

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

**Pablo Tuzi Serafini**

**PARÂMETROS QUANTITATIVOS DA RESISTÊNCIA PARCIAL À *Phakopsora*  
*pachyrhizi* MEDIDOS EM CULTIVARES DE SOJA**

Santa Maria, RS  
2019

**Pablo Tuzi Serafini**

**PARÂMETROS QUANTITATIVOS DA RESISTÊNCIA PARCIAL À *Phakopsora*  
*pachyrhizi* MEDIDOS EM CULTIVARES DE SOJA**

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

Orientador: PhD. Ricardo Silveiro Balardin

Santa Maria, RS  
2019

Serafini, Pablo Tuzi  
PARÂMETROS QUANTITATIVOS DA RESISTÊNCIA PARCIAL À  
Phakopsora pachyrhizi MEDIDOS EM CULTIVARES DE SOJA /  
Pablo Tuzi Serafini.- 2019.  
91 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, 2019

1. Ferrugem asiática da soja 2. Resistência parcial  
3. Agrupamento I. Balardin, Ricardo Silveiro II. Título.

**Pablo Tuzi Serafini**

**PARÂMETROS QUANTITATIVOS DA RESISTÊNCIA PARCIAL À *Phakopsora*  
*pachyrhizi* MEDIDOS EM CULTIVARES DE SOJA**

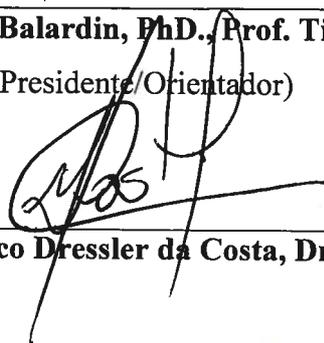
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração de Biotecnologia e Manejo de Organismos em Sistemas Agrícolas, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**.

**Aprovado em 12 de fevereiro de 2019:**



**Ricardo Silveiro Balardin, PhD., Prof. Titular (UFSM)**

(Presidente/Orientador)



**Ivan Francisco Dressler da Costa, Dr. (UFSM)**



**Mônica Paula Debortoli, Dra. (Instituto Phytus)**

Santa Maria, RS  
2019

## AGRADECIMENTOS

No início deste desafio, eu sabia que seria muito difícil e que precisaria da ajuda de muitas pessoas para que eu pudesse obter êxito na condução e conclusão do mestrado, então eu agradeço:

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.

Ao meu orientador Ricardo Balardin por ter me aceitado como aluno, pelos ensinamentos técnicos e principalmente pelos conselhos pessoais que contribuíram muito para minha formação profissional e pessoal.

Aos meus pais, irmãos e demais familiares que me apoiaram na decisão de continuar estudando após a graduação.

Aos gestores do Instituto Phytus por permitirem que eu conduzisse meu experimento nas dependências da empresa, disponibilizando apoio e estrutura.

A diretora de pesquisa do Instituto Phytus, Monica Paula Debortoli pelas orientações técnicas na condução do experimento.

A equipe do Instituto Phytus pelo auxílio na condução do experimento, Simoni Minuzzi, Máine Lerner, Felipe Frigo, Pedro Cadore, Rafael Aita, Leonardo Furlani, Vanderson Milbradt, Paulo Lopez, Guilherme Munareto, Angélica Marian, Vani Nascimento, Antônio dos Santos, Diogo Patias, Anderson Dias, Caroline Goulart e Josiane Dias.

Aos professores e funcionários da UFSM que de alguma forma me ajudaram nesta jornada.

## RESUMO

### PARÂMETROS QUANTITATIVOS DA RESISTÊNCIA PARCIAL À *Phakopsora pachyrhizi* MEDIDOS EM CULTIVARES DE SOJA

AUTOR: Pablo Tuzi Serafini  
ORIENTADOR: Ricardo Silveiro Balardin

O aumento da produção de alimentos vem sendo um dos principais temas norteadores do debate público sobre o progresso humano. A cultura da soja, por ser uma espécie de potencial para alimentação humana e animal, é atualmente uma das mais importantes *commodities* agrícolas do mundo. No Brasil o sistema de produção de soja evoluiu bastante nas últimas quatro décadas, permitindo consideráveis ganhos de produtividade neste período. Apesar disso, a cultura tem enfrentado diversos entraves na busca por maiores platôs produtivos, com destaque para a ocorrência de doenças fúngicas, e, em especial a ferrugem asiática da soja (FAS) (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow), uma doença altamente danosa a esta cultura. Diversas estratégias podem ser empregadas no manejo de ferrugem, dentre elas o uso de cultivares menos suscetíveis tem sido recomendada como uma prática economicamente viável e ambientalmente mais sustentável, além de ser um ser uma importante ferramenta auxiliar à outras práticas, como o controle químico. Partindo-se deste princípio, o objetivo deste trabalho foi avaliar a reação de cultivares de soja à *P. pachyrhizi*. Para tanto, dois experimentos de campo foram conduzidos nas safras 2016/17 e 2017/18, com 76 e 92 cultivares de soja, respectivamente. Os parâmetros estudados no campo foram severidade de ferrugem em diferentes estádios, número de urédias e lesões cm<sup>-2</sup>, número de urédias por lesão, taxa de progresso da ferrugem e área abaixo da curva de progresso da ferrugem. Os resultados foram submetidos a análise de variâncias e a um teste de componentes principais. Posteriormente as cultivares foram agrupadas pelo método K-means, de acordo com a similaridade nos parâmetros avaliados. Ainda, um terceiro experimento foi conduzido em casa de vegetação, onde 92 cultivares foram semeadas com o objetivo de estimar o período latente médio de *P. pachyrhizi* nas mesmas cultivares do ensaio de campo. O maior número de avaliações permitiu melhor discriminação das cultivares através da estimativa da taxa de progresso da ferrugem. A maior diferenciação das cultivares ocorreu nas avaliações sub condições de média epidemia. Cultivares de maior resistência parcial apresentaram baixa taxa de progresso de ferrugem, especialmente durante o período de enchimento de grãos, influenciando a intensidade final da doença.

**Palavras-chave:** Ferrugem asiática da soja. Resistência parcial. Agrupamento.

## ABSTRACT

### QUANTITATIVE PARAMETERS OF PARTIAL RESISTANCE TO *Phakopsora pachyrhizi* MEASURED ON SOYBEAN CULTIVARS

AUTHOR: Pablo Tuzi Serafini  
ADVISER: Ricardo Silveiro Balardin

The increase in food production has been one of the major subjects driving the debates about human progress. Currently, due its potential to human and animal feeding, soybean crop is one of the most important agricultural commodities worldwide. In Brazil, the soybean production system has developed considerably in the past four decades, enabling remarkable gains on crop yield over this period. Nevertheless, soybean crop has faced several hinders in the pursuit of higher yields potential, with especial attention to the occurrence of fungal diseases, especially Asian Soybean Rust (ASR) (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow), a highly damaging disease to this crop. Numerous strategies may be applied to ASR management, among them the use of less susceptible cultivars has been recommended as economic viable and more environmentally sustainable alternative, furthermore it may be a complementary technique to contribute to other practices such as chemical control. This study aimed to assess soybean cultivar reaction to *P. pachyrhizi*. To do so, two field trials were carried out in the 2016/17 and 2017/18 crop seasons with 76 and 92 soybean crop cultivars, respectively. The parameters evaluated were rust severity, number of uredines and lesions  $\text{cm}^{-2}$ , rust progress rate and area under rust progress curve. The results were submitted to variance analyses and the principal component analysis. The cultivars were clustered through the K-means method into groups accordingly to the similarity of the assessed parameters. Yet, a third experiment was carried out under greenhouse conditions where 92 cultivars were sown aiming to estimate the mean latent period of *P. pachyrhizi* in the same materials grown in field conditions. A greater number of assessments enabled a better discrimination of the cultivars through estimating the rust progress rate. The greater cultivar differentiation has occurred in the assessments under the middle epidemic outbreak. Cultivars presenting greater partial resistance showed lower rust progress rate, especially during the grain filling period, influencing the disease intensity at the end of the crop cycle.

**Key-words:** Asian soybean rust. Partial resistance. Clustering.

## LISTA DE ANEXOS

Anexo A – Exemplificação da distribuição das unidades experimentais nos experimentos de campo das safras 2016/17 e 2017/18 em Itaara, RS .....	76
Anexo B – Apresentação das cultivares semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS .....	77
Anexo C – Apresentação das cultivares semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS .....	78
Anexo D – Teste de normalidade dos erros pelo teste de Lilliefors aplicado as variáveis estudadas nas safras 2016/17 e 2017/18 em Itaara, RS. ....	79
Anexo E – Teste de normalidade dos erros pelo teste de Lilliefors aplicado a variável Período de Latência, em ambiente controlado na safra 2017/18 em Itaara, RS .....	79
Anexo F – Condições meteorológicas ocorrentes durante a condução do experimento na safra 2016/17 .....	80
Anexo G – Condições meteorológicas ocorrentes durante a condução do experimento na safra 2017/18 .....	80

## LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A – Severidade de ferrugem asiática aos 67 dias após a emergência (67 DAE) em cultivares de soja semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS.....	81
Apêndice B – Severidade de ferrugem asiática aos 74 dias após a emergência (74 DAE) em cultivares de soja semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS.....	82
Apêndice C – Severidade de ferrugem asiática aos 80 dias após a emergência (80 DAE) em cultivares de soja semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS.....	83
Apêndice D – Severidade de ferrugem asiática aos 69 dias após a emergência (Sev 69 DAE) em cultivares de soja semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.....	84
Apêndice E – Severidade de ferrugem asiática aos 75 dias após a emergência (Sev 75 DAE) em cultivares de soja semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.....	85
Apêndice F – Severidade de ferrugem asiática aos 82 dias após a emergência (Sev 82 DAE) em cultivares de soja semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.....	86
Apêndice G – Severidade de ferrugem asiática aos 95 dias após a emergência (Sev 95 DAE) em cultivares de soja semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.....	87
Apêndice H – Número de Lesões por cm <sup>2</sup> em folíolos de cultivares soja cultivadas na safra 2017/18 em Itaara, RS .....	88
Apêndice I – Escores dos Componentes Principais 1 e 2 (CP1 e CP2) para cada cultivar estudada na safra 2016/17 em Itaara, RS.....	89
Apêndice J – Escores dos Componentes Principais 1 e 2 (CP1 e CP2) para cada cultivar estudada na safra 2017/18 em Itaara, RS.....	90

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Escala diagramática para avaliação de severidade de ferrugem asiática da soja ( <i>Phakopsora pachyrhizi</i> ) .....	23
Figura 2 – Gráfico de dispersão no plano cartesiano, segundo os escores relativos obtidos para as 76 cultivares semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS .....	48
Figura 3 – Gráfico de dispersão no plano cartesiano, segundo os escores relativos obtidos para as 92 cultivares semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS .....	49
Figura 4 – Evolução da severidade de FAS em cultivares de soja dos diferentes grupos formados (Figura 4A) e média de evolução nos cinco grupos (Figura 4B) para a safra 2016/17 em Itaara, RS .....	59
Figura 5 – Evolução da severidade de FAS em cultivares de soja dos diferentes grupos formados (Figura 5A) e média de evolução nos cinco grupos (Figura 5B) para a safra 2016/17 em Itaara, RS .....	60

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Datas das avaliações, estádios fenológicos e idade da cultura em dias após a emergência (DAE) nas safras 2016/17 e 2017/18 em Itaara, RS .....	23
Tabela 2 – Apresentação das estatísticas obtidas na análise de variâncias (ANOVA) para cada variável avaliada em Itaara, RS, na safra 2016/17. ....	29
Tabela 3 – Apresentação das estatísticas obtidas na análise de variâncias (ANOVA) para cada variável avaliada em Itaara, RS, na safra 2017/18 .....	29
Tabela 4 – Severidade de ferrugem asiática aos 60 dias após a emergência (Sev 60 DAE) em cultivares de soja semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS.....	31
Tabela 5 – Severidade de ferrugem asiática aos 63 dias após a emergência (Sev 63 DAE) em cultivares de soja semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.....	32
Tabela 6 – Severidade de ferrugem asiática aos 87 dias após a emergência (Sev 87 DAE) em cultivares de soja semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS.....	34
Tabela 7 – Severidade de ferrugem asiática aos 88 dias após a emergência (Sev 88 DAE) em cultivares de soja semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.....	36
Tabela 8 – Número de Urédias por cm <sup>2</sup> em folíolos de cultivares soja semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS .....	37
Tabela 9 – Número de Urédias por cm <sup>2</sup> em folíolos de cultivares soja semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS .....	39
Tabela 10 – Taxa de Progresso da Ferrugem (Tx) estimada para as cultivares de soja semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS.....	41
Tabela 11 – Taxa de Progresso da Ferrugem (Tx) estimada para as cultivares de soja semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.....	42
Tabela 12 – Área Abaixo da Curva de Progresso da ferrugem (AACPF) das cultivares semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS.....	44
Tabela 13 – Médias da Área Abaixo da Curva de Progresso da ferrugem (AACPF) das cultivares semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.....	45
Tabela 14 – Estimativa dos autovalores, variância explicada e acumulada associados a cada um dos Componentes Principais (CP) referentes às variáveis avaliadas nas cultivares semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS .....	46

Tabela 15 – Estimativa dos autovalores, variância explicada e acumulada associados a cada um dos Componentes Principais (CP) referentes às variáveis avaliadas nas cultivares semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS .....	46
Tabela 16 – Coeficiente de ponderação associado à cada variável para cada um dos Componentes Principais (CP) referentes às variáveis avaliadas nas cultivares semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS .....	47
Tabela 17 – Coeficiente de ponderação associado à cada variável para cada um dos Componentes Principais (CP) referentes às variáveis avaliadas nas cultivares semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS .....	47
Tabela 18 – Escores médios dos Componentes Principais 1 e 2 (CP1 e CP2) para cada grupo formado nas safras 2016/17 e 2017/18 em Itaara, RS .....	49
Tabela 19 – Composição dos Grupos 1, 2 e 3 para cultivares semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS .....	50
Tabela 20 – Composição dos Grupos 4 e 5 para cultivares semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS .....	52
Tabela 21 – Composição dos Grupos 1 e 2 para cultivares semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS .....	54
Tabela 22 – Composição do Grupo 3 para cultivares semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS .....	55
Tabela 23 – Composição dos Grupos 4 e 5 para cultivares semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS .....	56
Tabela 24 – Análise de variâncias (ANOVA) para variável Período de Latência estimada em ambiente controlado em Itaara, RS, na safra 2018/19 .....	63
Tabela 25 – Período Latente Médio estimado em dias após a inoculação em cultivares de soja semeadas em ambiente controlado, na safra 2018/19 em Itaara, RS.....	64

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
3.1	EXPERIMENTOS CONDUZIDOS A CAMPO.....	24
3.2	EXPERIMENTO CONDUZIDO EM CASA DE VEGETAÇÃO.....	29
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
4.1	RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS CONDUZIDOS A CAMPO.....	33
4.1.1	ANÁLISE DE VARIÂNCIAS E COMPARAÇÃO DE MÉDIAS.....	34
4.1.2	ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS E AGRUPAMENTO DE CULTIVARES .....	52
4.2	RESULTADOS DO EXPERIMENTO CONDUZIDO EM CASA DE VEGETAÇÃO ...	63
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>70</b>
<b>6</b>	<b>REFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>72</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>76</b>
<b>8</b>	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>81</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento da produção de alimentos tem sido um dos principais assuntos a permearem os debates sobre o desenvolvimento humano no século XXI. Nas últimas décadas, tanto no Brasil quanto no mundo, consideráveis avanços foram obtidos na área das ciências agrícolas (FREITAS & MENDONÇA, 2016). Na atualidade, a cultura da soja (*Glycine max Merril L.*) apresenta-se como uma das mais importantes *commodities* agrícolas do mundo. O alto teor de proteínas e óleos presente no grão de soja lhe confere um importante papel na alimentação humana e animal, sendo também importante na produção de biocombustíveis (ABIOVE, 2017).

