	f	1,60	b	2,54	d	4,49	g	8,25	d	14,68	c	276,60	f	0,1003	b
89	DM 66168 IPRO	10,75	a	0,093	g	0,95	c	2,54	d	4,50	g	8,28	d	15,03	c	274,53	f	0,1051	a
90	BMX POTENCIA RR	9,00	b	0,178	d	1,55	b	3,16	c	5,95	f	10,75	c	17,53	b	347,07	d	0,0961	c
91	BMX VALENTE RR	8,75	b	0,243	b	1,98	a	3,75	c	6,75	e	13,33	b	20,35	a	413,30	b	0,0933	d
92	NS 6823 RR	9,25	b	0,063	i	1,48	b	2,55	d	4,33	g	6,28	f	9,98	f	221,82	h	0,1035	b
93	TMG 7067 IPRO INOX	9,25	b	0,305	a	0,40	d	2,09	d	12,25	a	15,40	a	18,18	b	464,55	a	0,0858	d
94	NS 7000 IPRO	10,25	a	0,111	f	1,50	b	2,75	d	5,10	f	9,70	c	13,33	d	294,56	f	0,0986	c
95	BMX ICONE IPRO	10,00	a	0,070	h	0,65	d	1,55	e	3,63	g	6,73	f	11,83	e	214,67	i	0,1051	a
96	RK 6813 RR	9,75	b	0,058	i	1,10	c	1,68	e	3,98	g	6,48	f	9,23	f	204,56	i	0,1047	a
97	CD 2694 IPRO	9,75	b	0,060	i	0,44	d	1,35	e	2,10	i	4,13	h	7,88	g	138,05	l	0,0997	b
98	96Y90	10,00	a	0,088	g	1,33	b	2,65	d	5,45	f	8,33	d	10,58	e	263,51	g	0,0980	c
99	NS 6906 IPRO	10,25	a	0,073	h	0,55	d	1,74	e	3,95	g	6,03	g	8,03	g	188,46	j	0,0957	c
100	GMX REDOMÃO RR	10,25	a	0,053	i	1,18	c	1,93	d	3,88	g	6,53	f	7,83	g	198,45	j	0,1024	b
101	NS 6700 IPRO	8,75	b	0,133	f	2,05	a	3,05	c	5,35	f	10,43	c	15,43	c	325,64	e	0,0987	c
102	BRS 246 RR	10,00	a	0,060	i	0,18	d	1,36	e	2,00	i	3,38	i	4,30	i	104,68	m	0,0865	d
103	NS 7300 IPRO	9,50	b	0,053	i	0,25	d	0,80	e	1,18	i	3,45	i	6,30	h	102,83	m	0,0972	c
104	SYN 13671 IPRO	10,75	a	0,055	i	0,98	c	2,04	d	3,98	g	6,48	f	9,15	f	206,67	i	0,1042	a
105	FCEP 59 RR	9,50	b	0,145	e	1,68	b	3,26	c	5,50	f	8,88	d	12,28	d	289,38	f	0,0919	d
106	TEC 7849 IPRO	8,75	b	0,175	d	2,20	a	5,95	a	10,50	b	13,33	b	15,33	c	450,39	a	0,0934	d
	Média	10,04		0,0941		1,0176		2,4452		4,5845		7,4955		11,5396		244,88		0,0997	
	C.V. (%)	7,81		29,18		18,37		15,64		18,08		12,43		9,49		6,74		4,64	

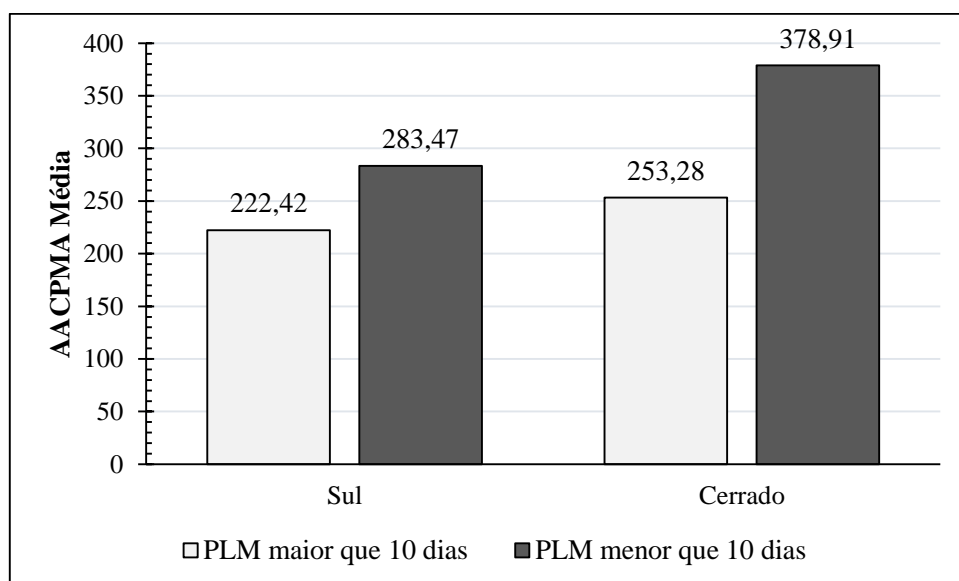
⁽¹⁾ Identificação da cultivar; ⁽²⁾ Período latente médio (em dias); ⁽³⁾ Dias após a emergência; ⁽⁴⁾ Área abaixo da curva de progresso da mancha-alvo; ⁽⁵⁾ Taxa de progresso;

⁽⁶⁾ Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para $p < 5\%$.

O período latente médio (PLM), composto pela diferença em dias entre a data da primeira inoculação e a confirmação dos primeiros sintomas, variou na média, entre 8,25 dias (BMX ULTRA IPRO e M 9144 RR) a 11,50 dias (TMG 1264 RR), sendo a média geral 9,64 dias para as cultivares do Cerrado e, para as cultivares do Sul, variou entre 8,50 dias (BRS 6203 RR e BMX GARRA IPRO) e 12 dias (CZ 15B64 RR), sendo a média geral 10,04 dias. Estes resultados assemelham-se aos apresentados por Picinini e Fernandes, (2003), que afirmam que em geral, os primeiros sintomas após a inoculação para *C. cassiicola* são detectados entre 7 e 10 dias.

Fazendo uma relação entre o agrupamento do PLM pelo teste de comparação de médias, e a área abaixo da curva de progresso da mancha-alvo (AACPMA) (Gráfico 1), constatou-se que as cultivares que apresentaram PLM médio superior a 10 dias, apresentaram menor evolução da doença durante o ciclo. Em contrapartida, as cultivares em que os primeiros sintomas após a inoculação apresentaram-se anteriormente aos 10 dias, obtiveram maiores níveis de doença, indicando que o menor período latente, proporciona uma evolução mais rápida e uma maior quantidade de inóculo para os ciclos subsequentes da doença, corroborando com estudos de Walker et al., (2014) e Martins et al., (2007).

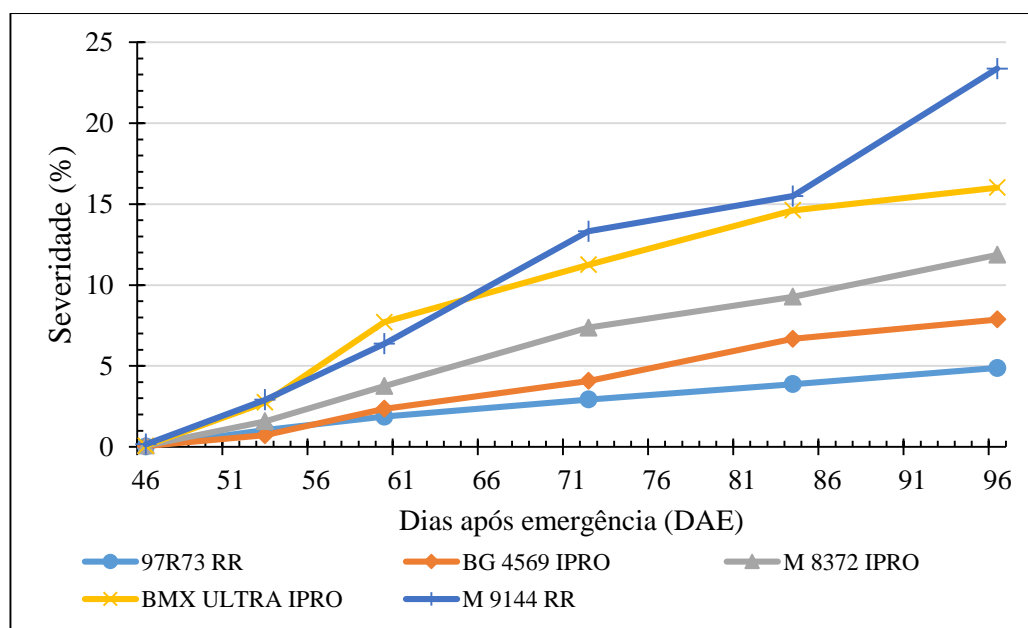
Gráfico 1 – Relação entre PLM (período latente médio) e AACPMA (área abaixo da curva de progresso de mancha-alvo) para as cultivares com recomendações para o Sul e Cerrado, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.