No Brasil, a soja apresentou grande expansão da produção nas últimas quatro décadas. Em estudo conduzido pela Conab (2017), foi relatado um aumento da produção brasileira de 12,14 mil toneladas em 1976/77 para 95,4 milhões de toneladas na safra 2015/16, crescimento de 785%. O país é atualmente o segundo maior produtor do mundo, com uma área semeada de aproximadamente 35 milhões de hectares e uma produção estimada em 119,28 milhões de toneladas para a safra 2016/17, aumento de 15,4% em relação ao ano anterior (CONAB, 2018).

O aumento da produção ocorreu não somente através da expansão da área de cultivo, mas também pelos consideráveis ganhos de produtividade na cultura. A produtividade média da cultura aumentou de 1500 Kg ha<sup>-1</sup> em 1976/77 para aproximadamente 3000 Kg ha<sup>-1</sup> na safra 2015/16 (CONAB, 2017). Sendo que produtividades acima de 6000 Kg/ha têm sido relatadas (CESB, 2016). A obtenção de tais ganhos foi possível em função dos consideráveis investimentos em melhoramento genético, biotecnologia, difusão de informação e aprimoramento das técnicas de cultivo, tais como, sistema de semeadura direta, uso eficiente de fertilizantes e do manejo fitossanitário.

A constante busca por maiores produtividades enfrenta diversas barreiras, sendo os problemas fitossanitários um dos principais limitantes da cultura da soja, com destaque para a ocorrência de doenças fúngicas que geram perdas importantes à esta cultura. No Brasil, ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sydon), oídio (*Erysiphe difusa*), mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), cancro da haste (*Diaporthe phaseolorum*), antracnose (*Coletotrichum truncatum*), mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*), septoriose (*Septoria glycines*), mancha-púrpura (*Cercospora kikuchii*), mancha olho-de-rã (*Cercospora sojina*), cancro bacteriano (*Clavibacter michiganensis*) estão entre as principais doenças ocorrentes na cultura da soja (HENNING et al., 2014).

No processo de melhoramento da cultura, conquistas importantes na área de manejo de doenças foram obtidas, coma resistência às doenças mancha olho-de-rã, pústula bacteriana e cancro da haste (DALL'AGNOL et al., 2016). Atualmente a ferrugem asiática da soja (FAS) é a principal doença ocorrente na cultura, ocorrendo em todas as regiões produtoras do Brasil. Esta doença foi relatada pela primeira vez no país no ano de 2001 e tem sua ocorrência atrelada principalmente às variáveis meteorológicas (ALVES et al., 2007; DEL PONTE et al., 2006; TSUKAHARA et al., 2008).

A aplicação de fungicidas destaca-se como o principal método de controle da FAS (GARCÉS-FIALLOS & FORCELINI, 2013). O controle químico visa principalmente a proteção do tecido foliar contra a infecção do patógeno *P. pachyrhizi*, mantendo uma área foliar sadia durante períodos importantes do ciclo da cultura. Além da aplicação de fungicidas, outras práticas de manejo integrado têm sido eficientemente empregadas no manejo desta doença, destacando-se antecipação de semeadura, arranjo espacial de plantas, e, com maior destaque, o uso de cultivares menos sensíveis (GODOY et al., 2016).

A eficiência do manejo químico por meio de fungicidas é influenciada por diversos fatores. O estágio fenológico da primeira aplicação de fungicida (GODOY et al., 2009; NAVARINI et al., 2007), assim como volume da calda de aplicação e do tipo de pontas de pulverização têm grande influência sobre a eficiência do manejo químico (CUNHA et al., 2006; CUNHA et al., 2008).

Nos últimos anos, diversos trabalhos têm demonstrado diferenças genéticas de cultivares nos níveis de suscetibilidade a *P. pachyrhizi* e responsividade ao controle químico (ALMEIDA et al., 2017; CRUZ, T et al., 2012; KOGA et al., 2011; NAVARINI et al., 2007; SILVA et al., 2011). Sendo que o conhecimento do comportamento das cultivares de soja em presença de *Phakopsora pachyrhizi* pode ser considerado na definição dos programas de controle, propiciando a aplicação de fungicidas ajustados a cada cultivar e situação de pressão de inóculo.

Assim, o objetivo deste trabalho foi conduzir um estudo relacionado aos parâmetros quantitativos da resistência de parcial de cultivares de soja ao patógeno *P. pachyrhizi*, bem como realizar um agrupamento destas cultivares de acordo com a similaridade nos parâmetros estudados.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Nas últimas décadas, com a expansão da produção de soja nas principais regiões produtoras do Brasil, e, principalmente com o cultivo por vários anos consecutivos em uma mesma área, a ocorrência de doenças na cultura tem se intensificado, tornando-se uma das principais barreiras aos avanços da produtividade desta cultura no Brasil. Um amplo espectro de patógenos como, vírus, fungos, bactérias e nematoides são conhecidos na cultura da soja (EMBRAPA, 2013). Sendo que, estes patógenos podem incidir sobre a cultura em todos os períodos de desenvolvimento.

Em geral, os danos são a redução da população de plantas, menor crescimento radicular, menor desenvolvimento de ramos, redução na área foliar e até mesmo a formação e manutenção dos legumes. Segundo a Embrapa (2013) as perdas anuais geradas por doenças no Brasil variam na ordem de 15 a 20% na produtividade. Wrather et al. (1995), observaram que o impacto de doenças produziu perdas médias anuais de 9,05 a 29,94% na produtividade desta cultura.

Embora diversas doenças têm sido relacionadas a danos e perdas na soja, a ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow.) atualmente é a principal doença ocorrente na cultura. Diferente de muitas doenças, que geralmente possuem epidemias restritas a uma determinada região e em anos específicos, a ferrugem asiática possui ampla distribuição, sendo largamente encontrada em grande parte do continente Sul Americano, e especialmente no Brasil em função de sua dispersão ocorrer por meio das correntes aéreas.

Diversos são os estudos sobre as perdas produtivas causadas pela ferrugem asiática da soja, em experimentos de campo Godoy et al. (2009); Hikishima et al. (2010) relataram perdas variando de 90% e 25-70%, respectivamente, quando da ocorrência de epidemias severas. Há diversos eventos causados pela infecção e desenvolvimento *P. pachyrhizi* que acarretam em redução da produtividade, danos de natureza morfológica como a perda precoce da área foliar fotossintética (ARAÚJO et al., 2012). Mussury et al. (2012) observaram mudanças anatômicas e morfológicas em plantas de soja infectadas por *P. pachyrhizi*. Barros (2016) observou efeitos sobre o metabolismo da planta, relatando que a infecção e o desenvolvimento da doença reduziram a taxa fotossintética, a taxa de assimilação de carbono e a condutância estomática. Almeida et al. (2017) observaram redução significativa no peso de mil sementes em decorrência da infecção por este patógeno.

Tsukahara (2008) documentou que temperaturas próximas a 18°C e períodos longos de molhamento foliar foram extremamente favoráveis ao desenvolvimento de *P. pachyrhizi*, podendo as fontes de molhamento serem bastante diversa, tais como orvalho, nevoeiro e precipitação pluvial. Alves et al. (2007) constataram que temperaturas entre 20-25°C e períodos de molhamento foliar acima de 12 h foram mais favoráveis a infecção do patógeno, já temperaturas abaixo de 15°C e acima de 30°C promoveram redução na taxa de infecção. Danelli e Reis (2016) observaram que temperaturas entre 20 e 25°C promoveram o menor período de incubação, menor período latente e maior número de urédias e maior produção de esporos por cm<sup>2</sup>, enquanto que, temperaturas abaixo de 10°C e acima de 30°C inibiram a infecção de *P. pachyrhizi*. Del Ponte et al. (2006) observaram que a ocorrência da doença foi altamente relacionada à frequência de precipitações pluviométricas. No Brasil, todas as regiões produtoras apresentam regimes de chuvas regulares e temperaturas médias variando entre 18 e 23°C nos meses de produção da soja. Com condições ambientais tão favoráveis e, somadas à alta capacidade de disseminação e grande agressividade do patógeno, corroboram para o grande potencial de causar danos da FAS, promovendo reduções drásticas na produtividade de grãos (YORINORI et al., 2005).

A agressividade e potencial de dano da FAS demonstram a necessidade de cuidados no seu manejo. Diversas são as estratégias de manejo possíveis de serem empregadas no controle integrado da FAS, destacando-se a nutrição mineral equilibrada, atuando nos mecanismos de defesa pré-estabelecidos (DORETO et al., 2012; PINHEIRO et al., 2011). Lima et al. (2012); Madalosso et al. (2010) observaram que o arranjo espacial de plantas apresenta um grande impacto sobre o desenvolvimento de epidemias de FAS, pois, modificam o microambiente influenciando as condições para o estabelecimento e a evolução do patógeno *P. pachyrhizi*. Medidas evasivas, como data de semeadura reduzem a exposição das plantas ao patógeno, fazendo com que muitas vezes o desenvolvimento da doença ocorra já em estádios avançados (CRUZ, T. et al., 2012). Todas essas alternativas, embora empregadas em um sistema integrado de manejo da FAS, não são suficientes para manter a intensidade da doença abaixo do nível de dano.

Desta forma, a aplicação sequencial de fungicidas tem sido a principal ferramenta de manejo da FAZ (GARCÉS-FIALLOS & FORCELINI, 2013). No Brasil, o uso intensivo de fungicidas nos últimos anos, levou ao desenvolvimento de mutantes do fungo *P. pachyrhizi* com menor sensibilidade aos principais grupos químicos de fungicidas, como as estrobilurinas

e triazóis (KLOSOWSKI et al., 2015; SCHMITZ et al., 2014) e às carboxamidas (SIMÕES et al., 2017). Godoy et al. (2016) documentaram redução significativa da eficiência de controle dos fungicidas disponíveis no mercado ao longo da última década, sendo que estas perdas foram observadas tanto em aplicações de fungicidas usados de forma isolada quanto em formulações contendo mistura de diferentes grupos químicos.

Com a redução das alternativas de controle químico, é evidenciada a necessidade do uso de estratégias que, associadas aos fungicidas propiciem alternativas técnicas e economicamente viáveis para a produção de soja, auxiliando na obtenção de um manejo químico mais robusto. Neste contexto, o uso de cultivares menos suscetíveis apresenta-se como alternativa altamente viável e considerada ambientalmente mais segura (LI et al., 2012). O uso de cultivares resistentes pode propiciar controle eficiente da doença, reduzindo os custos e a pressão de seleção para resistência aos fungicidas (GODOY et al., 2016). Diversos estudos têm apresentado genótipos de soja com a presença de genes *Rpp*, genes que conferem resistência à *P. pachyrhizi* (LI et al., 2012; PHAM et al., 2010; WALKER et al., 2014).

Walker et al. (2014) em estudo de vários anos reportaram a presença de vários genótipos com resistência à *P. pachyrhizi*, embora, não tenham identificado os genes envolvidos na resistência destes genótipos. Langenbach et al. (2016) mencionam plantas não hospedeiras de *P. pachyrhizi* como forma de estudar e identificar estruturas moleculares e genéticas que possuem mecanismos de resistência à FAS. Kawashima et al. (2016) recentemente introduziram na soja genes *CcRpp1* encontrado no feijão-guandu (*Cajanus cajan*), conferindo resistência vertical à *P. pachyrhizi*. Este mecanismo de resistência é mediado pela teoria gene-a-gene de Flor, em que um gene de resistência da planta reconhece um gene a virulência do patógeno (AGRIOS, 2005).

Apesar da identificação de genes para resistência à *P. pachyrhizi*, não há ainda uma ampla diversidade de materiais resistentes ou tolerantes a disposição de produtores, além do mais, como afirmam Hartman et al. (2005); Langenbach et al. (2016) resistência vertical ou resistência de genes simples não têm apresentado longevidade, visto que, este tipo de resistência atua apenas sobre uma parte da população do patógeno, sendo muitas vezes facilmente quebrada pela variabilidade de raças do mesmo. Além disso, segundo McDonald e Linde (2002) quando um evento de resistência a uma determinada doença é liberado para uso de produtores, este logo passa a ser utilizado em uma área bastante abrangente, havendo assim maior população do patógeno em contato com o genótipo resistente, gerando uma pressão de seleção sobre o

patógeno e aumentando a chance de evolução de uma raça mais adaptada ou até mesmo do surgimento de um mutante capaz de superar esta resistência.

Deste modo, considerando os riscos de baixa longevidade da resistência vertical, pesquisadores têm priorizado a busca por resistência parcial ou de caráter quantitativo. Conforme Niks et al. (2015), a resistência parcial é baseada na ação de vários genes menores, cada um contribuindo com uma pequena parte da resistência. Ainda, por envolver maior número de genes, a resistência parcial pode apresentar maior estabilidade e durabilidade contra patógenos de alta variabilidade e diversidade como *P. pachyrhizi* (AZEVEDO et al., 2007; LANGENBACH et al., 2016). Porém, o acúmulo e a herdabilidade de vários genes menores em um genótipo é difícil, tornando a obtenção de genótipos providos de resistência quantitativa um processo difícil, mesmo em programas de melhoramento bem estruturados.

Na atualidade, a tecnologia mais avançada neste campo é a tecnologia chama de INOX, desenvolvida pela Tropical Melhoramento Genético (TMG). As cultivares INOX, apresentam resistência parcial a uma porção significativa da população de *P. pachyrhizi*. Esta tecnologia também é chamada de resistência expressa pela redução de taxa de progresso, que, embora não seja capaz de inibir por completo a infecção do patógeno, reduz significativamente a esporulação das lesões, limitando a evolução da FAS.

No entanto, as tecnologias com base em expressão gênica, se não utilizadas em conjunto com práticas de manejo, podem ter sua durabilidade comprometida. Apesar da existência de estudos com a presença de genótipos com boa resistência parcial à *P. pachyrhizi*, a grande maioria das cultivares comerciais apresentam elevado grau de suscetibilidade à FAS, sendo que os níveis de sensibilidade variam largamente entre os genótipos (ALMEIDA et al., 2014; CRUZ, T. et al., 2012; SANTOS et al., 2007; SILVA et al., 2007).

Estudos têm demonstrado que diversos fatores intrínsecos às cultivares podem aumentar ou diminuir os níveis de suscetibilidade. Azevedo et al. (2007); Martins et al. (2007) relataram diferenças consideráveis no período de latência (período da inoculação até a esporulação da lesão) entre as cultivares estudadas. Walker et al. (2014) relatou diferenças significativas na taxa de esporulação por lesão em diferentes cultivares, o que afeta a quantidade de inóculo para os ciclos subsequentes. Koga et al. (2008) identificaram que a intensidade da doença, número de urédias por lesão, taxa de infecção e número de esporos por urédia foram os principais fatores responsáveis pela definição da resistência parcial à *P. pachyrhizi*. Para Santos et al. (2007), o

número de urédias por cm<sup>2</sup> e a severidade, foram os fatores de maior impacto na diferenciação das cultivares.

Muitos destes estudos são realizados com plantas cultivadas em ambiente controlado, sendo que poucos estudos são conduzidos em situações de campo. De acordo com Niks et al. (2015), em casos de resistência quantitativa a patógenos policíclicos, como é o caso de *P. pachyrhizi*, as diferenças na expressão do germoplasma podem ser definidas pela severidade final. Assim sendo, estudos de campo são mais recomendados por permitirem maior número de ciclos do *P. pachyrhizi*. Alves et al. (2007); Danelli e Reis (2016) observaram que a intensidade da FAS foi diferente entre cultivares submetidas a condições de ambiente variadas, mesmo que os padrões de suscetibilidade entre as cultivares mantiveram-se similares nos diferentes ambientes.

A associação de práticas de manejo integrando estratégias genéticas e químicas tem sido bastante estudado. Gai (2013); Silva et al. (2011) observaram que diferentes cultivares responderam de forma diferente aos fungicidas e a épocas de aplicação de fungicidas, havendo interação entre cultivares, fungicidas e momento das aplicações, tanto para controle de doenças quanto para produtividade de cada cultivar. Almeida et al. (2017); Navarini et al. (2007) não observaram significância na interação entre cultivares e programas de controle químico, ainda assim, os materiais menos suscetíveis apresentaram controle significativamente superior em relação a cultivares de maior suscetibilidade, demonstrando os benefícios se utilizar cultivares de maior resistência parcial. Koga et al. (2011) afirmam que cultivares menos sensíveis podem facilitar o planejamento dos programas de controle químico.

Na atualidade, a aplicação de fungicidas na soja é definida pelo estágio da cultura ou por calendarização. Na maioria dos casos, a primeira aplicação é realizada entre os estádios V8 e R1 (FERH e CAVINESS, 1977). No entanto, dependendo do material genético cultivado, das condições favoráveis de ambiente e da presença de inóculo, pode ocorrer que as aplicações ocorram após o estabelecimento da doença. Cruz, T. et al. (2012) constataram que a idade da cultura e estágio fenológico em que ocorre o início de epidemias de FAS, podem variar para cultivares e épocas de semeadura diferentes. Furtado et al. (2009); Xavier et al. (2017) relataram que trifólios mais velhos em plantas jovens são mais suscetíveis à FAS, devido as folhas mais velhas destinarem seus fotoassimilados para crescimento e desenvolvimento, reduzindo sua capacidade combater o rápido estabelecimento de *P. pachyrhizi*.

Estas, informações destacam a importância de considerar-se outros fatores além do estágio fenológico e da calendarização do programa de controle para definir o momento da aplicação dos fungicidas. Godoy e Henning (2008) concluíram que o manejo de ferrugem determinado por estádios da cultura ou calendário, pode não ser eficiente, considerando que o patógeno *P. pachyrhizi* pode se estabelecer em qualquer estágio do ciclo de desenvolvimento da soja. Garcés-Fiallos e Forceline (2013); Godoy e Canteri (2004) demonstraram que aplicação de fungicidas após o estabelecimento de *P. pachyrhizi* reduziu a eficiência de controle dos fungicidas utilizados. Nesta ótica, em ambientes favoráveis cultivares, mais suscetíveis podem apresentar ocorrência da FAS em estádios iniciais e a primeira aplicação ocorrer já na presença do patógeno estabelecido, o que pode reduzir a eficiência do controle químico.

Assim, o nível de resistência parcial da cultivar pode ser um fator importante a ser considerado na tomada de decisão para a aplicação de fungicida visando o melhor controle de FAS, especialmente para a realização da primeira aplicação. Nesta ótica, a obtenção de informações sobre os níveis de resistência parcial das cultivares é o primeiro passo para um programa de controle mais preciso e eficiente (AZEVEDO et al., 2007; SANTOS et al., 2007).

Neste contexto, foram conduzidos estudos visando avaliar os parâmetros quantitativos relacionados a resistência parcial de cultivares de soja à *P. pachyrhizi*, visando a identificação de grupos de cultivares, cujo a similaridade quanto a características quantitativas poderia gerar tanto combinações em programas de melhoramento genético, como auxiliar a eficiência de programas de controle químico.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 EXPERIMENTOS CONDUZIDOS A CAMPO

Dois experimentos foram conduzidos em condições de campo na estação experimental do Instituto Phytus localizado no município de Itaara e situado na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, com latitude 15°54' Sul, longitude 53°48' Oeste e altitude de 444 m. O solo é classificado como Neossolo Litólico Eutrófico típico, o clima é classificado como Cfa (Köppen), com precipitações entre 1700 e 1800 milímetros anuais, distribuídos em todos os meses do ano, temperatura médias do ar do mês mais quente superior a 22°C, e mês mais frio próximo de 18°C (MORENO, 1961; STRECK et al., 2002).

Neste experimento 76 cultivares de soja foram semeadas na safra 1 (2016/2017) e 92 cultivares semeadas na safra 2 (2017/2018) (Anexos A e B). Oito cultivares na safra 1 e nove cultivares na safra 2 apresentavam a tecnologia chamada de Inox, tais cultivares são consideradas parcialmente resistentes, as demais cultivares são denominadas neste estudo como “cultivares convencionais”. O cultivo ocorreu em micro parcelas medindo 1,20 m de largura, em cada parcela eram semeadas três linhas de soja espaçadas em 0,50 m, sendo cada unidade experimental com 1,80 m<sup>2</sup>. As parcelas foram estabelecidas em canteiros previamente preparados com um encateirador tratorizado. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com três repetições por tratamento, sendo cada bloco formado por três canteiros, conforme exemplificado no anexo C. As condições meteorológicas do experimento foram obtidas através de uma estação automática localizada a 40 m do local de condução do experimento, em ambas as safras.

Nas duas safras de cultivo, a área do experimento foi previamente adubada aplicando-se 350 kg/ha de fertilizante N-P-K da fórmula 2-23-18. Na safra 2017/18 e sempre que necessário e possível a cultura foi irrigada visando disponibilidade de água durante todo o ciclo das cultivares. A semeadura foi realizada manualmente, objetivando uma população final de 12 a 14 plantas por metro linear. Na safra 2016/17 a semeadura ocorreu nos dias 21 e 22 de dezembro, enquanto que na safra 2017/18 as cultivares foram semeadas nos dias 13 e 14 de dezembro. A emergência da cultura ocorreu em 31 de dezembro de 2016 e 21 de dezembro de 2017 nas safras 1 e 2, respectivamente. A semeadura ocorreu no final do período ideal recomendado para semeadura de cultura da soja no Rio Grand do Sul, tendo sido optado por

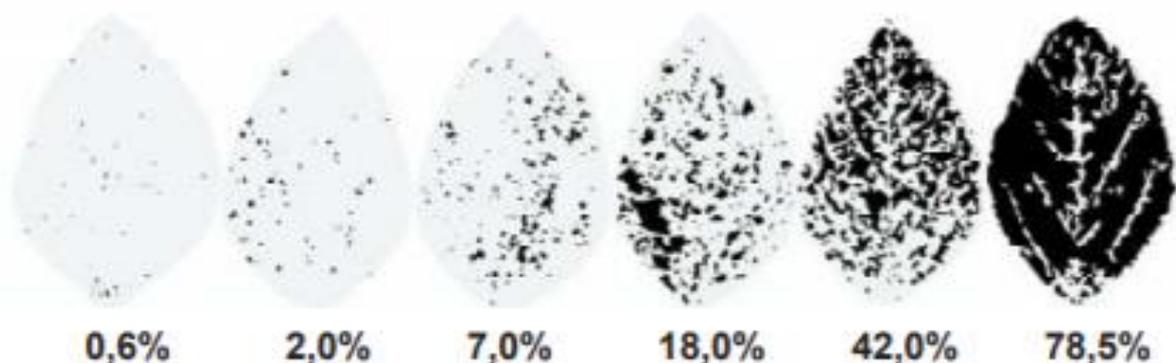
tais datas visando maior pressão de inóculo de *P. pachyrhizi*, sendo que a inoculação do patógeno ocorreu de forma natural.

As cultivares foram monitoradas em intervalos de 3 e 4 dias para a detecção dos primeiros sintomas de ferrugem. Após a detecção visual da FAS foram proferidas avaliações semanais de severidade da FAS, sendo as datas de avaliações dispostas na Tabela 1. As avaliações de severidade foram realizadas por meio de notas visuais, para tanto foi utilizada uma escala diagramática proposta por (GODOY et al., 2006) (Figura 1). Ainda, tais avaliações foram escalonadas por blocos, possibilitando tempo de descanso do avaliador e homogeneidade dos critérios dentro de cada bloco. Os dados de severidade foram utilizados para o cálculo área abaixo da curva de progresso da ferrugem (AACPF) através da equação proposta por (CAMPBELL & MADDEN, 1990) modificado por (SIMKO & PIEPHO, 2012) como expresso na Equação 3.1. A taxa de progresso da ferrugem foi estimada pela equação do modelo logístico descrita em (CAMPBELL & MADDEN, 1990) Equação 3.2.

**Tabela 1** – Datas das avaliações, estádios fenológicos e idade da cultura em dias após a emergência (DAE) nas safras 2016/17 e 2017/18 em Itaara, RS.

Safrá 2016/17			Safrá 2017/18		
Avaliação	Data	Estádio Fenológico	Avaliação	Data	Estádio Fenológico
60 DAE	01/03/2017	R3-R5.2	63 DAE	22/02/2018	R3-R5.1
67 DAE	08/03/2017	R4-R5.4	69 DAE	28/02/2018	R4-R5.3
74 DAE	14/03/2017	R5.1-R5.5	75 DAE	06/03/2018	R5.2-R5.5
80 DAE	20/03/2017	R5.3-R6	82 DAE	13/03/2018	R5.3-R6
87 DAE	27/03/2017	R5.5-R7	88 DAE	19/03/2018	R5.4-R7
Urédias cm <sup>-2</sup>	17/03/2017	R5.2-R5.5	95 DAE	26/03/2018	R6-R7
			Urédias cm <sup>-2</sup>	08/03/2018	R5.2-R5.5

**Figura 1** – Escala diagramática para avaliação de severidade de ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*).



Fonte: Godoy et al. (2006)

Também foram avaliados o número de urédias por cm<sup>2</sup> na safra 2016/17, na safra 2017/18 foram estimados o número de urédias e lesões por cm<sup>2</sup> e urédias por lesão. Para tanto foram coletadas amostras de folíolos nas parcelas, nas duas safras foram coletados os folíolos centrais do trifólio do oitavo nó da haste principal. Sendo coletados dois e três folíolos por parcela nas safras 1 e 2, respectivamente. As coletadas foram realizadas quando as cultivares estavam entre os estádios R5.2 e R5.5, tendo ocorrido nas datas de 18/03/2017 (77 DAE) e 08/03/2018 (78 DAE). Os folíolos foram ensacados e congelados a uma temperatura de -5°C, para posterior contagem do número de urédias e lesões por cm<sup>2</sup>. Na contagem foi marcada uma área de um cm<sup>2</sup>, a marcação foi padronizada sempre na mesma região de cada folíolo e a contagem foi realizada com uma lupa portátil de 40x de magnificação.

**Equação 3.1** - Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem (AACPF) (CAMPBELL & MADDEN, 1990) modificado por (SIMKO & PIEPHO, 2012):

$$AACPF = \sum_n [(Y_{1+i} + Y_i) * 0,5] * (T_{1+i} - T_i) + [(Y_i + Y_{1+n}) * 0,5] * ((T_n - T_i) / (n-1))$$

*Y<sub>i</sub>*: severidade da doença na data de avaliação inicial (*i*), sendo (*i* = 1, ..., *n*);

*Y<sub>i+1</sub>*: severidade da doença na data de avaliação *i* + 1;

*T<sub>i</sub>*: data da avaliação inicial (*i*);

*T<sub>i+1</sub>*: data de avaliação *i* + 1, sendo (*i* = 1, ..., *n*);

*Y<sub>i</sub>*: severidade da doença na data de avaliação final (*1+n*);

*T<sub>n</sub>*: data de avaliação final (*n*);

*n* = n° de avaliações

**Equação 3.2** - Taxa de Progresso (Tx) pelo modelo logístico:

$$Tx = [\ln(X/(100-X))] - [\ln(X_0/(100-X_0))] * 1/T$$

*LN* – Logaritmo neperiano;

*X<sub>0</sub>* – Severidade inicial;

*X* – Severidade final;

*T* – Intervalo de tempo em dias entre a avaliações inicial e final

Inicialmente os dados das duas safras de estudo foram submetidos à uma análise de normalidade dos erros pelo teste de Lilliefors, quando necessário e possível os dados originais foram transformados para que os erros apresentassem distribuição normal. Após a

transformação dos dados, cada variável foi submetida à análise de variância (ANOVA). Posteriormente foi procedido com a análise multivariada, primeiramente os valores de cada variável são padronizados pela razão entre o valor original e o desvio padrão da respectiva variável (Equação 3.3). As variáveis que apresentaram maior poder de discriminação foram submetidas a um agrupamento de médias pelo teste Scott-Knott, em ordem de estudar o desempenho das cultivares em cada variável individualmente.