Fonte: Próprio autor.

Durante a condução do experimento, foram realizadas 6 avaliações de severidade (% de tecido foliar infectado) (Tabela 1 e 2). Conforme os testes de comparação de médias, desde o início dos sintomas, já houve diferenças significativas de severidade entre as cultivares. De acordo com trabalhos de Garcés-Fiallos; Forcelini (2013) e Navarini et al. (2007), as informações sobre severidade inicial são importantes pois, as cultivares que se apresentarem mais suscetíveis ao estabelecimento inicial dos patógenos, podem apresentar um risco maior para o controle químico. Segundo os autores, ao iniciar o programa de aplicações de fungicidas, com a presença significativa do patógeno nas plantas, as eficácias de controle são reduzidas (GARCÉS-FIALLOS; FORCELINI, 2013; NAVARINI et al., 2007). Conforme os valores de severidade, à medida que a doença evoluiu, as diferenças entre as cultivares foram se intensificando (Gráfico 2 e 3).

Gráfico 2 – Diferenças na evolução da severidade de mancha-alvo em cultivares de soja recomendadas para o Cerrado, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itara, RS.

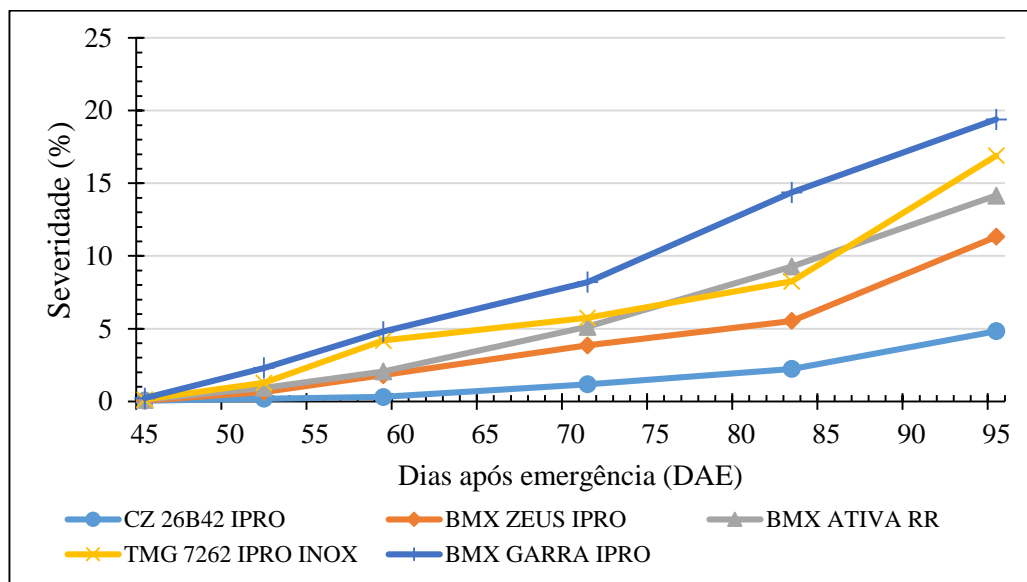


Fonte: Próprio autor.

Os valores máximos de severidade finais observados para as cultivares do Cerrado (Tabela 1) foram com a cultivar M 9144 RR, atingindo 23,37% de severidade, seguida pela cultivar CD 2728 IPRO, com 20,37%. Um resultado semelhante foi encontrado por Teramoto et al., (2013) para a cultivar M 9144 RR, que quando inoculada com o inóculo proveniente de Sorriso, MT, mesmo estado do Brasil de origem do isolado utilizado no estudo, obteve os maiores níveis de severidade de mancha-alvo. Os menores valores de severidade finais

atingidos para estes genótipos, foram as cultivares 97R73 RR e TEC 7022 IPRO, que atingiram apenas 4,87 e 6,02% de severidade, respectivamente. Para os genótipos do Sul (Tabela 2), os maiores valores de severidades finais foram com as cultivares BMX VALENTE RR e BMX GARRA IPRO, atingindo 20,35 e 19,40% de severidade final, respectivamente. Destas cultivares, as que apresentaram menores índices de severidade final foram BRS 246 RR (4,3%), FCEP 55 RR (4,38%), CZ 26B42 IPRO (4,83%) e CZ 16B39 LL (5,33%).

Gráfico 3 – Diferenças na evolução da severidade de mancha-alvo em cultivares de soja recomendadas para o Sul do Brasil, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.



Fonte: Próprio autor.

Analisando a variável AACPMA, esta pode ser considerada como uma representação da intensidade da doença ao longo do ciclo da cultura. Para os genótipos do Cerrado (Tabela 1), os maiores valores de AACPMA foram das cultivares M 9144 RR e CD 2728 IPRO com 567,53 e 545,91, respectivamente. Os menores valores foram das cultivares 97R73 RR, NS 7901 RR e TEC 7022 IPRO que apresentaram por esta ordem 135,91, 170,94 e 177,69. Em relação aos genótipos do Sul do Brasil (Tabela 2), as cultivares que apresentaram maiores valores de AACPMA foram as cultivares BRS 6203 RR (474,37), TMG 7067 IPRO INOX (464,55), TEC 7849 IPRO (450,39) e BMX GARRA IPRO (450,39). Os menores valores foram das cultivares CZ 26B42 IPRO e FCEP 55 que apresentaram por esta ordem 74,12 e 79,02. A partir destes resultados pode-se concluir que entre as cultivares do estudo, não há cultivares

com resistência completa para *C. cassiicola*, mas, é possível observar que há níveis de sensibilidade consideravelmente diferentes entre elas.

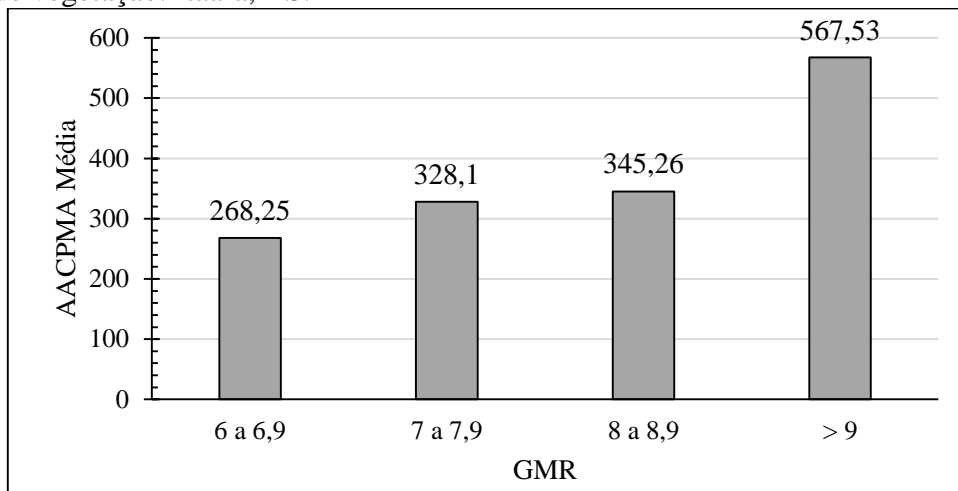
Em estudos de Teramoto et al. (2013), as doze cultivares de soja estudadas apresentaram variações aos isolados de *C. cassiicola*, o que provavelmente reflete a especificidade de cada cultivar frente à variabilidade do patógeno. No mesmo estudo, os autores concluíram que dentre as cultivares testadas, não foi observado resistência a *C. cassiicola*, porém, tiveram cultivares que apresentaram menores severidades. Em estudos de Almeida et al. (2013), com trinta cultivares, os autores encontraram oito materiais que se apresentaram como mais promissores para o cultivo regional, que apresentaram menores severidades de mancha-alvo, assim como em trabalhos de Melo et al., (2009).