Após isso, o conjunto de dados selecionados foi submetido a uma análise de componentes principais, que auxilia na explicação da estrutura de covariância pelas combinações lineares das variáveis originais, identificando as variáveis que mais contribuem para a variância do grau de resistência parcial, tendo por objetivo facilitar a interpretação das análises realizadas (CRUZ, C. et al., 2012), possibilitando descartar caracteres que pouco contribuem para o estudo de agrupamento. Um segundo passo da análise multivariada foi agrupar os genótipos semelhantes em relação às variáveis severidade, urédias por cm<sup>2</sup>, área abaixo da curva de progresso da doença e taxa de progresso da ferrugem. O objetivo desta análise foi obter o máximo de homogeneidade dentro do grupo e o máximo de heterogeneidade entre os grupos.

O método de agrupamento utilizado foi o método K-means, este método utiliza os escores relativos estimados através dos coeficientes de ponderação gerados na análise de componentes principais segundo a equação 3.4 encontrados em (CRUZ, C. et al., 2012). Através dos valores dos escores relativos de cada cultivar, estas são plotadas em um gráfico, para então estudar a divergência entre as cultivares em um sistema de eixos cartesianos (CRUZ, C. et al., 2012). Neste método as variáveis com forte poder de discriminação das cultivares tendem a serem utilizadas para formar grupos de cultivares homogêneas em determinada variável. Assim, cultivares mais similares em uma ou mais variáveis tendem a permanecer próximas no gráfico, formando um grupo. O número de grupos deve ser definido *a priori*, seguindo critérios coerência, diferenciação entre grupos e interesse interpretativo.

No presente trabalho, foi escolhido o número de cinco de grupos, o critério foi estabelecido de acordo com Koga et al. (2008), utilizado em razão das cultivares referência em resistência ou suscetibilidade situarem-se no mesmo grupo, neste caso por cultivares padrões de resistência parcial (TMG INOX). Todas as análises de estatísticas, foram realizadas utilizando o programa computacional Genes versão 2016 (CRUZ, 2013).

**Equação 3.3** – Padronização das variáveis originais ( $Y_{nt}$ ):

$$Y_{nt} = Y_{nx}/S_n$$

$Y_{nx}$  = Variável  $n$  para cultivar  $x$ ;

$S_n$  = desvio padrão da variável  $n$ ;

**Equação 3.4** – Estimativa dos Escores Relativos (ER):

$$ER = \sum_{nx} [(Y_{1t} * V_1) + (Y_{nt} * V_n)]$$

$n$ : número de variáveis;

$x$ : Cultivar  $x$ ;

$Y_{1t}$ : Valor da variável 1 padronizada para a cultivar  $x$ ;

$V_1$ : Coeficiente de ponderação da variável 1 para o respectivo componente principal;

$Y_{nt}$ : Valor da variável  $n$  padronizada para a cultivar  $x$ ;

$V_n$ : Coeficiente de ponderação da variável  $n$  para o respectivo componente principal;

## 3.2 EXPERIMENTO CONDUZIDO EM CASA DE VEGETAÇÃO

Neste experimento, as mesmas cultivares conduzidas no campo na safra 2017/18 (Anexo B) foram cultivadas em ambiente protegido objetivando estimar o período de latência (inoculação-esporulação) de *P. pachyrhizi* em cada uma das cultivares de soja. O ensaio foi conduzido em casa de vegetação entre os meses de setembro a novembro de 2018, também no município de Itaara, RS. A semeadura ocorreu no dia 26 de setembro de 2018 e a emergência no dia 01 de outubro de 2018. As cultivares foram semeadas em copos plásticos com volume de 0,7 L cada, os copos foram preenchidos com uma mistura de solo + substrato comercial + casca de arroz, em uma relação 2+1+1, respectivamente. O solo utilizado foi coletado no mesmo local do experimento de campo em Itaara. Cada cultivar teve quatro repetições, sendo um copo considerado uma repetição, e em cada copo foi mantido uma planta de soja, os copos foram dispostos em um delineamento experimental inteiramente casualizado.

A fim de ser obtido o controle sobre o início da deposição do inóculo nas plantas, as plantas de soja foram inicialmente cultivadas em uma casa de vegetação previamente esterilizada com o objetivo de assegurar que as plantas permanecessem sem a presença do patógeno até a data de inoculação. Quando as plantas atingiram o estágio V2/V3, foram

transferidas para o local final de condução, para então ser realizada a inoculação de *P. pachyrhizi*, o procedimento ocorreu no dia 31 de outubro de 2018.

O inóculo foi preparado com esporos coletados de plantas infectadas pelo fungo, adicionando-os em água destilada + 1% de Tween seguindo a metodologia utilizada por (Walker et al., 2014). Após o preparo, a solução foi pulverizada manualmente na parte abaxial dos folíolos de soja, sendo inoculados os folíolos do primeiro e do segundo trifólio. A concentração do inóculo foi  $2 \times 10^5$  esporos  $\text{ml}^{-1}$ , valor obtido através de uma contagem em hemacitômetro e com um microscópio ótico com magnificação de 100 vezes. A inoculação foi realizada ao anoitecer. Após a inoculação as plantas foram mantidas cobertas por 12 horas com o objetivo de prover condições de temperatura, luminosidade e umidade favoráveis à infecção do patógeno. As condições internas da estufa eram automaticamente controladas, com ajustes feitos para manter a temperatura diurna abaixo de  $30^\circ\text{C}$ , umidade relativa entre 60 e 70%, além disso, nebulizações eram realizadas a cada 40 minutos e durante 60 segundos, afim de fornecer condições favoráveis ao desenvolvimento do patógeno.

As avaliações iniciaram aos cinco dias após à inoculação, sendo estas realizadas diariamente até que urédias com esporulação fossem encontradas em todas as plantas, considerando-se os folíolos do primeiro e segundo trifólio. O período de latência foi estimado pela diferença em dias entre a data da inoculação descontados data do aparecimento do urédias com esporulação, para tanto foi utilizado uma lupa portátil de 60 vezes de magnificação para auxiliar a identificação de urédias novas e com esporulação.

Assim como no experimento de campo, os dados de período de latência foram submetidos à uma análise de normalidade dos erros pelo teste de Lilliefors. Os dados foram e então submetidos à análise de variância (ANOVA) e posteriormente foi realizado um agrupamento de médias pelo teste Scott-Knott, as análises foram realizadas utilizando o programa Genes versão 2016 (CRUZ, 2013).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS CONDUZIDOS A CAMPO

#### 4.1.1 ANÁLISE DE VARIÂNCIAS E COMPARAÇÃO DE MÉDIAS

Os dados originais foram inicialmente submetidos à análise de normalidade dos erros pelo teste de Lilliefors e transformados de acordo com o apresentado no Anexo D. Na primeira safra oito variáveis foram consideradas para a análise, enquanto que na segunda safra (2017/18) foram consideradas 11 variáveis. O maior número de variáveis na segunda safra foi consequência de a semeadura ter ocorrido oito dias mais cedo em relação ao ano anterior e das melhores condições meteorológicas nesta safra, permitindo uma avaliação de severidade adicional. Além disso, na safra 2017/18 foram realizadas contagens do número de lesões  $\text{cm}^{-2}$  e calculado o número de urédias por lesões (U/L).

As condições meteorológicas foram favoráveis tanto ao desenvolvimento da cultura da soja, como ao estabelecimento e desenvolvimento de *P. pachyrhizi*. Observando as médias de severidade, taxa de progresso, AACPF, número de urédias e lesões  $\text{cm}^{-2}$ , nota-se que a ocorrência de FAS foi intensa nos dois anos de experimento de campo, especialmente na safra 2017/18 (Tabelas 2 e 3). Como já expresso em trabalhos de Del Ponte et al. (2006); Tsukahara (2008); Danelli e Reis (2016) temperaturas entre 18 e 25°C e precipitações frequentes beneficiam o estabelecimento e desenvolvimento de *P. pachyrhizi*, e tais condições foram claramente contempladas em ambas safras de cultivo, permitindo a discriminação das cultivares estudadas desde a avaliação inicial (60 DAE na primeira safra e aos 63 DAE na segunda safra).

Na safra 2016/17 (Tabela 2), todas as oito variáveis consideradas apresentaram significância das variâncias, já no experimento da safra 2017/18 (Tabela 3), apenas a variável U/L não foi significativa na análise de variâncias. Estes resultados corroboram com os observados por Azevedo et al. (2007); Koga et al. (2008); Martins et al. (2007); Santos et al. (2007) que utilizaram tais parâmetros para identificar o grau de resistência parcial de genótipos de soja, constatando diferenças nas avaliações de severidade, AACPF e urédias  $\text{cm}^{-2}$ , permitindo identificar cultivares com baixa ou alta suscetibilidade. Koga et al. (2008) observaram diferenças no número de urédias por lesões, sendo esta variável um fator de discriminação entre genótipos, o que contrasta com o presente trabalho.

**Tabela 2** – Apresentação das estatísticas obtidas na análise de variâncias (ANOVA) para cada variável avaliada em Itaara, RS, na safra 2016/17.

Variáveis	QMB	QMC	QMR	P	Média	CV (%)	Fc	AS
Sev 60 DAE	0,002	0,04	0,006	**	0,18	43,9	5,6	0,90
Sev 67 DAE	0,12	0,28	0,04	**	0,96	20,5	7,8	0,93
Sev 74 DAE	0,02	0,26	0,03	**	2,40	12,6	10,0	0,95
Sev 80 DAE	0,09	1,29	0,10	**	4,99	14,6	13,5	0,96
Sev 87 DAE	195,08	449,83	27,10	**	27,95	18,6	16,6	0,97
Urédias cm <sup>2</sup>	0,67	9,89	0,32	**	35,33	10,0	30,8	0,98
Tx	0,0007	0,006	0,0003	**	0,201	8,6	19,9	0,97
AACPF	6856,62	32096,27	1743,14	**	242,82	17,2	18,4	0,97

Sev DAE: severidade aos 60, 67, 74, 80, 87 dias após a emergência da cultura; Tx: Taxa de progresso da ferrugem; AACPF: Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem.

QMB: quadrado médio do Bloco; QMC: quadrado médio de cultivar; QMR: quadrado médio de resíduo; P: significância das variáveis para  $p < 5\%$ , onde \*\* apresentam diferenças significativas entre os tratamentos; DMS (5%): diferença mínima significativa para teste Tukey para  $p < 5\%$ ; CV (%): coeficiente de variação; Fc: valor do teste F para cultivar; AS; acurácia seletiva.

**Tabela 3** – Apresentação das estatísticas obtidas na análise de variâncias (ANOVA) para cada variável avaliada em Itaara, RS, na safra 2017/18.

Variáveis	QMB	QMC	QMR	P	Média	CV (%)	Fc	AS
Sev 63 DAE	0,31	0,04	0,02	**	0,22	60,40	2,38	0,76
Sev 69 DAE	0,44	0,04	0,02	**	1,09	27,42	2,33	0,76
Sev 75 DAE	0,08	0,51	0,05	**	3,56	15,26	11,36	0,95
Sev 82 DAE	0,19	0,97	0,04	**	13,73	9,06	23,30	0,98
Sev 88 DAE	135,56	564,40	19,13	**	22,15	19,75	29,50	0,98
Sev 95 DAE	523482,49	4999243,98	217321,89	**	45,16	20,22	23,00	0,98
Urédias cm <sup>2</sup>	172,31	3163,36	156,13	**	74,36	16,80	20,26	0,98
Lesões cm <sup>2</sup>	233,48	610,81	89,26	**	34,19	27,63	6,84	0,92
U/L	0,815	0,291	0,320	ns	2,36	-	-	-
Tx	0,006	0,003	0,0004	**	0,194	10,72	6,17	0,91
AACPF	12255,91	150322,00	4883,56	**	537,98	12,98	30,78	0,98

Sev DAE: severidade aos 63, 69, 75, 82, 88 e 95 dias após a emergência da cultura; Tx: Taxa de progresso da ferrugem; AACPF: Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem; U/L: número de urédias por lesões.

QMB: quadrado médio do Bloco; QMC: quadrado médio de cultivar; QMR: quadrado médio de resíduo; P: significância das variáveis para  $p < 5\%$ , onde \*\* apresentam diferenças significativas entre os tratamentos; CV (%): coeficiente de variação; Fc: valor do teste F para cultivar; AS; acurácia seletiva.

Quando analisado os resultados de precisão experimental, as avaliações de 60 e 67 DAE apresentaram valores altos de coeficiente de variação CV(%) na safra 2016/17. No entanto, segundo Resende & Duarte (2007) em estudos sobre comportamento de cultivares, os valores de CV(%) podem não ser adequados para avaliação da precisão e qualidade do experimento com poucas repetições, assim, os autores recomendam o uso da estatística Fc e da acurácia seletiva (AS) como parâmetro de avaliação da precisão experimental. Neste experimento, os valores de Fc e AS variaram de 5,6 a 19,8 para Fc e de 0,90 e 0,97 para AS, o que caracteriza uma precisão muito alta segundo a classificação proposta por (REZENDE & DUARTE, 2007). Comportamento semelhante foi observado na safra 2017/18, quando os dados de Sev 63 DAE,

Sev 69 DAE e lesões  $\text{cm}^{-2}$  apresentaram valores de CV (%) altos, porém, estimativas de Fc foram de 2,12, 4,65 e 6,84, sendo a AS de 0,76, 0,89 e 0,92, respectivamente, apresentando precisão alta e muito alta. Já as demais variáveis estudadas apresentaram baixo CV(%) e valores de Fc > 5,26 e AS > 0,90, mostrando precisão experimental muito alta.

No primeiro ano agrícola a primeira avaliação de FAS foi possível no dia 01/03/2017 (60 DAE), já no segundo ano agrícola a avaliação inicial ocorreu em 22/02/2018 (63 DAE). Em ambos os anos as cultivares encontravam-se entre os estádios R3 e R5.1 (Tabela 1). No que tange ao desempenho das cultivares, a aplicação do agrupamento de médias Scott-Knott para severidade aos 60 e 63 DAE (safra 1 e 2, respectivamente) distinguiu os materiais em três grupos (Tabelas 4 e 5). Na safra 1, os valores variaram de 0,10 a 0,60% de severidade inicial, destacando as cultivares NS 5445 IPRO, TIBAGI RR, P 95Y72 IPRO, BMX ELITE IPRO, NS 6006 IPRO, MSOY 5970 IPRO e GMX REDOMÃO RR que apresentaram valores de severidade inicial significativamente maiores. Para a Safra 2, os valores variaram de 0,10 a 0,63%, sendo que as cultivares com médias estatisticamente superiores foram NS 5445 IPRO, NS 5000 IPRO, NS 5160 IPRO, FT 4153 IPRO e CZ 15B39 LL.