De acordo com Miguel-Wruck et al. (2012), avaliações de 28 genótipos de soja convencional e 28 genótipos de soja transgênica, nos municípios de São Gabriel do Oeste (MS), Chapadão do Sul (MS) e Sorriso (MT) nas safras de 2009 e 2010, concluíram que genótipos apresentam grandes diferenças em severidade de mancha-alvo de acordo com as safras, porém, os padrões se mantiveram. Ao estudar oito cultivares sobre a reação de *C. cassiicola*, Ferreira Filho (2012), concluiu que as cultivares podem apresentar-se de forma diferente a diferentes parâmetros, como por exemplo, desfolha, incidência, número de lesões e tamanho de lesões.

Realizando uma relação entre as médias de AACPMA e os grupos de maturidade relativo (GMR) das cultivares (Gráficos 4 e 5), é possível observar que, em média, as cultivares que pertencem a maiores grupos de maturidade relativa, além de terem maior ciclo e maior permanência no campo estando suscetíveis ao ataque de patógenos por mais tempo, também apresentaram neste estudo maiores sensibilidades e possibilidades de evolução de *C. cassiicola*. Desta forma, os resultados estão de acordo com a indicação do FRAC (2018), que reitera como recomendação para o manejo integrado adequado de mancha-alvo, a utilização de cultivares de ciclo mais curto e com tolerância genética.

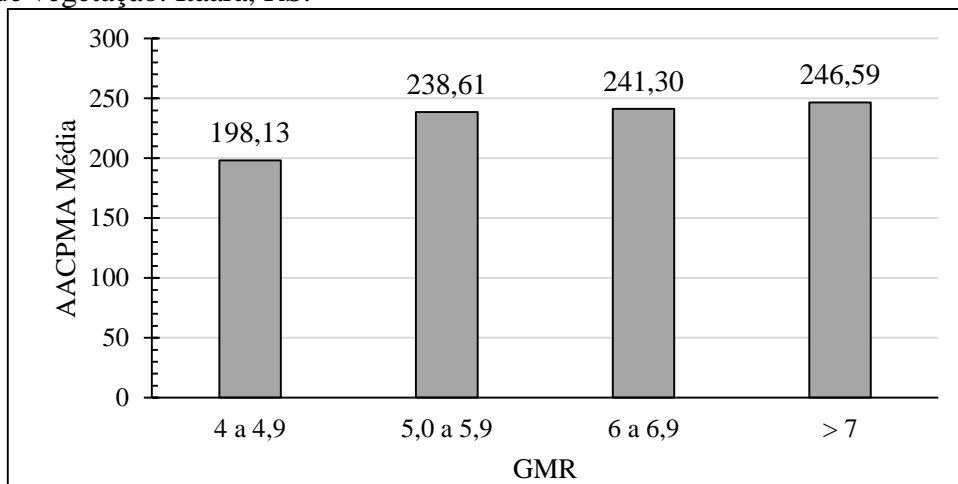
Com o objetivo de realizar um agrupamento de cultivares, visando identificar grupos com similaridade a reação de *C. cassiicola*, foi realizada uma análise multivariada de componentes principais e de algoritmo de K-means. Através da análise dos componentes principais (CP), os dois primeiros componentes (CP1 e CP2) das cultivares do Cerrado e do Sul do Brasil, envolveram 93,09 e 80,43% da variabilidade total, respectivamente. Desta forma, a dispersão das cultivares em planos cartesianos foi realizada utilizando apenas estes componentes.

Gráfico 4 – Relação entre GMR (grupo de maturação relativo) e AACPMA (área abaixo da curva de progresso de mancha-alvo) para as cultivares do Cerrado, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.



Fonte: Próprio autor.

Gráfico 5 – Relação entre GMR (grupo de maturação relativo) e AACPMA (área abaixo da curva de progresso de mancha-alvo) para as cultivares do Cerrado, sob condições de inoculação em casa de vegetação. Itaara, RS.



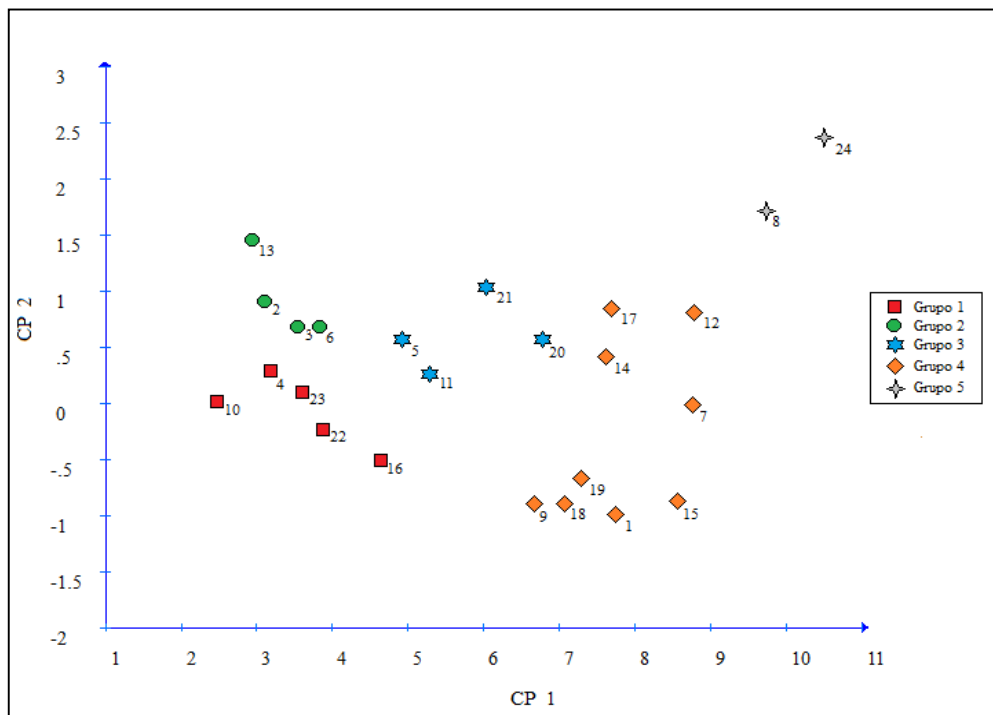
Fonte: Próprio autor.

Em ambas análises, tanto para as cultivares do Cerrado como as do Sul, a AACPMA foi a variável que mais contribuiu para a discriminação no CP1, e também, em ambas as análises, a severidade inicial (45 DAE para as cultivares do Sul e 46 DAE para as cultivares do Cerrado) foi a variável que mais teve correlação com o CP2. Em relação a taxa de progresso da doença (Tx), está foi uma variável que pouco contribuiu para a discriminação dos componentes principais, pois em algumas cultivares como por exemplo M 9144 RR, CD 2728 IPRO, TMG 7067 IPRO INOX, BMX GARRA IPRO, foram observados baixos valores de taxa de

progresso, mesmo apresentando severidades finais elevadas (95 e 96 DAE). Isto é explicado pelo fato da taxa de progresso considerar a severidade inicial (45 e 46 DAE) como referência para cálculo, ou seja, as cultivares que apresentarem severidades iniciais elevadas (que foi o caso destas cultivares) podem apresentar taxa de progresso baixas.

Através da plotagem dos escores dos componentes principais (CP1 e CP2) no plano cartesiano, e com o uso do método do algoritmo de K-means, encontrou-se a similaridade entre os parâmetros epidemiológicos explicativos das cultivares, formado-se os grupos, representados pelas diferentes cores e formas na Figura 1 (cultivares do Cerrado) e Figura 2 (cultivares do Sul). De acordo com a metodologia proposta por Joshi; Nalwade (2013), a formação de 5 grupos, foi suficiente e significativamente explicativa.

Figura 1 – Gráfico de dispersão no plano cartesiano e agrupamento pelo algoritmo de K-means, segundo os escores relativos dos componentes principais para as 24 cultivares de soja com adaptação para o Cerrado do Brasil, sob condições de inoculação de *Corynespora cassicola* em casa de vegetação. Itaara, RS.



Fonte: Próprio autor.

Na Figura 1 e na Tabela 3, estão dispostos os 5 grupos de sensibilidade de acordo com o algoritmo de K-means para as cultivares do Cerrado, sendo então 5 níveis, onde o grupo 1 é composto pelas cultivares com maiores valores de resistência parcial a *C. cassicola* e o grupo 5 composto pelas cultivares com maior sensibilidade, nesta ordem. No grupo 1 ficaram

dispostas 5 cultivares (20,83%), nos grupos 2 e 3 ficaram 4 cultivares cada um (16,67%), o grupo 4 é composto por 9 cultivares (37,5%) e o grupo 5 por 2 cultivares (8,33%).