Pesquisas têm demonstrado que plantas de soja são mais suscetíveis à *P. pachyrhizi* na fase reprodutiva. Xavier et al. (2017) constataram maior evolução da FAS em plantas inoculadas no estágio R4 comparadas a plantas inoculadas em V6. Panthee et al. (2009), trabalhando com uma cultivar de soja suscetível e inoculada em diferentes estádios (V4 e R1) reportaram diferenças na expressão gênica em estádios diferentes da cultura. Segundo os autores, 5056 genes foram induzidos no estágio V4, enquanto que apenas 579 genes diferenciais foram induzidos no estágio R1, sendo muitos destes genes relacionados à tradução dos sinais de infecção, produção de compostos como ácido jasmônico, ácido salicílico, produção de lignina para defesa, proteínas de resposta a doenças e metabolitos de respostas a estresses bióticos e abióticos.

É importante salientar que, apesar da detecção da doença ter ocorrido aos 60 e 63 DAE, a inoculação do patógeno já ocorreu muitos dias antes. De acordo com Ward et al. (2012) podem ocorrer períodos de 33 a 43 dias entre a detecção de esporos de *P. pachyrhizi* em plantas de soja no campo e a manifestação dos primeiros sintomas. Nos experimentos de campo, embora, não tenha sido monitorado o exato momento de deposição dos esporos de *P. pachyrhizi* e da detecção do primeiro sintoma, informações sobre severidade inicial são importantes, à medida que cultivares mais suscetíveis ao estabelecimento inicial da ferrugem asiática podem

apresentar um risco maior ao manejo integrado da doença, pois, ao permitir um rápido desenvolvimento inicial da ferrugem pode fazer com que o início do controle químico ocorra com presença significativa da doença, o que, como demonstrado por Garcés-Fiallos & Forcelini (2013); Godoy & Canteri (2004); Navarini et al. (2007) reduz a eficiência de controle dos fungicidas.

**Tabela 4** – Severidade de ferrugem asiática aos 60 dias após a emergência (Sev 60 DAE) em cultivares de soja semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS.

ID	Cultivar	Sev 60 DAE	ID	Cultivar	Sev 60 DAE
1	NS 4823 RR	0,27 b*	39	DM 61I59 IPRO	0,13 c
2	TIBAGI RR	0,47 a	40	AS 3610 IPRO	0,13 c
3	P 95Y72 IPRO	0,50 a	41	TMG 7262 INOX-IPRO	0,10 c
4	BMX VELOZ RR	0,23 b	42	NS 6211 RR	0,23 b
5	NS 5000 IPRO	0,10 c	43	NS 6209 RR	0,10 c
6	BMX RAI0 IPRO	0,17 b	44	GMX CANCHEIRO RR	0,13 c
7	P 95R51 RR	0,20 b	45	NA 5909 RR	0,10 c
8	NS 5106 IPRO	0,10 c	46	TMG 7062 INOX-IPRO	0,10 c
9	P 95Y52 IPRO	0,13 c	47	BMX TORNADO RR	0,17 b
10	NS 5160 IPRO	0,13 c	48	MSOY 6210 IPRO	0,10 c
11	FT 4153 IPRO	0,27 b	49	ICS 1332 RR	0,13 c
12	NS 5445 IPRO	0,60 a	50	BRS 6203 RR	0,20 b
13	ROTA 54 IPRO	0,17 b	51	NS 6909 IPRO	0,17 b
14	BMX ELITE IPRO	0,40 a	52	FPS SOLAR IPRO	0,23 b
15	FT 2155 RR	0,20 b	53	TMG 7363 INOX-IPRO	0,10 c
16	SYN 13561 IPRO	0,13 c	54	LG 60163 INOX-IPRO	0,13 c
17	BMX ATIVA RR	0,10 c	55	BMX GARRA IPRO	0,27 b
18	BRS 5601 RR	0,10 c	56	TMG 7063 INOX-IPRO	0,10 c
19	SYN 1257 RR	0,13 c	57	SYN 1263 RR	0,10 c
20	MSOY 5705 IPRO	0,20 b	58	PRE 6336 RR	0,20 b
21	NS 6006 IPRO	0,47 a	59	GMX XIRU RR	0,10 c
22	NS 6060 IPRO	0,20 b	60	MSOY 6410 IPRO	0,17 b
23	AS 3575 IPRO	0,30 b	61	BS 2640 RR	0,20 b
24	AS 3570 IPRO	0,13 c	62	CZ 26B42 IPRO	0,13 c
25	MSOY 5892 IPRO	0,13 c	63	NS 6906 IPRO	0,20 b
26	BMX LANÇA IPRO	0,17 b	64	NS 6535 IPRO	0,10 c
27	TMG 2158 IPRO	0,23 b	65	NS 6601 IPRO	0,23 b
28	BMX ALVO RR	0,13 c	66	BMX POTÊNCIA RR	0,10 c
29	NS 5959 IPRO	0,17 b	67	BMX VALENTE RR	0,10 c
30	MSOY 5970 IPRO	0,47 a	68	NS 6823 RR	0,17 b
31	TEC 5936 IPRO	0,13 c	69	BMX ÍCONE IPRO	0,20 b
32	ICS 1532 RR	0,20 b	70	RK 6813 RR	0,10 c
33	TMG 7161 INOX-IPRO	0,10 c	71	CD 2694 IPRO	0,10 c
34	MSOY 5947 IPRO	0,17 b	72	GMX REDOMÃO RR	0,47 a
35	BMX VANGUARDA IPRO	0,20 b	73	NS 6700 IPRO	0,10 c
36	TMG 7060 INOX-IPRO	0,10 c	74	BRS 246 RR	0,10 c
37	PRODUZA INOX-IPRO	0,13 c	75	SYN 13671 IPRO	0,13 c
38	FT 4160 IPRO	0,13 c	76	TEC 7849 IPRO	0,10 c

ID: Identificação numérica da cultivar; \*Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para  $p < 5\%$ .

**Tabela 5** – Severidade de ferrugem asiática aos 63 dias após a emergência (Sev 63 DAE) em cultivares de soja semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.

ID	Cultivar	Sev 63 DAE	ID	Cultivar	Sev 63 DAE
1	NS 4823 RR	0,27 b*	47	ICS 1332 RR	0,10 c
2	TIBAGI RR	0,37 b	48	TMG 7262 INOX-IPRO	0,10 c
3	BMX VELOZ RR	0,37 b	49	NS 6211 RR	0,23 c
4	NS 5000 IPRO	0,50 a	50	NS 6209 RR	0,10 c
5	ICS 1032 RR	0,33 b	51	GMX CANCHEIRO RR	0,10 c
6	BMX RAI0 IPRO	0,17 c	52	NA 5909 RR	0,37 b
7	P 95Y72 IPRO	0,23 c	53	TMG 7062 INOX-IPRO	0,10 c
8	P 95R51 RR	0,27 b	54	BMX TORNADO RR	0,13 c
9	NS 5106 IPRO	0,37 b	55	MSOY 6210 IPRO	0,10 c
10	P 95Y52 IPRO	0,40 b	56	BRS 6203 RR	0,13 c
11	NS 5160 IPRO	0,53 a	57	DM 6563 IPRO	0,17 c
12	FT 4153 IPRO	0,50 a	58	FPS SOLAR IPRO	0,13 c
13	NS 5445 IPRO	0,63 a	59	TMG 7363 INOX-IPRO	0,10 c
14	ROTA 54 IPRO	0,27 b	60	LG 60163 INOX-IPRO	0,10 c
15	BMX ELITE IPRO	0,20 c	61	BMX GARRA IPRO	0,13 c
16	FT 2155 RR	0,17 c	62	TMG 7063 INOX-IPRO	0,10 c
17	BMX ATIVA RR	0,17 c	63	SYN 1263 RR	0,27 b
18	BRS 5601 RR	0,13 c	64	NS 6909 IPRO	0,20 c
19	SYN 13561 IPRO	0,10 c	65	NS 6906 IPRO	0,27 b
20	MSOY 5705 IPRO	0,13 c	66	CZ 15B39 LL	0,53 a
21	AS 3575 IPRO	0,20 c	67	MSOY 6410 IPRO	0,17 c
22	AS 3570 IPRO	0,17 c	68	PRE 6336 RR	0,27 b
23	MSOY 5892 IPRO	0,20 c	69	GMX XIRU RR	0,20 c
24	NS 6006 IPRO	0,27 b	70	BS 2640 RR	0,27 b
25	SYN 1257 RR	0,20 c	71	CZ 26B42 IPRO	0,10 c
26	NS 6060 IPRO	0,27 b	72	CZ 15B64 IPRO	0,40 b
27	NS 5727 IPRO	0,23 c	73	NS 6535 IPRO	0,10 c
28	FPS ATALANTA	0,17 c	74	NS 6828 IPRO	0,17 c
29	DM 5958 IPRO	0,13 c	75	NS 6601 IPRO	0,10 c
30	BMX LANÇA IPRO	0,17 c	76	BMX PONTA IPRO	0,17 c
31	TMG 2158 IPRO	0,27 b	77	DM 66I68 IPRO	0,33 b
32	BMX ALVO RR	0,37 b	78	BMX POTÊNCIA RR	0,27 b
33	NS 5959 IPRO	0,27 b	79	BMX VALENTE RR	0,10 c
34	TEC 5936 IPRO	0,13 c	80	NS 6823 RR	0,23 c
35	CZ 15B92 IPRO	0,13 c	81	TMG 7067 INOX-IPRO	0,13 c
36	ICS 1532 RR	0,27 b	82	BMX ÍCONE IPRO	0,10 c
37	TMG 7161 INOX-IPRO	0,10 c	83	RK 6813 RR	0,10 c
38	MSOY 5947 IPRO	0,10 c	84	P 96Y90 IPRO	0,17 c
39	BMX DELTA IPRO	0,13 c	85	GMX REDOMÃO RR	0,33 b
40	MSOY 5970 IPRO	0,37 b	86	NS 6700 IPRO	0,37 b
41	BMX VANGUARDA IPRO	0,37 b	87	NS 7000 IPRO	0,30 b
42	TMG 7060 INOX-IPRO	0,10 c	88	BRS 246 RR	0,10 c
43	PRODUZA INOX-IPRO	0,13 c	89	SYN 13671 IPRO	0,33 b
44	FT 4160 IPRO	0,23 c	90	NS 7300 IPRO	0,30 b
45	DM 61159 IPRO	0,37 b	91	TEC 7849 IPRO	0,10 c
46	AS 3610 IPRO	0,23 c	92	CD 2694 IPRO	0,10 c

ID: Identificação numérica da cultivar: \*Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para  $p < 5\%$ .

À mediada que a doença evoluiu, as diferenças entre as cultivares tendem a acentuar-se, como mostram os valores de severidade da quinta avaliação aos 87 e 88 DAE nas safras 1 e

2, respectivamente (Tabelas 6 e 7). Nesta data, é observado uma maior discriminação das cultivares, especialmente entre cultivares de maior e menor suscetibilidade. Estas avaliações aconteceram nas datas de 27/03/2017 e 19/03/2018 nas respectivas safras, quando as cultivares encontravam-se nos estádios R5.5-R6 (safra 1) e R5.4-R6 (safra 2).

Os valores máximos de severidade observados na safra 2016/17 foram inferiores a 50%. Quando observados os índices pluviométricos da safra 2016/17, a precipitação acumulada nos meses de janeiro, fevereiro e março foi de 242, 185 e 215 mm, respectivamente (Anexo F), valores mensais que podem ser considerados elevados. No entanto, se observado a distribuição de precipitações diárias na figura do Anexo F, o período correspondente a segunda quinzena de março de 2017 apresentou uma estiagem, sendo que este período coincide com as avaliações de 80 e 87 DAE. Tais condições meteorológicas aceleraram o processo de senescência foliar e reduziram o desenvolvimento da FAS no final do ciclo das cultivares, impossibilitando que a doença atingisse valores de severidade mais elevados.

Apesar de uma pressão de FAS não muito intensa na primeira safra, o teste de médias aplicado aos valores de severidade aos 87 DAE dividiu as cultivares em seis grupos (Tabela 6), diferente do que aconteceu nas avaliações anteriores desta safra (ver apêndices), os materiais de tecnologia Inox apresentaram severidades estatisticamente inferior, com valores de 0,30 a 8,67% de severidade. As cultivares mais atacadas apresentaram severidade de 34,00 a 48,33%, sendo a maior severidade final foi observada na cultivar TMG 2158 IPRO, seguido por materiais com severidade de 29,33 a 33,33% e de cultivares com severidade intermediária, valores 23,33 e 27,67%.

As cultivares DM 61I59 IPRO, GMX XIRU RR, NS 6700 IPRO e TEC 7849 IPRO apresentaram a menor severidade final entre as cultivares convencionais, com severidade variando de 10,50 a 14,00%, uma redução de até 78,27% na severidade final de FAS na safra 1 quando comparado à maior severidade constatada aos 87 DAE. Destacam-se ainda os materiais ICS 1532 RR, BMX VANGUARDA IPRO, FPS SOLAR IPRO, CZ26B42 IPRO, BMX POTÊNCIA RR, BMX VALENTE RR, BMX ÍCONE IPRO e BRS 246 RR, que também apresentaram considerável reação contra a FAS, apresentando severidade de 17,67 a 22,00%, redução de até 63,43% na severidade final da FAS.

**Tabela 6** – Severidade de ferrugem asiática aos 87 dias após a emergência (87 DAE) em cultivares de soja semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS.