Tabela 3 – Composição dos grupos de sensibilidade à *Corynespora cassicola* de 24 cultivares de soja com adaptação para o Cerrado do Brasil e respectiva AACPMA (variável que mais contribuiu para a variância do grau de sensibilidade). Itaara, RS.

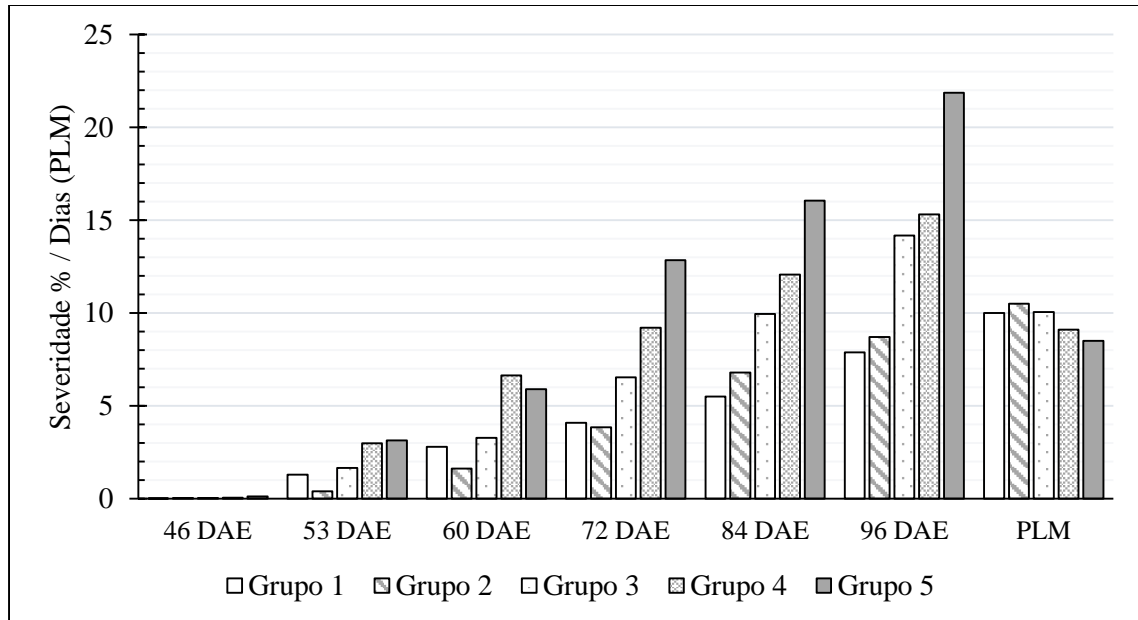
(continua)				(conclusão)			
GS ⁽¹⁾	ID ⁽²⁾	Cultivar	AACPMA ⁽³⁾	GS	ID	Cultivar	AACPMA
1	4	TEC 7022 IPRO	177,69	4	1	AS 3680 IPRO	407,40
	10	97R73 RR	135,91		7	BMX ULTRA IPRO	499,28
	16	TMG 1180 RR	257,48		9	BMX DESAFIO RR	367,30
	22	SYN 1585 IPRO	221,77		12	M 7739 IPRO	478,14
	23	SYN 1687 IPRO	198,88		14	BMX BÔNUS IPRO	408,00
Média do Grupo			198,34		15	BMX CERTA IPRO	490,38
2	2	TMG 1264 RR	193,60		17	TMG 2181 IPRO	419,27
	3	BG 4569 IPRO	203,76		18	M 8210 IPRO	388,59
	6	SYN 1366 IPRO	226,79		19	BRS 8280 RR	425,82
	13	NS 7901 RR	170,94	Média do Grupo			431,57
Média do Grupo			198,77	5	8	CD 2728 IPRO	545,91
3	5	BMX FOCO IPRO	290,66		24	M 9144 RR	567,53
	11	W 791 RR	308,53	Média do Grupo			556,72
	20	M 8349 IPRO	387,11				
	21	M 8372 IPRO	318,08				
Média do Grupo			326,09				

⁽¹⁾ Grupo de Sensibilidade; ⁽²⁾ Identificação da cultivar; ⁽³⁾ Área abaixo da curva de progresso da mancha-alvo.

Os grupos 1 e 2 são compostos pelas cultivares que apresentaram menores severidades de mancha-alvo durante o ciclo e também maiores valores de PLM (Gráfico 6), podendo ser consideradas como as cultivares do Cerrado de maior resistência parcial a *C. cassicola*. Tais cultivares podem ser uma alternativa importante para situações onde as condições ambientais são muito favoráveis a ocorrência de mancha-alvo, destacando-se nestes grupos as cultivares TEC 7022 IPRO, 97R73 RR, TMG 1180 RR, SYN 1585 IPRO e SYN 1687 IPRO, que compõem o grupo 1. É importante esclarecer que, apesar de os resultados sugerirem que o risco de epidemias nestas cultivares seja menor, não significa que outras práticas de manejo integrado devam ser descartadas.

As cultivares agrupadas no grupo 3 podem ser consideradas de sensibilidade moderada para mancha-alvo, de acordo com as cultivares estudadas, onde obteram-se valores médios de evolução da epidemia (Gráfico 6). Nos grupos 4 e 5 estão dispostas as cultivares com maiores níveis de sensibilidade a *C. cassicola*, onde apresentaram maiores severidades iniciais, severidades finais e menores valores de PLM (Gráfico 6). Destacam-se entre estes genótipos, as cultivares CD 2728 IPRO e M 9144 RR, que obtiveram os maiores valores de AACPMA neste experimento e compõem o grupo 5.

Gráfico 6 – Médias de severidades aos 46, 53, 60, 72, 84 e 96 DAE (dias após a emergência) e PLM (período latente médio) para cada grupo de sensibilidade formado de acordo com o algoritmo de K-means para as cultivares do Cerrado, sob condições de inoculação de *Corynespora cassicola* em casa de vegetação. Itaara, RS.

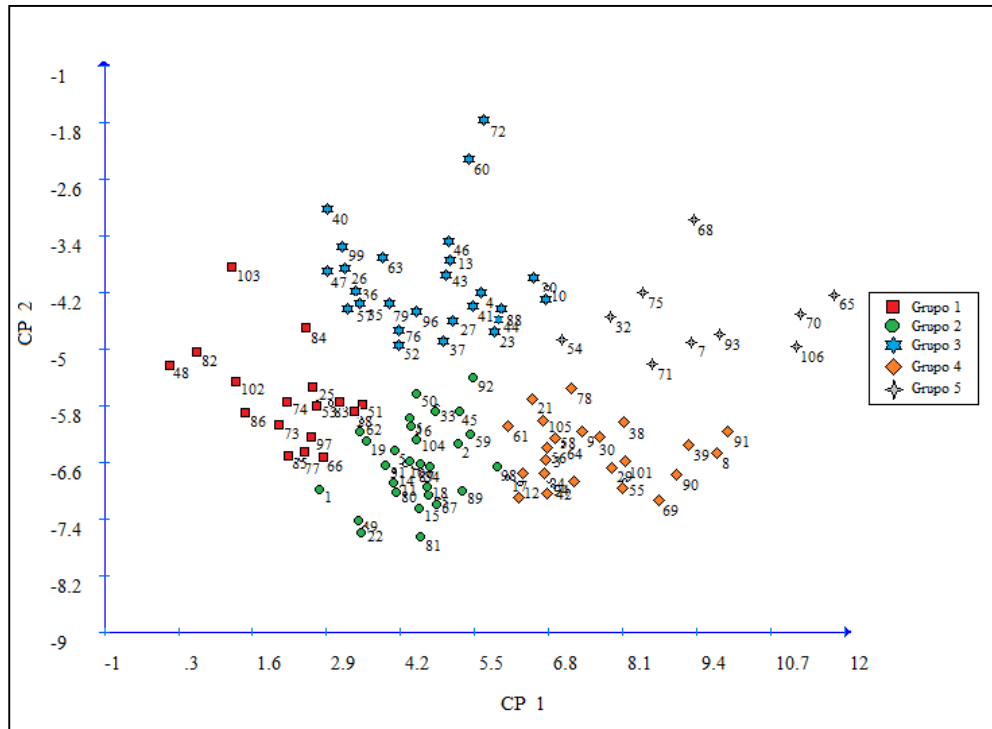


Fonte: Próprio autor.