ID	Cultivar	Sev 87 DAE	ID	Cultivar	Sev 87 DAE
1	NS 4823 RR	29,33 b*	39	DM 61159 IPRO	13,33 e
2	TIBAGI RR	37,33 a	40	AS 3610 IPRO	31,00 b
3	P 95Y72 IPRO	35,00 a	41	TMG 7262 INOX-IPRO	0,60 f
4	BMX VELOZ RR	40,33 a	42	NS 6211 RR	33,33 b
5	NS 5000 IPRO	40,00 a	43	NS 6209 RR	30,67 b
6	BMX RAI0 IPRO	35,00 a	44	GMX CANCHEIRO RR	32,67 b
7	P 95R51 RR	35,67 a	45	NS 5909 RR	25,67 c
8	NS 5106 IPRO	41,67 a	46	TMG 7062 INOX-IPRO	0,30 f
9	P 95Y52 IPRO	38,33 a	47	BMX TORNADO RR	25,00 c
10	NS 5160 IPRO	45,00 a	48	MSOY 6210 IPRO	32,33 b
11	FT 4153 IPRO	39,33 a	49	ICS 1332 RR	24,33 c
12	NS 5445 IPRO	36,67 a	50	BRS 6203 RR	30,00 b
13	ROTA 54 IPRO	35,00 a	51	NS 6909 IPRO	24,33 c
14	BMX ELITE IPRO	36,67 a	52	FPS SOLAR IPRO	21,00 d
15	FT 2155 RR	25,33 c	53	TMG 7363 INOX IPRO	0,83 f
16	SYN 13561 IPRO	41,67 a	54	LG 60163 INOX-IPRO	1,83 f
17	BMX ATIVA RR	44,33 a	55	BMX GARRA IPRO	34,00 a
18	BRS 5601 RR	27,67 c	56	TMG 7063 INOX-IPRO	1,00 f
19	SYN 1257 RR	41,67 a	57	SYN 1263 RR	26,00 c
20	MSOY 5705 IPRO	36,67 a	58	PRE 6336 RR	36,67 a
21	NS 6006 IPRO	40,00 a	59	GMX XIRU RR	12,33 e
22	NS 6060 IPRO	40,00 a	60	MSOY 6410 IPRO	24,00 c
23	AS 3575 IPRO	31,67 b	61	BS 2640 RR	25,00 c
24	AS 3570 IPRO	35,00 a	62	CZ 26B42 IPRO	21,33 d
25	MSOY 5892 IPRO	29,33 b	63	NS 6906 IPRO	36,00 a
26	BMX LANÇA IPRO	37,33 a	64	NS 6535 IPRO	29,33 b
27	TMG 2158 IPRO	48,33 a	65	NS 6601 IPRO	32,67 b
28	BMX ALVO RR	40,67 a	66	BMX POTÊNCIA RR	21,67 d
29	NS 5959 IPRO	32,67 b	67	BMX VALENTE RR	22,00 d
30	MSOY 5970 IPRO	40,67 a	68	NS 6823 RR	19,33 d
31	TEC 5936 IPRO	38,33 a	69	BMX ÍCONE IPRO	19,33 d
32	ICS 1532 RR	22,00 d	70	RK 6813 RR	27,67 c
33	TMG 7161 INOX-IPRO	0,93 f	71	CD 2694 IPRO	24,00 c
34	MSOY 5947 IPRO	44,33 a	72	GMX REDOMÃO RR	35,00 a
35	BMX VANGUARDA IPRO	17,67 d	73	NS 6700 IPRO	10,50 e
36	TMG 7060 INOX-IPRO	1,03 f	74	BRS 246 RR	17,67 d
37	PRODUZA INOX-IPRO	8,67 f	75	SYN 13671 IPRO	23,33 c
38	FT 4160 IPRO	32,67 b	76	TEC 7849 IPRO	14,00 e

ID: Identificação numérica da cultivar; \*Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para  $p < 5\%$ .

Na segunda safra (Tabela 7), o teste de médias aplicado aos dados de severidade de 88 DAE formou oito grupos de cultivares, NS 5000 IPRO, NS 5160 IPRO e NS 5106 IPRO apresentaram severidade significativamente superior aos demais materiais, com valores de 58,33, 59,33 e 62,33%, respectivamente. Embora tenham apresentado severidade estatisticamente inferior, as cultivares NS 4823 RR, FT 4153 IPRO e CZ 15B64 IPRO também apresentaram alta suscetibilidade nesta avaliação, com severidade acima de 50%. Destacam-se

também as cultivares ICR 1032 RR, P 95Y72 IPRO, NS 5445 IPRO, BMX ELITE IPRO CZ 15B92 IPRO e CZ 15B39 LL que também apresentaram severidade relativamente alta, com valores de 36,67 a 45,00%. Algumas cultivares apresentaram níveis de severidade que podem ser considerados intermediário, com valores entre 20,33 e 26,67%, o que representa uma redução considerável na intensidade de FAS se comparado as cultivares mais sensíveis.

Quando considerado as cultivares convencionais de menor severidade aos 88 DAE, destacam-se BMX PONTA IPRO, FPS SOLAR IPRO, BMX VALENTE RR, NS 6823 RR e TEC 7849 IPRO, estas cultivares apresentaram severidade de 6,00 a 8,17%, estatisticamente inferior às demais convencionais, reduzindo de 86,89 a 90,37% a intensidade da doença em relação a severidade máxima observada nesta data de avaliação. Nota-se que, diferentemente do primeiro ano de estudo, estas cultivares tiveram desempenho similar às cultivares Inox. Além das cultivares mencionadas acima, destacam-se também as cultivares MSOY 5892 IPRO, NS 5727 IPRO, DM 5958 IPRO, NS 5959 IPRO, DM 61I59 IPRO, BMX TORNADO RR, MSOY 6210 RR, DM 6563 IPRO, MSOY 6410 IPRO, NS 6535 IPRO, DM 66I68 IPRO, P 96Y90 IPRO, BRS 246 RR, NS 7300 IPRO e CD 2694 IPRO que também apresentaram baixa severidade na safra 2017/18 com valores de 9,00 a 13,67%, uma redução de 78,07 a 85,55% em relação a cultivar mais suscetível aos 88 DAE.

Muitas cultivares não registradas como parcialmente resistentes, apresentaram severidade comparável e até mesmo inferior à algumas cultivares com tecnologia Inox. Tais resultados são melhor observados na medida em que a soja se aproxima do final do seu ciclo, quando apenas o fator genético foi capaz de reduzir em de 80 a 90% na severidade de FAS sobre a cultura já em estádios avançados de enchimento de grãos. Glier et al. (2015); Owen et al. (2013) em estudo simulando desfolha em cultivares de soja reportaram que as perdas produtivas são mais expressivas quando a perda de área foliar ocorre no período de enchimento de grãos. Owen et al. (2013) relataram ainda que a perda de área de foliar na parte superior do dossel é mais prejudicial a cultura do que quando esta redução ocorre nas folhas inferiores do dossel. A perda de área foliar na camada superior de plantas de soja é muito comum em situações de epidemia severa de FAS, conduzindo a grandes perdas produtivas, reiterando o papel crucial da escolha da cultivar em reduzir a intensidade da epidemia de FAS como ferramenta importante associada à outras práticas de manejo integrado de ferrugem.

**Tabela 7** – Severidade de ferrugem asiática aos 88 dias após a emergência (Sev 88 DAE) em cultivares de soja semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.

ID	Cultivar	Sev 88 DAE	ID	Cultivar	Sev 88 DAE
1	NS 4823 RR	52,33 b*	47	ICS 1332 RR	31,00 d
2	TIBAGI RR	31,67 d	48	TMG 7262 INOX-IPRO	2,67 h
3	BMX VELOZ RR	29,33 d	49	NS 6211 RR	17,67 f
4	NS 5000 IPRO	58,33 a	50	NS 6209 RR	17,67 f
5	ICS 1032 RR	37,00 c	51	GMX CANCHEIRO RR	16,67 f
6	BMX RAI0 IPRO	26,67 e	52	NA 5909 RR	23,33 e
7	P 95Y72 IPRO	42,67 c	53	TMG 7062 INOX-IPRO	1,93 h
8	P 95R51 RR	35,00 d	54	BMX TORNADO RR	13,33 g
9	NS 5106 IPRO	59,33 a	55	MSOY 6210 IPRO	11,33 g
10	P 95Y52 IPRO	45,00 c	56	BRS 6203 RR	14,67 f
11	NS 5160 IPRO	62,33 a	57	DM 6563 IPRO	13,67 g
12	FT 4153 IPRO	53,33 b	58	FPS SOLAR IPRO	6,00 h
13	NS 5445 IPRO	40,00 c	59	TMG 7363 INOX-IPRO	1,07 h
14	ROTA 54 IPRO	31,67 d	60	LG 60163 INOX-IPRO	3,33 h
15	BMX ELITE IPRO	36,67 c	61	BMX GARRA IPRO	15,00 f
16	FT 2155 RR	25,67 e	62	TMG 7063 INOX-IPRO	4,00 h
17	BMX ATIVA RR	31,67 d	63	SYN 1263 RR	23,00 e
18	BRS 5601 RR	20,67 e	64	NS 6909 IPRO	17,00 f
19	SYN 13561 IPRO	19,00 f	65	NS 6906 IPRO	23,00 e
20	MSOY 5705 IPRO	19,00 f	66	CZ 15B39 LL	42,33 c
21	AS 3575 IPRO	24,00 e	67	MSOY 6410 IPRO	9,00 g
22	AS 3570 IPRO	25,00 e	68	PRE 6336 RR	20,67 e
23	MSOY 5892 IPRO	12,67 g	69	GMX XIRU RR	14,67 f
24	NS 6006 IPRO	29,00 d	70	BS 2640 RR	24,67 e
25	SYN 1257 RR	15,00 f	71	CZ 26B42 IPRO	16,33 f
26	NS 6060 IPRO	35,00 d	72	CZ 15B64 IPRO	53,33 b
27	NS 5727 IPRO	9,67 g	73	NS 6535 IPRO	13,00 g
28	FPS ATALANTA	19,33 f	74	NS 6828 IPRO	33,33 d
29	DM 5958 IPRO	12,33 g	75	NS 6601 IPRO	21,67 e
30	BMX LANÇA IPRO	18,67 f	76	BMX PONTA IPRO	7,17 h
31	TMG 2158 IPRO	25,00 e	77	DM 66I68 IPRO	13,67 g
32	BMX ALVO RR	33,33 d	78	BMX POTÊNCIA RR	17,27 f
33	NS 5959 IPRO	10,00 g	79	BMX VALENTE RR	6,33 h
34	TEC 5936 IPRO	32,67 d	80	NS 6823 RR	7,83 h
35	CZ 15B92 IPRO	41,00 c	81	TMG 7067 INOX-IPRO	11,50 g
36	ICS 1532 RR	18,33 f	82	BMX ÍCONE IPRO	18,00 f
37	TMG 7161 INOX-IPRO	3,27 h	83	RK 6813 RR	21,00 e
38	MSOY 5947 IPRO	21,00 e	84	P 96Y90 IPRO	12,00 g
39	BMX DELTA IPRO	21,67 e	85	GMX REDOMÃO RR	15,33 f
40	MSOY 5970 IPRO	17,33 f	86	NS 6700 IPRO	20,33 e
41	BMX VANGUARDA IPRO	33,00 d	87	NS 7000 IPRO	18,67 f
42	TMG 7060 INOX-IPRO	7,00 h	88	BRS 246 RR	9,33 g
43	PRODUZA INOX-IPRO	11,00 g	89	SYN 13671 IPRO	28,33 d
44	FT 4160 IPRO	30,00 d	90	NS 7300 IPRO	12,67 g
45	DM 61I59 IPRO	13,33 g	91	TEC 7849 IPRO	8,17 h
46	AS 3610 IPRO	18,33 f	92	CD 2694 IPRO	10,33 g

ID: Identificação numérica da cultivar: \*Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para  $p < 5\%$ .

Na tabela 8 são apresentados os dados de número de urédias  $\text{cm}^{-2}$  referentes a safra 2016/17. O número de urédias  $\text{cm}^{-2}$  variou significativamente entre as cultivares, com valores

de 0,33 urédias  $\text{cm}^{-2}$  na TMG 7363 INOX-IPRO e de 73,67 urédias  $\text{cm}^{-2}$  na NS 5000 IPRO, formando oito grupos pelo teste Scott-Knott. As cultivares mais suscetíveis, quando considerado este parâmetro, apresentaram valores acima 50 urédias  $\text{cm}^{-2}$ , destacando a NS 5000 IPRO, P 95R51 RR, TIBAGI RR, FT 4153 IPRO, BMX ATIVA RR, SYN 1257 RR, AS 3570 IPRO, MSOY 5892 IPRO, BMX LANÇA IPRO, TMG 2158 IPRO, TEC 5936 IPRO, MSOY 5947 IPRO, NS 6211 RR, GMX CANCHEIRO RR, ICS 1232 RR e BMX GARRA IPRO.

**Tabela 8** – Número de Urédias  $\text{cm}^{-2}$  em folíolos de cultivares soja semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS.

ID	Cultivar	Urédias $\text{cm}^{-2}$	ID	Cultivar	Urédias $\text{cm}^{-2}$
1	NS 4823 RR	43,50 b*	39	DM 61159 IPRO	21,83 d
2	TIBAGI RR	51,67 a	40	AS 3610 IPRO	43,17 b
3	P 95Y72 IPRO	35,67 c	41	TMG 7262 INOX-IPRO	1,33 g
4	BMX VELOZ RR	45,17 b	42	NS 6211 RR	55,33 a
5	NS 5000 IPRO	73,67 a	43	NS 6209 RR	34,67 c
6	BMX RAI0 IPRO	31,17 c	44	GMX CANCHEIRO RR	55,83 a
7	P 95R51 RR	55,00 a	45	NA 5909 RR	30,83 c
8	NS 5106 IPRO	46,17 b	46	TMG 7062 INOX-IPRO	0,83 g
9	P 95Y52 IPRO	45,50 b	47	BMX TORNADO RR	18,83 d
10	NS 5160 IPRO	46,33 b	48	MSOY 6210 IPRO	42,33 b
11	FT 4153 IPRO	61,00 a	49	ICS 1332 RR	54,17 a
12	NS 5445 IPRO	54,33 a	50	BRS 6203 RR	17,67 d
13	ROTA 54 IPRO	25,50 d	51	NS 6909 IPRO	21,50 d
14	BMX ELITE IPRO	46,67 b	52	FPS SOLAR IPRO	22,33 d
15	FT 2155 RR	38,17 b	53	TMG 7363 INOX-IPRO	0,33 g
16	SYN 13561 IPRO	45,67 b	54	LG 60163 INOX-IPRO	5,17 f
17	BMX ATIVA RR	59,33 a	55	BMX GARRA IPRO	51,83 a
18	BRS 5601 RR	28,67 c	56	TMG 7063 INOX-IPRO	0,67 g
19	SYN 1257 RR	55,17 a	57	SYN 1263 RR	45,50 b
20	MSOY 5705 IPRO	44,17 b	58	PRE 6336 RR	37,00 c
21	NS 6006 IPRO	39,50 b	59	GMX XIRU RR	24,83 d
22	NS 6060 IPRO	30,00 c	60	MSOY 6410 IPRO	28,17 c
23	AS 3575 IPRO	28,33 c	61	BS 2640 RR	29,33 c
24	AS 3570 IPRO	51,33 a	62	CZ 26B42 IPRO	32,50 c
25	MSOY 5892 IPRO	52,00 a	63	NS 6906 IPRO	34,83 c
26	BMX LANÇA IPRO	50,33 a	64	NS 6535 IPRO	42,00 b
27	TMG 2158 IPRO	63,50 a	65	NS 6601 IPRO	32,33 c
28	BMX ALVO RR	35,16 c	66	BMX POTÊNCIA RR	12,33 e
29	NS 5959 IPRO	27,17 c	67	BMX VALENTE RR	18,17 d
30	MSOY 5970 IPRO	30,33 c	68	NS 6823 RR	38,67 b
31	TEC 5936 IPRO	57,67 a	69	BMX ÍCONE IPRO	25,67 d
32	ICS 1532 RR	27,33 c	70	RK 6813 RR	46,17 b
33	TMG 7161 INOX-IPRO	1,50 g	71	CD 2694 IPRO	25,67 d
34	MSOY 5947 IPRO	59,00 a	72	GMX REDOMÃO RR	40,67 b
35	BMX VANGUARDA IPRO	24,67 d	73	NS 6700 IPRO	32,67 c
36	TMG 7060 INOX-IPRO	2,17 g	74	BRS 246 RR	21,33 d
37	PRODUZA INOX-IPRO	8,17 f	75	SYN 13671 IPRO	41,67 b
38	FT 4160 IPRO	39,50 b	76	TEC 7849 IPRO	36,50 c

ID: Identificação numérica da cultivar; \*Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para  $p < 5\%$ .

A cultivar BMX VALENTE RR apresentou média de 28,59 urédias  $\text{cm}^{-2}$ , estatisticamente igual às cultivares de tecnologia Inox, valor 80,80% inferior ao maior valor observado no experimento, enquanto as cultivares Inox apresentaram valores de 5,00 a 22,22 urédias  $\text{cm}^{-2}$ . Algumas cultivares convencionais como MSOY 5892 IPRO, NS 5727 IPRO, DM 5958 IPRO, GMX CANCHEIRO RR, DM 6563 IPRO, FPS SOLAR IPRO, MSOY 6410 IPRO, NS 6601 IPRO, NS 6823 RR e TEC 7849 IPRO também se destacaram nesta variável, apresentando número de urédias  $\text{cm}^{-2}$  bastante inferior aos máximos observados no segundo ano de estudo, sendo 37,00 a 51,44 urédias  $\text{cm}^{-2}$ , redução de até 75,15% neste parâmetro. Em ambos os anos, o número de urédias  $\text{cm}^{-2}$  variou grandemente entre as cultivares estudadas, no entanto, neste trabalho não foram realizadas estimativas do número de uredinósporos por urédia. Em estudos de Koga et al. (2008) os autores observam ainda que cultivares com maior número de urédias por folíolos apresentaram menor número de uredinósporos por urédias, entretanto, a produção total de uredinósporos foi superior onde havia mais urédias  $\text{cm}^{-2}$ . Isso é importante a medida que a cultivar pode influenciar a produção de esporos para ciclos subsequentes da doença, o que pode ser decisivo para evolução da FAS em grandes áreas.

Na safra 2017/18 os folíolos de soja foram coletados aos 78 DAE, os resultados são apresentados na Tabela 9. Seguindo a mesma tendência da severidade, o número de urédias  $\text{cm}^{-2}$  foi consideravelmente superior na safra 2, com valores variando de 5,00 urédias  $\text{cm}^{-2}$  na cultivar TMG 7062 INOX-IPRO a 148,89 urédias  $\text{cm}^{-2}$  na cultivar NS 5160 IPRO. As cultivares ICS 1032 RR, P 95Y52 IPRO, NS 5160 IPRO, FT 4153 IPRO, CZ 15B64 IPRO, NS 6828 IPRO e RK 6813 RR apresentaram número de urédias  $\text{cm}^{-2}$  estatisticamente superior as demais, com valores variando de 129,50 a 148,89 urédias  $\text{cm}^{-2}$ , seguido por NS 5000 IPRO, NS 5106 IPRO, BMX ALVO RR, BMX DELTA IPRO, CZ 26B42 IPRO, NS 6209 RR e BMX ÍCONE IPRO que também apresentaram valores superiores a 110,00 urédias  $\text{cm}^{-2}$ . Em dois grupos de cultivares, aparecem diversas cultivares que apresentaram número de urédias  $\text{cm}^{-2}$  variando de 74,78 a 104,56 e 56,11 a 71,56, considerados valores intermediários para os padrões da respectiva safra.

**Tabela 9** – Número de Urédias cm<sup>-2</sup> em folíolos de cultivares soja semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.

ID	Cultivar	Urédias cm <sup>-2</sup>	ID	Cultivar	Urédias cm <sup>-2</sup>
1	NS 4823 RR	104,56 c*	47	ICS 1332 RR	78,67 c
2	TIBAGI RR	81,78 c	48	TMG 7262 INOX-IPRO	11,33 f
3	BMX VELOZ RR	59,22 d	49	NS 6211 RR	57,33 d
4	NS 5000 IPRO	125,89 b	50	NS 6209 RR	116,32 b
5	ICS 1032 RR	130,00 a	51	GMX CANCHEIRO RR	40,00 e
6	BMX RAI0 IPRO	60,94 d	52	NA 5909 RR	100,11 c
7	P 95Y72 IPRO	74,78 c	53	TMG 7062 INOX-IPRO	5,00 f
8	P 95R51 RR	92,56 c	54	BMX TORNADO RR	84,68 c
9	NS 5106 IPRO	116,67 b	55	MSOY 6210 IPRO	71,56 d
10	P 95Y52 IPRO	146,56 a	56	BRS 6203 RR	77,39 c
11	NS 5160 IPRO	148,89 a	57	DM 6563 IPRO	47,89 e
12	FT 4153 IPRO	133,06 a	58	FPS SOLAR IPRO	42,11 e
13	NS 5445 IPRO	76,00 c	59	TMG 7363 INOX-IPRO	12,68 f
14	ROTA 54 IPRO	97,17 c	60	LG 60163 INOX-IPRO	11,33 f
15	BMX ELITE IPRO	90,00 c	61	BMX GARRA IPRO	85,78 c
16	FT 2155 RR	80,56 c	62	TMG 7063 INOX-IPRO	19,11 f
17	BMX ATIVA RR	73,50 c	63	SYN 1263 RR	93,56 c
18	BRS 5601 RR	66,11 d	64	NS 6909 IPRO	49,89 e
19	SYN 13561 IPRO	75,44 c	65	NS 6906 IPRO	95,22 c
20	MSOY 5705 IPRO	66,33 d	66	CZ 15B39 LL	96,22 c
21	AS 3575 IPRO	96,78 c	67	MSOY 6410 IPRO	42,11 e
22	AS 3570 IPRO	88,22 c	68	PRE 6336 RR	60,33 d
23	MSOY 5892 IPRO	51,44 e	69	GMX XIRU RR	92,67 c
24	NS 6006 IPRO	56,33 d	70	BS 2640 RR	76,33 c
25	SYN 1257 RR	79,33 c	71	CZ 26B42 IPRO	112,56 b
26	NS 6060 IPRO	91,22 c	72	CZ 15B64 IPRO	142,78 a
27	NS 5727 IPRO	47,22 e	73	NS 6535 IPRO	70,78 d
28	FPS ATALANTA	63,11 d	74	NS 6828 IPRO	130,78 a
29	DM 5958 IPRO	43,00 e	75	NS 6601 IPRO	37,00 e
30	BMX LANÇA IPRO	57,44 d	76	BMX PONTA IPRO	58,00 d
31	TMG 2158 IPRO	65,44 d	77	DM 66I68 IPRO	76,68 c
32	BMX ALVO RR	119,78 b	78	BMX POTÊNCIA RR	71,67 d
33	NS 5959 IPRO	58,78 d	79	BMX VALENTE RR	28,59 f
34	TEC 5936 IPRO	76,00 c	80	NS 6823 RR	40,67 e
35	CZ 15B92 IPRO	69,67 d	81	TMG 7067 INOX-IPRO	22,22 f
36	ICS 1532 RR	88,00 c	82	BMX ÍCONE IPRO	118,56 b
37	TMG 7161 INOX-IPRO	14,56 f	83	RK 6813 RR	129,50 a
38	MSOY 5947 IPRO	75,78 c	84	P 96Y90 IPRO	64,56 d
39	BMX DELTA IPRO	118,22 b	85	GMX REDOMÃO RR	86,00 c
40	MSOY 5970 IPRO	65,33 d	86	NS 6700 IPRO	84,11 c
41	BMX VANGUARDA IPRO	88,22 c	87	NS 7000 IPRO	86,11 c
42	TMG 7060 INOX-IPRO	9,56 f	88	BRS 246 RR	56,11 d
43	PRODUZA INOX-IPRO	40,89 e	89	SYN 13671 IPRO	82,56 c
44	FT 4160 IPRO	62,56 d	90	NS 7300 IPRO	86,11 c
45	DM 61I59 IPRO	95,50 c	91	TEC 7849 IPRO	43,11 e
46	AS 3610 IPRO	66,56 d	92	CD 2694 IPRO	56,44 d

ID: Identificação numérica da cultivar: \*Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para  $p < 5\%$ .

Dentre as cultivares convencionais, a cultivar BMX POTÊNCIA RR apresentou o menor número de urédias cm<sup>-2</sup>, com 12,33, seguido pelas cultivares ROTA 54 IPRO, BMX

VANGUARDA IPRO, DM 61I59 IPRO, BMX TORNADO IPRO, BRS 6203 RR, NS 6909 IPRO, FPS SOLAR IPRO, GMX XIRU RR, BMX VALENTE RR, BMX ÍCONE IPRO, CD 2694 e BRS 246 RR que apresentaram valores entre 17,67 e 25,67 urédias  $\text{cm}^{-2}$ , seguindo por um grupo com médias entre 27,33 e 37,00 urédias  $\text{cm}^{-2}$ . As cultivares Inox tiveram entre 0,33 e 8,17 urédias  $\text{cm}^{-2}$ . Em termos de redução, as cultivares convencionais com menor número de urédias  $\text{cm}^{-2}$ , apresentaram redução de 65,15 a 83,23% no número de urédias  $\text{cm}^{-2}$  em relação a máxima observada no experimento.

As estimativas de taxa de progresso diária (Tx) para cada cultivar no período correspondente a primeira e a última avaliação na safra 2016/17 são apresentadas na Tabela 10. As cultivares TMG 7262 INOX-IPRO e TMG 7062 INOX-IPRO apresentaram menor taxa de progresso da doença, seguidas pelas demais cultivares Inox. As cultivares de maior Tx apresentaram valores de 0,213 a 0,257, sendo o maior valor estimado para a cultivar BMX ATIVA RR, seguido por cultivares com Tx entre 0,165 e 0,212. Nota-se ainda que as cultivares como P 95Y52 IPRO, TIBAGI RR, NS 5445 IPRO e GMX REDOMÃO RR mostraram baixa Tx, mesmo apresentando alta severidade final (87 DAE), isso pode ser explicado pelo fato de o modelo logístico (Equação 3.2) estimar Tx considerando a severidade inicial como referência, assim, cultivares com severidade inicial alta, podem apresentar baixa Tx. Semelhante processo ocorreu com as cultivares BMX POTÊNCIA RR e BMX VALENTE RR, cultivares estas que apresentaram níveis baixos de severidade, especialmente aos 87 DAE, no entanto, como sua severidade inicial foi baixa, a Tx nestas cultivares foi relativamente alta.

No ano agrícola de 2017/18 a estimativa de Tx foi realizada considerando a primeira e a penúltima avaliação (88 DAE) em ordem de manter um intervalo similar ao do primeiro ano de experimento, nesta safra cinco grupos foram formados pelo teste médias Scott-Knott. No agrupamento de médias das cultivares de maior valor neste parâmetro tiveram valores de 0,220 a 0,252 para taxa de progresso diário Tabela 11, sendo o maior valor observado para a cultivar CZ 15B92 IPRO, demais cultivares foram agrupadas com Tx de 0,193 a 0,218 e entre 0,166 a 0,189. As cultivares NS 5727 IPRO, NS 5959 IPRO, DM 61I59 IPRO, FPS SOLAR IPRO, BMX PONTA IPRO, GMX REDOMÃO RR e NS 7300 IPRO mostraram a menor taxa de progresso entre os materiais convencionais, com valores entre 0,147 e 0,161, redução de até 45,63% na taxa de progresso diária da doença, em relação a maior taxa diária observada, sendo estatisticamente comparável à algumas cultivares Inox. Assim, como na primeira safra algumas

cultivares apresentaram severidade alta e Tx significativamente inferior aos valores mais altos, estas constatações são aplicadas a materiais como NS 5445 IPRO e MSOY 5947 IPRO.

**Tabela 10** – Taxa de Progresso da Ferrugem (Tx) estimada para as cultivares de soja semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS.

ID	Cultivar	Tx	ID	Cultivar	Tx
1	NS 4823 RR	0,193 b*	39	DM 61159 IPRO	0,184 b
2	TIBAGI RR	0,187 b	40	AS 3610 IPRO	0,225 a
3	P 95Y72 IPRO	0,185 b	41	TMG 7262 INOX-IPRO	0,066 d
4	BMX VELOZ RR	0,218 a	42	NS 6211 RR	0,207 b
5	NS 5000 IPRO	0,250 a	43	NS 6209 RR	0,234 a
6	BMX RAI0 IPRO	0,224 a	44	GMX CANCHEIRO RR	0,228 a
7	P 95R51 RR	0,216 a	45	NA 5909 RR	0,224 a
8	NS 5106 IPRO	0,253 a	46	TMG 7062 INOX-IPRO	0,039 d
9	P 95Y52 IPRO	0,238 a	47	BMX TORNADO RR	0,208 b
10	NS 5160 IPRO	0,249 a	48	MSOY 6210 IPRO	0,236 a
11	FT 4153 IPRO	0,212 b	49	ICS 1332 RR	0,213 a
12	NS 5445 IPRO	0,177 b	50	BRS 6203 RR	0,209 b
13	ROTA 54 IPRO	0,224 a	51	NS 6909 IPRO	0,204 b
14	BMX ELITE IPRO	0,191 b	52	FPS SOLAR IPRO	0,183 b
15	FT 2155 RR	0,200 b	53	TMG 7363 INOX-IPRO	0,079 c
16	SYN 13561 IPRO	0,244 a	54	LG 60163 INOX-IPRO	0,103 c
17	BMX ATIVA RR	0,257 a	55	BMX GARRA IPRO	0,203 b
18	BRS 5601 RR	0,228 a	56	TMG 7063 INOX-IPRO	0,088 c
19	SYN 1257 RR	0,244 a	57	SYN 1263 RR	0,224 a
20	MSOY 5705 IPRO	0,217 a	58	PRE 6336 RR	0,217 a
21	NS 6006 IPRO	0,193 b	59	GMX XIRU RR	0,189 b
22	NS 6060 IPRO	0,232 a	60	MSOY 6410 IPRO	0,203 b
23	AS 3575 IPRO	0,200 b	61	BS 2640 RR	0,200 b
24	AS 3570 IPRO	0,233 a	62	CZ 26B42 IPRO	0,205 b
25	MSOY 5892 IPRO	0,223 a	63	NS 6906 IPRO	0,216 a
26	BMX LANÇA IPRO	0,231 a	64	NS 6535 IPRO	0,231 a
27	TMG 2158 IPRO	0,231 a	65	NS 6601 IPRO	0,206 b
28	BMX ALVO RR	0,242 a	66	BMX POTÊNCIA RR	0,215 a
29	NS 5959 IPRO	0,220 a	67	BMX VALENTE RR	0,216 a
30	MSOY 5970 IPRO	0,196 b	68	NS 6823 RR	0,192 b
31	TEC 5936 IPRO	0,238 a	69	BMX ÍCONE IPRO	0,188 b
32	ICS 1532 RR	0,189 b	70	RK 6813 RR	0,226 a
33	TMG 7161 INOX-IPRO	0,085 c	71	CD 2694	0,221 a
34	MSOY 5947 IPRO	0,239 a	72	GMX REDOMÃO RR	0,184 b
35	BMX VANGUARDA IPRO	0,183 b	73	NS 6700 IPRO	0,183 b
36	TMG 7060 INOX-IPRO	0,085 c	74	BRS 246 RR	0,206 b
37	PRODUZA INOX-IPRO	0,165 b	75	SYN 13671 IPRO	0,210 b
38	FT 4160 IPRO	0,229 a	76	TEC 7849 IPRO	0,196 b

ID: Identificação numérica da cultivar; \*Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para  $p < 5\%$ .