Na Figura 2 e na Tabela 4, estão dispostos os 5 grupos de sensibilidade de acordo com o algoritmo de K-means para as cultivares do Sul do Brasil, sendo então 5 níveis, onde o grupo 1 é caracterizado pelas cultivares com maiores valores de resistência parcial a *C. cassicola* e o grupo 5 caracterizado pelas cultivares com maior sensibilidade, nesta ordem. No grupo 1 ficaram dispostas 17 cultivares (16,03 %), nos grupos 2 e 3 ficaram 28 cultivares cada um (26,42 %), o grupo 4 é composto por 23 cultivares (21,70 %) e o grupo 5 por 10 cultivares (9,43 %).

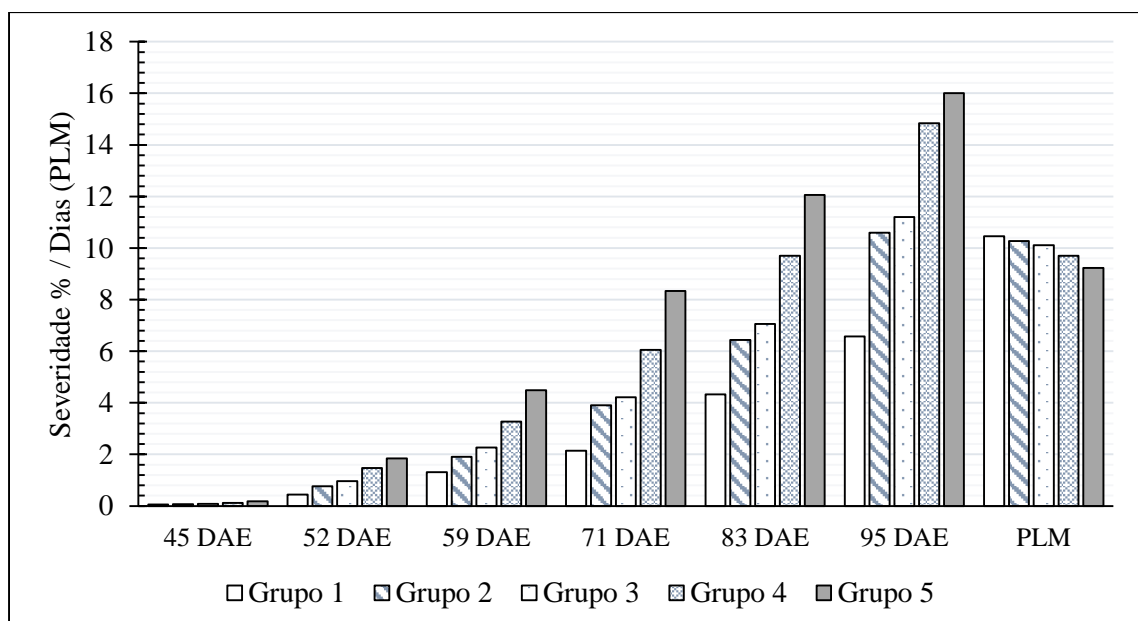
Os grupos 1 e 2 são compostos pelas cultivares que apresentaram menores severidades de mancha-alvo durante o ciclo e também maiores valores de PML para o Sul (Gráfico 7), podendo ser consideradas como as cultivares de maior resistência parcial a *C. cassicola* para estes genótipos. Destaca-se destes grupos as cultivares M 5705 IPRO, DM 57i52 IPRO, FCEP 55 RR, BMX VANGUARDA IPRO, AS 3610 IPRO, DM 6563 RSF IPRO, CZ 16B39 LL, AFS 110, GMX XIRU RR, CZ 26B42 IPRO, BMX FIBRA IPRO, NS 6535 IPRO, NS 6828 IPRO, BMX COMPACTA IPRO, CD 2694 IPRO, BRS 246 RR e NS 7300 IPRO, que compõem o grupo 1. As cultivares agrupadas no grupo 3 podem ser consideradas de sensibilidade moderada para mancha-alvo, de acordo com as cultivares estudadas do Sul do Brasil, onde obtiveram-se valores médios de evolução da epidemia e PML.

Figura 2 – Gráfico de dispersão no plano cartesiano e agrupamento pelo algoritmo de K-means, segundo os escores relativos dos componentes principais para as 106 cultivares de soja com adaptação para o Sul do Brasil, sob condições de inoculação de *Corynespora cassicola* em casa de vegetação. Itaara, RS.



Fonte: Próprio autor.

Gráfico 7 – Médias de severidades aos 45, 52, 59, 71, 83 e 95 DAE (dias após a emergência) e PLM (período latente médio) para cada grupo de sensibilidade formado de acordo com o algoritmo de K-means para as cultivares do Sul, sob condições de inoculação de *Corynespora cassicola* em casa de vegetação. Itaara, RS.



Fonte: Próprio autor.

Tabela 4 – Composição dos grupos de sensibilidade à *Corynespora cassicola* de 106 cultivares de soja com adaptação para o Sul do Brasil e respectiva AACPMA (variável que mais contribuiu para a variância do grau de sensibilidade). Itaara, RS.

(continua)				(conclusão)			
GS ⁽¹⁾	ID ⁽²⁾	Cultivar	AACPMA ⁽³⁾	GS	ID	Cultivar	AACPMA
1	25	M 5705 IPRO	159,31	3	37	BMX ALVO RR	216,89
	28	DM 57i52 IPRO	178,60		40	M 5947 IPRO	166,94
	48	FCEP 55 RR	79,02		41	ICS 1532 RR	255,09
	51	BMX VANGUARDA	179,79		42	TMG 7161 RR INOX	309,06
	53	AS 3610 IPRO	159,60		43	BMX DELTA IPRO	227,08
	66	DM 6563 RSF IPRO	160,46		44	CZ 15B92 IPRO	249,33
	73	CZ 16B39 LL	135,56		46	TMG 7060 INOX	228,41
	74	AFS 110	135,12		47	PRODUZA INOX	185,40
	77	GMX XIRU RR	138,57		52	DM 61159 IPRO	203,77
	82	CZ 26B42 IPRO	74,12		57	NS 6209 RR	194,04
	83	BMX FIBRA IPRO	142,15		60	TMG 7062 INOX	286,89
	84	NS 6535 IPRO	130,30		63	FPS URANO RR	208,60
	85	NS 6828 IPRO	117,11		72	SYN 1263 RR	297,96
	86	BMX COMPACTA	120,86		76	PRE 6336 RR	216,02
97	CD 2694 IPRO	138,05	79	BS 2640 RR	195,38		
102	BRS 246 RR	104,68	88	BMX PONTA IPRO	276,60		
103	NS 7300 IPRO	102,83	95	BMX ICONE IPRO	214,67		
	Média do Grupo	132,71	96	RK 6813 RR	204,56		
			99	NS 6906 IPRO	188,46		
1	NS 4309 IPRO	160,38	Média do Grupo				230,92
2	NS 4823 RR	235,89	3	AMS TIBAGI RR	312,66		
5	NS 5000 IPRO	207,17	8	NS 5258 RR	378,48		
6	BMX RAI0 IPRO	195,67	9	NS 5106 IPRO	298,88		
11	FTR 4153 IPRO	205,89	12	NS 5445 IPRO	270,20		
14	DM 53i54 IPRO	203,37	17	BMX ELITE IPRO	258,01		
15	BMX ZEUS IPRO	202,30	21	BRS 5601 RR	287,10		
16	95R51 RR	211,65	24	95Y72 RR	279,81		
18	95Y52	208,33	29	SYN 1257 RR	376,54		
19	SYN 13561 IPRO	186,20	30	FTR 2155 RR	306,11		
22	CZ 15B64 IPRO	198,03	38	NS 5959 IPRO	353,39		
31	M 5892 IPRO	192,16	39	M 5970 IPRO	382,40		
33	DM 5958 IPRO	211,20	55	TMG 7262 INOX	318,43		
34	BMX LANÇA IPRO	211,09	4	56	NS 6211 RR	317,25	
45	NS 6006 IPRO	259,73	58	GMX CANCHEIRO	319,61		
49	FTR 4160 IPRO	169,59	61	BMX TORNADO RR	289,25		
50	NS 6060 IPRO	217,10	64	ICS 1332 RR	301,52		
59	NA 5909 RG	268,88	69	LG 60163 IPRO INOX	327,60		
62	M 6210 IPRO	205,81	78	M 6410 IPRO	308,15		
67	FPS SOLAR IPRO	216,01	90	BMX POTENCIA RR	347,07		
80	CD 235 RR	212,16	91	BMX VALENTE RR	413,30		
81	CD 233 RR	184,89	94	NS 7000 IPRO	294,56		
87	NS 6601 IPRO	184,17	101	NS 6700 IPRO	325,64		
89	DM 66168 IPRO	274,53	105	FCEP 59 RR	289,38		
92	NS 6823 RR	221,82	Média do Grupo				319,79
98	96Y90	263,51	7	ICS 1032 RR	396,71		
100	GMX REDOMÃO RR	198,45	32	FPS ATALANTA	313,62		
104	SYN 13671 IPRO	206,67	54	TEC 5936 IPRO	314,77		
	Média do Grupo	211,16	65	BRS 6203 RR	474,37		
4	BMX VELOZ RR	257,85	68	TMG 7363 RR INOX	414,42		
10	NS 5160 IPRO	319,92	70	BMX GARRA IPRO	449,78		
13	ROTA 54 IPRO	226,35	5	71	TMG 7063 INOX	343,09	
20	BMX ATIVA RR	284,15	75	NS 6909 IPRO	345,90		
23	NS 5727 IPRO	266,00	93	TMG 7067 INOX	464,55		
26	AS 3575 IPRO	190,48	106	TEC 7849 IPRO	450,39		
27	AS 3570 IPRO	215,67	Média do Grupo				396,76
35	TMG 2158 IPRO	182,32					
36	SYN 1059 RR	197,89					

⁽¹⁾ Grupo de Sensibilidade; ⁽²⁾ Identificação da cultivar; ⁽³⁾ Área abaixo da curva de progresso da mancha-alvo.

Nos grupos 4 e 5 estão dispostas as cultivares com maiores níveis de sensibilidade a *C. cassiicola*, que apresentaram maiores severidades iniciais, severidades finais e menores valores de PLM (Gráfico 7). Destacam-se entre estes genótipos, as cultivares ICS 1032 RR, FPS ATALANTA, TEC 5936 IPRO, BRS 6203 RR, TMG 7363 RR INOX, BMX GARRA IPRO, TMG 7063 IPRO INOX, NS 6909 IPRO, TMG 7067 IPRO INOX e TEC 7849 IPRO como componentes do grupo 5 de sensibilidade. A cultivar BMX POTÊNCIA RR, caracterizada como uma cultivar que já foi muito semeada no Sul do Brasil, comportou-se como grupo 4 de sensibilidade, concordando com resultados de Teramoto et al., (2013), em que esta cultivar teve alta sensibilidade para a maioria dos inóculos testados.

Os motivos pelo qual houve níveis de severidade diferentes para as cultivares, tanto para as do Sul como as do Cerrado do Brasil, não foram estudadas neste trabalho. Diversos estudos mostram que cultivares apresentam diferenças em componentes, que podem dificultar o estabelecimento e desenvolvimento de patógenos, como por exemplo, maior espessura da epiderme e cutícula, parede celular com maior rigidez, maior teor de lignina, pilosidades, produção de metabólitos secundários, enzimas, entre outros (NÜRNBERGER et al., 2004; LOURENÇO et al., 2011; DALLAGNOL et al., 2018).

Os resultados deste trabalho, fornecem informações muito importantes a serem consideradas para um manejo adequado de mancha-alvo da soja. A escolha de cultivares pode influenciar diretamente o programa de controle, desde a escolha de fungicidas, momentos de início e intervalos das aplicações, e além disso, estas informações podem auxiliar em estudos genéticos para melhoristas, colaborando para a identificação de genótipos que possam contribuir para o melhoramento de cultivares de soja.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, nenhuma das cultivares estudadas apresentou resistência completa para *C. cassiicola*, mas, foi possível observar que há níveis de sensibilidade diferentes entre elas. Na análise multivariada, a AACPM e a severidade inicial foram as variáveis que mais contribuíram para a discriminação dos componentes principais, CP1 e CP2, respectivamente, proporcionando o agrupamento das cultivares pelo algoritmo de K-means em 5 grupos de sensibilidade. Estas informações indicam que a escolha da cultivar é uma boa estratégia para o manejo de *C. cassiicola* na soja, e, associada ao manejo cultural e químico, pode contribuir para diminuir a evolução da doença.

As cultivares que apresentam período latente médio inferior a 10 dias, apresentaram maiores níveis de doença, assim como, as cultivares que apresentaram maiores grupos de maturidade relativa, apresentaram maior sensibilidade e probabilidade de evolução e intensidade de *C. cassicola*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. A. et al. Desempenho agrônômico de linhagens e cultivares de soja frente a doenças foliares. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 56, n. 2, p. 88-94, 2013.

ALMEIDA, R.; de. FORCELINI, C. A.; GARCÉS-FIALLOS, F. R. Chemical control of foliar diseases in soybean depends on cultivar and sowing date. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.33, n.5, p.1188-1196, Sept./Oct. 2017.

AVOZANI, A. **Sensibilidade de *Corynespora cassiicola* isolados da soja à fungicidas *in vitro***. 2011. 135p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de Passo Fundo, 2011.

AZEVEDO, L. A. S de; JULIATTI, F. C.; BARRETO, M. Resistência de Genótipos de Soja à *Phakopsora Pachyrhizi*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 3, p. 252-257, 2007.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York. J. Wiley & Sons. 1990.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, 7 - Safra 2019/20 - N. 8- Oitavo levantamento, Maio, 2020.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4º ed. Viçosa: Ed. UFV, 514 p. 2012.

CRUZ, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**. v.38, n.4, p.547-552, 2016.

DALLAGNOL, L. J. et al. **Resistência genética de plantas a patógenos** [recurso eletrônico] / org – Pelotas : Ed. UFPel, 2018.

DANELLI, A. L. D.; REIS, E. M. Quantification of incubation, latent and infection periods of *Phakopsora pachyrhizi* in soybean, according to chronological time and degree days. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.42, n.1, p.11-17, Jan./Mar. 2016.

FARR, D.F.; ROSSMAN, A.Y. Fungal databases, **U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA**. Disponível em: < <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>>. Acesso em 5 maio. 2020.

FERNANDEZ, M. R. Manual para laboratório de fitopatologia. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993.128. (**EMBRAPA-CNPT. Documentos, nº6**).

FERREIRA FILHO, A. S. **Caracterização morfológica e enzimática de isolados de *Corynespora cassiicola* e reação de cultivares de soja à mancha-alvo**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, 2012.

FRAC. Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas - **FRAC** - Brasil. Informação preliminar sobre carboxamidas para mancha alvo. Holambra, SP: FRAC, 2018.

FRAC. Fungicide Resistance Action Committee - **FRAC**. Minutes of the 2019 QoI Working Group. Brussels, Belgium: FRAC, 2019. Disponível em: <<https://www.frac.info/working-group/qoi-fungicides>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

FUNDACRUZ. **Manual de difusión técnica de soja**. 5º edição, Bolivia: Santa Cruz, p. 84-102, 2006.

GARCÉS, F. R.; FORCELINI C. A. Controle comparativo da ferrugem asiática da soja com fungicida triazol ou mistura de triazol + estrobilurina. **Bioscience Journal** (UFU. Impresso), v. 29, p. 805-815, 2013.

GODOY, C. V. et al. Eficiência de fungicidas para o controle da mancha-alvo, *Corynespora cassiicola*, na safra 2012/13: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. **Embrapa Soja-Circular Técnica** (INFOTECA-E), 2012.

GODOY, C.V.; et al. Manual de Fitopatologia: v. 2. Doenças das plantas cultivadas. 5. ed. São Paulo: **Ceres**, 2016. p. 657- 675

GODOY, C. V. et al. Eficiência de fungicidas para o controle da mancha-alvo, *Corynespora cassiicola*, na cultura da soja, na safra 2018/19: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. **Embrapa Soja-Circular Técnica** (INFOTECA-E), 2019.

JOSHI K. D.; NALWADE P. S. Modified K-Means for Better Initial Cluster Centres. **International Journal of Computer Science and Mobile Computing** II 7 p.2, 2013.

LOURENÇO, H. A. de O. Anatomia foliar de diferentes cultivares de soja e sua relação com incidência e severidade de doenças. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 4, n. 3, p. 37-47, set./dez. 2011.

MARTINS, J. A. S. et al. Período latente e uso da análise de componentes principais para caracterizar a resistência parcial à ferrugem da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 4, p. 364-371, 2007.

MELLO, F. E. **Variabilidade genética e sensibilidade de *Corynespora kikuchii*, *Colletotrichum truncatum* e *Corynespora cassiicola* a fungicidas**. 232 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

MELO, M.M. de. **Produção de esporos e inoculação de *Corynespora cassiicola* em soja**. 2009. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Fitopatologia Passo Fundo) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2009.

MIGUEL-WRUCK D.S. et al. Seleção de linhagens de soja quanto a resistência de *Corynespora cassiicola* safras 2009/2010. **XXXII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil**, Resumos... São Pedro SP. pp. 120-122, 2012.

NAVARINI, L. et al. Controle Químico da Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) na cultura da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 2, p. 182-186, 2007.

NÜRNBERGER, T. et al. Innate immunity in plants and animals: striking similarities and obvious differences. **Immunological Reviews**, [S.l.], v.198, p.149.166, 2004.

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. Doenças de soja: diagnose, epidemiologia e controle. **Embrapa Trigo**-Documentos (INFOTECA-E), 2003.

TERAMOTO, A. et al. Reaction of soybean cultivars to *Corynespora cassiicola*. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, n. 1, p. 68-71, 2013.

TERAMOTO, A.; MEYER, M. C.; SUASSUNA, N. D.; CUNHA, M. G. In vitro sensitivity of *Corynespora cassiicola* isolated from soybean to fungicides and field chemical control of target spot. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 4, p. 281-289, 2017.

SANTOS, J. A. et al. Caracteres epidemiológicos e uso da análise de agrupamento para resistência parcial à ferrugem da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 3, p. 443-447, mar. 2007.

SNOW, J. P.; BERGGREN, G. T. Target spot: In: Compendium of soybean diseases. 3º edição. St Paul, Minnesota: **American Phytopathological Society**, p. 27-28, 1989.

SOARES, R. M.; GODOY, C. V.; OLIVEIRA, M; de. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha alvo da soja. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, n. 5, p. 333-338, 2009.

WALKER, D. R. et al. Soybean Germplasm Accession Seedling Reactions to Soybean Rust Isolates from Georgia. **Crop Science**, [Madison], v. 54, p. 1433-1447, jul./ago. 2014.

XAVIER, S. A.; CANTERI, M. G.; BARROS, D. C. M.; GODOY, C. V. Sensitivity of *Corynespora cassiicola* from soybean to carbendazim and prothioconazole. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, p. 431-435, 2013.

ZHU, Fadi et al. Occurrence, Distribution, and Characteristics of Boscalid-Resistant *Corynespora cassiicola* in China. **Plant disease**, v. 103, n. 1, p. 69-76, 2019.

ANEXO A – Cultivares utilizadas nos experimentos com adaptação para a região do Cerrado do Brasil, Itaara, RS.

ID ⁽¹⁾	Cultivar	GMR ⁽²⁾	ID ⁽¹⁾	Cultivar	GMR ⁽²⁾
1	AS 3680 IPRO	6.8	13	NS 7901 RR	7.9
2	TMG 1264 RR	6.8	14	BMX BÔNUS IPRO	7.9
3	BG 4569 IPRO	6.9	15	BMX CERTA IPRO	8.0
4	TEC 7022 IPRO	7.0	16	TMG 1180 RR	8.0
5	BMX FOCO IPRO	7.0	17	TMG 2181 IPRO	8.1
6	SYN 1366 IPRO	7.1	18	M 8210 IPRO	8.2
7	BMX ULTRA IPRO	7.5	19	BRS 8280 RR	8.2
8	CD 2728 IPRO	7.2	20	M 8349 IPRO	8.3
9	BMX DESAFIO RR	7.4	21	M 8372 IPRO	8.3
10	97R73 RR	7.7	22	SYN 1585 IPRO	8.5
11	W 791 RR	7.7	23	SYN 1687 IPRO	8.7
12	M 7739 IPRO	7.7	24	M 9144 RR	9.1

⁽¹⁾ Identificação da cultivar; ⁽²⁾ Grupo de maturidade relativa.

ANEXO B – Cultivares utilizadas nos experimentos com adaptação para a região do Sul do Brasil, Itaara, RS.

ID ⁽¹⁾	Cultivar	GMR ⁽²⁾	ID ⁽¹⁾	Cultivar	GMR ⁽²⁾
1	NS 4309 IPRO	4.2	54	TEC 5936 IPRO	6.1
2	NS 4823 RR	4.8	55	TMG 7262 IPRO INOX	6.2
3	AMS TIBAGI RR	5.0	56	NS 6211 RR	6.2
4	BMX VELOZ RR	5.0	57	NS 6209 RR	6.2
5	NS 5000 IPRO	5.0	58	GMX CANCHEIRO RR	6.2
6	BMX RAI0 IPRO	5.0	59	NA 5909 RG	6.2
7	ICS 1032 RR	5.0	60	TMG 7062 IPRO INOX	6.2
8	NS 5258 RR	5.2	61	BMX TORNADO RR	6.2
9	NS 5106 IPRO	5.2	62	M 6210 IPRO	6.2
10	NS 5160 IPRO	5.3	63	FPS URANO RR	6.2
11	FTR 4153 IPRO	5.3	64	ICS 1332 RR	6.2
12	NS 5445 IPRO	5.4	65	BRS 6203 RR	6.2
13	ROTA 54 IPRO	5.4	66	DM 6563 RSF IPRO	6.3
14	DM 53i54 IPRO	5.4	67	FPS SOLAR IPRO	6.3
15	BMX ZEUS IPRO	5.5	68	TMG 7363 RR INOX	6.3
16	95R51 RR	5.5	69	LG 60163 IPRO INOX	6.3
17	BMX ELITE IPRO	5.5	70	BMX GARRA IPRO	6.3
18	95Y52	5.5	71	TMG 7063 IPRO INOX	6.3
19	SYN 13561 IPRO	5.6	72	SYN 1263 RR	6.3
20	BMX ATIVA RR	5.6	73	CZ 16B39 LL	6.3
21	BRS 5601 RR	5.6	74	AFS 110	6.3
22	CZ 15B64 IPRO	5.6	75	NS 6909 IPRO	6.3
23	NS 5727 IPRO	5.7	76	PRE 6336 RR	6.4
24	95Y72 RR	5.7	77	GMX XIRU RR	6.4
25	M 5705 IPRO	5.7	78	M 6410 IPRO	6.4
26	AS 3575 IPRO	5.7	79	BS 2640 RR	6.4
27	AS 3570 IPRO	5.7	80	CD 235 RR	6.4
28	DM 57i52 IPRO	5.7	81	CD 233 RR	6.4
29	SYN 1257 RR	5.7	82	CZ 26B42 IPRO	6.4
30	FTR 2155 RR	5.8	83	BMX FIBRA IPRO	6.4
31	M 5892 IPRO	5.8	84	NS 6535 IPRO	6.5
32	FPS ATALANTA IPRO	5.8	85	NS 6828 IPRO	6.5
33	DM 5958 IPRO	5.8	86	BMX COMPACTA IPRO	6.5
34	BMX LANÇA IPRO	5.8	87	NS 6601 IPRO	6.6
35	TMG 2158 IPRO	5.8	88	BMX PONTA IPRO	6.6
36	SYN 1059 RR	5.9	89	DM 66i68 IPRO	6.6
37	BMX ALVO RR	5.9	90	BMX POTÊNCIA RR	6.7
38	NS 5959 IPRO	5.9	91	BMX VALENTE RR	6.7
39	M 5970 IPRO	5.9	92	NS 6823 RR	6.7
40	M 5947 IPRO	5.9	93	TMG 7067 IPRO INOX	6.7
41	ICS 1532 RR	5.9	94	NS 7000 IPRO	6.7
42	TMG 7161 RR INOX	5.9	95	BMX ICONE IPRO	6.8
43	BMX DELTA IPRO	5.9	96	RK 6813 RR	6.8
44	CZ 15B92 IPRO	5.9	97	CD 2694 IPRO	6.9
45	NS 6006 IPRO	5.7	98	96Y90	6.9
46	TMG 7060 IPRO INOX	6.0	99	NS 6906 IPRO	7.0
47	PRODUZA IPRO INOX	6.0	100	GMX REDOMÃO RR	7.0
48	FCEP 55 RR	6.0	101	NS 6700 IPRO	7.1
49	FTR 4160 IPRO	6.0	102	BRS 246 RR	7.2
50	NS 6060 IPRO	6.0	103	NS 7300 IPRO	7.3
51	BMX VANGUARDA IPRO	6.0	104	SYN 13671 IPRO	7.3
52	DM 61I59 IPRO	6.1	105	FCEP 59 RR	7.5
53	AS 3610 IPRO	6.1	106	TEC 7849 IPRO	7.8

⁽¹⁾ Identificação da cultivar; ⁽²⁾ Grupo de maturidade relativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, nenhuma das cultivares estudadas apresentou resistência completa para *Colletotrichum truncatum* e *Corynespora cassiicola*, mas ocorreram grandes variações de sensibilidade entre elas. Importante evidenciar que, estas variações de sensibilidade entre as cultivares, começaram a se apresentar logo no início das avaliações. As cultivares que apresentaram os primeiros sintomas anteriormente as demais, tanto para antracnose quanto mancha-alvo, possuíram maior evolução e progresso das doenças, atingindo maiores severidades finais.

Diante disto, ressalta-se que a escolha de cultivares é uma estratégia que pode ser considerada para manejo de antracnose e mancha-alvo na cultura soja. Associada ao manejo cultural e químico, esta tomada de decisão pode contribuir para diminuir a evolução inicial destas doenças e até mesmo ao longo do ciclo, podendo afetar o resultado do programa de controle, desde a escolha de fungicidas, momentos de início e intervalo de aplicações, e além disto, estas informações podem auxiliar em estudos genéticos para melhoristas, colaborando para a identificação de genótipos que possam contribuir para o melhoramento genético.

O monitoramento do progresso das doenças é importante para auxiliar na tomada de decisão do momento adequado de iniciar as práticas de controle e prevenção. Desta forma, as escalas diagramáticas de nervuras, pecíolos e legumes elaboradas neste trabalho e aplicadas nas avaliações dos parâmetros epidemiológicos de *C. truncatum*, mostraram-se adequadas e elevaram a eficiência para avaliação deste patógeno. As utilizações das escalas diagramáticas possibilitaram também, a formação de curvas de progresso de doença, que contribuíram para a discriminação dos componentes principais e proporcionaram o agrupamento das cultivares de soja. Estas escalas mostraram-se promissoras, permitindo auxiliar a comparação de experimentos sobre estudos epidemiológicos, métodos de controles, danos de produtividade, e a outras pesquisas futuras envolvendo a antracnose da soja.

Concluindo, a escolha de cultivares de soja é um fator importante que deve ser explorado pelo produtor, podendo se adequar ao manejo adotado e ao histórico da área, principalmente em função da grande diversidade de cultivares disponíveis no mercado e que apresentam diferentes níveis de sensibilidades a determinadas doenças conforme evidenciadas neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, S. A. M.; NUNES, C. C. Metodologia para elaboração de escalas diagramáticas para avaliação de doenças em planta. **Embrapa Uva e Vinho-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2012.
- BALARDIN, R. S. **Doenças da soja**. Santa Maria, Ed. do Autor, 2002. 107 p.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico. São Paulo: **Agronomica Ceres**, 289 p, 1996.
- CALZADA, C. T. et al. Sensitivity of *Colletotrichum truncatum* to four fungicides and characterization of thiabendazole-resistant isolate. **Plant Disease**, v. 99, n. 11, p. 1590-1595, 2015.
- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, 7 - Safra 2019/20 - N. 8- Oitavo levantamento, Maio, 2020.
- COSTA, I.F.D.; BALARDIN, R.S.; MEDEIROS, L.A.M.; LENZ, G.; GOULART, C.A.; ZEMOLIN, C.R., SILVA, T.M.B. Reação de germoplasma comercial de soja a *Colletotrichum truncatum*. **Tropical Plant Pathology**, 2009.
- DIAS, M. D. **Etiologia, diversidade do agente causal e controle da antracnose da soja**. Tese de Doutorado. Brasília, p. 146 il. 2014.
- DIAS, M. D.; PINHEIRO, V. F.; CAFÉ-FILHO, A. C. Impact of anthracnose on the yield of soybean subjected to chemical control in the north region of Brazil. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 1, p. 18-23, 2016.
- FAOSTAT (2019). Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat>>. Acesso em 07 out. 2019.
- FOYER, Christine H. et al. Modelling predicts that soybean is poised to dominate crop production across Africa. **Plant, cell & environment**, v. 42, n. 1, p. 373-385, 2019.
- FRAC. Fungicide Resistance Action Committee - **FRAC**. Minutes of the 2019 QoI Working Group. Brussels, Belgium: FRAC, 2019. Disponível em: <<https://www.frac.info/working-group/qoi-fungicides>>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- FRAC. Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas - **FRAC** - Brasil. Informação preliminar sobre carboxamidas para mancha alvo. Holambra, SP: FRAC, 2018.
- GAI, R. P. **Resposta de cultivares de soja a programas de controle de doenças**. 2013. 71 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.
- GODOY, C. V. et al. Eficiência de fungicidas para o controle da mancha-alvo, *Corynespora cassiicola*, na safra 2012/13: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. **Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2012.

GODOY, C. V. et al. Doenças da soja. **Manual de Fitopatologia**, v. 2, p. 657-676, 2016.

GODOY, C. V. et al. Eficiência de fungicidas para o controle da mancha-alvo, *Corynespora cassiicola*, na cultura da soja, na safra 2018/19: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. **Embrapa Soja-Circular Técnica** (INFOTECA-E), 2019.

HARTMAN, G.L.; SINCLAIR, J.B.; RUPE, J.C. Compendium of Soybean Diseases, 4ed, St. Paul, Minnesota: **APS Press**, 1999.

LANGENBACH, C. et al. Fighting asian soybean rust. **Frontiers in Plant Science**. [S.l.], v. 7, n. 797, p. 1-13, jun. 2016.

MARINHO, L. M. A. et al. Antracnose: Prevenção Eficiente. **Cultivar Grandes Culturas**, ed. 187, Dez, 2014.

MELLO, F. E. **Variabilidade genética e sensibilidade de *Cercospora kikuchii*, *Colletotrichum truncatum* e *Corynespora cassiicola* a fungicidas**. 232 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

MIGUEL-WRUCK D.S. et al. Seleção de linhagens de soja quanto a resistência de *Corynespora cassiicola* safras 2009/2010. **XXXII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil**, Resumos. São Pedro SP. pp. 120-122, 2012.

NIKS, R. E.; QI, X.; MARCEL, T. C. Quantitative Resistance to Biotrophic Filamentous Plant Pathogens: Concepts, Misconceptions, and Mechanisms. **Annual Review of Phytopathology**, [S.l.], v. 53, p. 1-26, may. 2015.

POTI, Teeranai et al. Detection and molecular characterization of carbendazim-resistant *Colletotrichum truncatum* Isolates causing anthracnose of soybean in Thailand. **Journal of Phytopathology**, v. 168, n. 5, p. 267-278, 2020.

RAMDIAL, H.; DE ABREU, K.; RAMPERSAD, S. N. Fungicide sensitivity among Isolates of *Colletotrichum truncatum* and *Fusarium incarnatum-equiseti* species complex infecting bell pepper in Trinidad. **The plant pathology journal**, v. 33, n. 2, p. 118, 2017.

REIS, E.M.; REIS, C.A.; CASA, R.T. Antracnose. In: E.M. Reis; R.T. Casa. (Org.). Doenças da soja: etiologia, sintomatologia, diagnose e manejo integrado. Passo Fundo: **Berthier**, 2012, v. 1, p. 191-198.

ROGÉRIO, F. et al. Phylogeny and variability of *Colletotrichum truncatum* associated with soybean anthracnose in Brazil. **Journal of applied microbiology**, v. 122, n. 2, p. 402-415, 2017.

SILVA, J. V. C. et al. Soybean cultivar performance in the presence of soybean Asian rust, in relation to chemical control programs. **European Journal of Plant Pathology**, [Wageningen], v. 131 p. 409-418, Jun. 2011.

SOUZA, R. T. de. **Reação de cultivares e controle da antracnose em soja**. Tese (Doutorado em agronomia). Universidade de Passo Fundo, 2009.

TERAMOTO, A.; MEYER, M. C.; SUASSUNA, N. D.; CUNHA, M. G. In vitro sensitivity of *Corynespora cassiicola* isolated from soybean to fungicides and field chemical control of target spot. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 4, p. 281-289, 2017.

XAVIER, S. A.; CANTERI, M. G.; BARROS, D. C. M.; GODOY, C. V. Sensitivity of *Corynespora cassiicola* from soybean to carbendazim and prothioconazole. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, p. 431-435, 2013.