**Tabela 11** – Taxa de Progresso da Ferrugem (Tx) estimada para as cultivares de soja semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.

ID	Cultivar	Tx	ID	Cultivar	Tx
1	NS 4823 RR	0,243 a*	47	ICS 1332 RR	0,244 a
2	TIBAGI RR	0,201 b	48	TMG 7262 INOX-IPRO	0,130 d
3	BMX VELOZ RR	0,189 c	49	NS 6211 RR	0,185 c
4	NS 5000 IPRO	0,227 a	50	NS 6209 RR	0,214 b
5	ICS 1032 RR	0,207 b	51	GMX CANCHEIRO RR	0,211 b
6	BMX RAI0 IPRO	0,221 a	52	NA 5909 RR	0,185 c
7	P 95Y72 IPRO	0,236 a	53	TMG 7062 INOX-IPRO	0,114 e
8	P 95R51 RR	0,214 b	54	BMX TORNADO RR	0,192 c
9	NS 5106 IPRO	0,240 a	55	MSOY 6210 IPRO	0,194 b
10	P 95Y52 IPRO	0,214 b	56	BRS 6203 RR	0,196 b
11	NS 5160 IPRO	0,232 a	57	DM 6563 IPRO	0,188 c
12	FT 4153 IPRO	0,218 b	58	FPS SOLAR IPRO	0,156 d
13	NS 5445 IPRO	0,187 c	59	TMG 7363 INOX-IPRO	0,095 e
14	ROTA 54 IPRO	0,214 b	60	LG 60163 INOX-IPRO	0,141 d
15	BMX ELITE IPRO	0,230 a	61	BMX GARRA IPRO	0,197 b
16	FT 2155 RR	0,215 b	62	TMG 7063 INOX-IPRO	0,147 d
17	BMX ATIVA RR	0,230 a	63	SYN 1263 RR	0,193 b
18	BRS 5601 RR	0,213 b	64	NS 6909 IPRO	0,189 c
19	SYN 13561 IPRO	0,215 b	65	NS 6906 IPRO	0,195 b
20	MSOY 5705 IPRO	0,209 b	66	CZ 15B39 LL	0,203 b
21	AS 3575 IPRO	0,206 b	67	MSOY 6410 IPRO	0,166 c
22	AS 3570 IPRO	0,217 b	68	PRE 6336 RR	0,182 c
23	MSOY 5892 IPRO	0,172 c	69	GMX XIRU RR	0,182 c
24	NS 6006 IPRO	0,216 b	70	BS 2640 RR	0,196 b
25	SYN 1257 RR	0,188 c	71	CZ 26B42 IPRO	0,210 b
26	NS 6060 IPRO	0,227 a	72	CZ 15B64 IPRO	0,232 a
27	NS 5727 IPRO	0,157 d	73	NS 6535 IPRO	0,200 b
28	FPS ATALANTA	0,200 b	74	NS 6828 IPRO	0,234 a
29	DM 5958 IPRO	0,187 c	75	NS 6601 IPRO	0,225 a
30	BMX LANÇA IPRO	0,199 b	76	BMX PONTA IPRO	0,155 d
31	TMG 2158 IPRO	0,199 b	77	DM 66I68 IPRO	0,174 c
32	BMX ALVO RR	0,199 b	78	BMX POTÊNCIA RR	0,184 c
33	NS 5959 IPRO	0,149 d	79	BMX VALENTE RR	0,168 c
34	TEC 5936 IPRO	0,238 a	80	NS 6823 RR	0,147 d
35	CZ 15B92 IPRO	0,252 a	81	TMG 7067 INOX-IPRO	0,180 c
36	ICS 1532 RR	0,183 c	82	BMX ÍCONE IPRO	0,216 b
37	TMG 7161 INOX-IPRO	0,137 d	83	RK 6813 RR	0,223 a
38	MSOY 5947 IPRO	0,223 a	84	P 96Y90 IPRO	0,178 c
39	BMX DELTA IPRO	0,215 b	85	GMX REDOMÃO RR	0,161 d
40	MSOY 5970 IPRO	0,166 c	86	NS 6700 IPRO	0,184 c
41	BMX VANGUARDA IPRO	0,204 b	87	NS 7000 IPRO	0,188 c
42	TMG 7060 INOX-IPRO	0,162 d	88	BRS 246 RR	0,182 c
43	PRODUZA INOX-IPRO	0,183 c	89	SYN 13671 IPRO	0,200 b
44	FT 4160 IPRO	0,215 b	90	NS 7300 IPRO	0,156 d
45	DM 61I59 IPRO	0,159 d	91	TEC 7849 IPRO	0,179 c
46	AS 3610 IPRO	0,189 c	92	CD 2694 IPRO	0,189 c

ID: Identificação numérica da cultivar: \*Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para  $p < 5\%$ .

Os valores de AACPF para o ano agrícola de 2016/17 são apresentados na Tabela 12. Esta variável pode ser considerada como uma representação da intensidade da doença ocorrente

ao longo do ciclo da cultura. O maior valor de AACPF na safra 2016/17 foi observado na cultivar TMG 2148 IPRO com 442,53, no entanto, na comparação de médias as cultivares TIBAGI RR, NS 5000 IPRO, NS 5106 IPRO, P 95Y52 IPRO, NS 5160 IPRO, FT 4153 IPRO, SYN 13561 IPRO, BMX ATIVA RR, SYN 1257 RR, TEC 5936 IPRO e MOSY 5947 IPRO foram estatisticamente iguais nesta variável, com valores de 345,88 a 404,53, seguido por grupos de cultivares com AACPF variando de 295,27 a 332,73 e de 202,96 a 286,26. As cultivares ICS 1532 RR, BMX VANGUARDA IPRO, DM 61I59 IPRO, FPS SOLAR IPRO, GMX XIRU RR, CZ 26B42 IPRO, BMX POTÊNCIA RR, BMX VALENTE RR, NS 6823 RR, BMX ÍCONE IPRO, NS 6700 IPRO, BRS 246 RR e TEC 7849 IPRO foram as cultivares convencionais de menor intensidade de ferrugem, com AACPF entre 121,82 e 196,87, redução de até 72,47% na intensidade da doença ocorrente ao longo do ciclo da cultura. As cultivares Inox foram estatisticamente diferentes das demais, com AACPF de 5,02 a 87,45.

Na safra 2017/18, a AACPF foi estimada utilizando as seis avaliações de severidade, a exceção para NS 4823 RR, TIBAGI RR, BMX VELOZ RR, NS 5000 IPRO, BMX RAI0 IPRO, NS 5160 IPRO, NS 5106 IPRO e FT 4153 IPRO que encerraram seu ciclo de forma antecipada, portanto, nestas cultivares a AACPF foi calculada considerando as cinco avaliações possíveis. Nesta safra, a maior intensidade de doença fica evidente quando observados os valores de AACPF (Tabela 12), sendo a maior AACPF foi relatada na cultivar CZ 15B64 IPRO com 1099,65, valor estatisticamente superior às demais cultivares. As cultivares ICR 1032 RR, P 95Y72 IPRO, P 95Y52 IPRO, NS 5445 IPRO, CZ 15B92 IPRO e CZ 15B39 LL com AACPF entre 881,67 e 966,95, seguido por NS 5000 IPRO, P 95R51 RR, NS 5160 IPRO, ROTA 54 IPRO, BMX ATIVA RR, NS 6060 IPRO, BMX ALVO RR, BMX VANGUARDA IPRO e NS 6828 IPRO com AACPF entre 765,02 e 823,77 também apresentaram alta intensidade durante o ciclo da cultura. Alguns materiais apresentaram AACPF inferior, podendo ser consideradas cultivares de intensidade moderada da ferrugem com AACPF entre 554,08 e 622,95 e entre 448,69 e 527,67.

Dentre as cultivares convencionais, BMX RAI0 IPRO, FPS SOLAR IPRO, BMX PONTA IPRO, BMX VALENTE RR, BRS 246 RR e CD 2694 IPRO foram as de menor AACPF, sendo estatisticamente inferior, com estimativas entre 263,12 e 289,97, valores comparáveis à algumas cultivares Inox. Estes valores significam uma redução de 75,74 a 76,07% na intensidade da doença em relação a maior AACPF observada. Pode-se destacar também as cultivares TIBAGI RR, BMX VELOZ RR, MSOY 5892 IPRO, NS 5727 IPRO, DM

5958 IPRO, DM 61I59 IPRO, MSOY 6210 IPRO, DM 6563 IPRO, BMX GARRA IPRO, MSOY 6410 IPRO, NS 6601 IPRO, DM 66I68 IPRO, NS 6823 RR, GMX REDOMÃO RR e TEC 7849 IPRO tiveram AACPF variando entre 317,49 e 424,25, redução de 61,42 a 71,13%. As cultivares Inox apresentaram menor intensidade de ferrugem, sendo estatisticamente inferior as demais, a exceção de PRODUZA INOX-IPRO e TMG 7067 INOX-IPRO, que apresentaram AACPF superior.

**Tabela 12** – Área Abaixo da Curva de Progresso da ferrugem (AACPF) das cultivares semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS.

ID	Cultivar	AACPF	ID	Cultivar	AACPF
1	NS 4823 RR	269,70 c*	39	DM 61I59 IPRO	137,92 d
2	TIBAGI RR	352,60 a	40	AS 3610 IPRO	250,34 c
3	P 95Y72 IPRO	312,59 b	41	TMG 7262 INOX-IPRO	8,29 e
4	BMX VELOZ RR	331,94 b	42	NS 6211 RR	303,23 b
5	NS 5000 IPRO	363,86 a	43	NS 6209 RR	274,66 c
6	BMX RAI0 IPRO	286,26 c	44	GMX CANCHEIRO RR	269,19 c
7	P 95R51 RR	311,68 b	45	NA 5909 RR	210,65 c
8	NS 5106 IPRO	362,05 a	46	TMG 7062 INOX-IPRO	5,02 e
9	P 95Y52 IPRO	347,04 a	47	BMX TORNADO RR	208,48 c
10	NS 5160 IPRO	389,22 a	48	MSOY 6210 IPRO	260,26 c
11	FT 4153 IPRO	347,60 a	49	ICS 1332 RR	231,89 c
12	NS 5445 IPRO	323,25 b	50	BRS 6203 RR	239,92 c
13	ROTA 54 IPRO	284,89 c	51	NS 6909 IPRO	212,54 c
14	BMX ELITE IPRO	314,90 b	52	FPS SOLAR IPRO	166,76 d
15	FT 2155 RR	224,17 c	53	TMG 7363 INOX-IPRO	8,20 e
16	SYN 13561 IPRO	345,90 a	54	LG 60163 INOX-IPRO	21,31 e
17	BMX ATIVA RR	393,56 a	55	BMX GARRA IPRO	295,27 b
18	BRS 5601 RR	230,63 c	56	TMG 7063 INOX-IPRO	9,55 e
19	SYN 1257 RR	355,69 a	57	SYN 1263 RR	247,11 c
20	MSOY 5705 IPRO	308,13 b	58	PRE 6336 RR	299,17 b
21	NS 6006 IPRO	316,87 b	59	GMX XIRU RR	133,26 d
22	NS 6060 IPRO	303,80 b	60	MSOY 6410 IPRO	202,96 c
23	AS 3575 IPRO	280,83 c	61	BS 2640 RR	234,94 c
24	AS 3570 IPRO	299,02 b	62	CZ 26B42 IPRO	187,25 d
25	MSOY 5892 IPRO	252,07 c	63	NS 6906 IPRO	300,75 b
26	BMX LANÇA IPRO	301,96 b	64	NS 6535 IPRO	269,48 c
27	TMG 2158 IPRO	442,63 a	65	NS 6601 IPRO	274,61 c
28	BMX ALVO RR	332,74 b	66	BMX POTÊNCIA RR	173,98 d
29	NS 5959 IPRO	270,19 c	67	BMX VALENTE RR	194,90 d
30	MSOY 5970 IPRO	325,75 b	68	NS 6823 RR	191,18 d
31	TEC 5936 IPRO	345,89 a	69	BMX ÍCONE IPRO	170,04 d
32	ICS 1532 RR	196,87 d	70	RK 6813 RR	239,46 c
33	TMG 7161 INOX-IPRO	11,30 e	71	CD 2694 IPRO	208,68 c
34	MSOY 5947 IPRO	404,53 a	72	GMX REDOMÃO RR	317,04 b
35	BMX VANGUARDA IPRO	153,15 d	73	NS 6700 IPRO	121,82 d
36	TMG 7060 INOX-IPRO	10,40 e	74	BRS 246 RR	153,46 d
37	PRODUZA INOX-IPRO	87,45 e	75	SYN 13671 IPRO	218,90 c
38	FT 4160 IPRO	278,92 c	76	TEC 7849 IPRO	132,08 d

ID: Identificação numérica da cultivar; \*Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para  $p < 5\%$ .

**Tabela 13** – Área Abaixo da Curva de Progresso da ferrugem (AACPF) das cultivares semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.

ID	Cultivar	AACPF	ID	Cultivar	AACPF
1	NS 4823 RR	614,04 e*	47	ICS 1332 RR	688,09 d
2	TIBAGI RR	398,24 g	48	TMG 7262 INOX-IPRO	110,99 i
3	BMX VELOZ RR	377,16 g	49	NS 6211 RR	577,33 e
4	NS 5000 IPRO	765,02 c	50	NS 6209 RR	569,42 e
5	ICS 1032 RR	922,57 b	51	GMX CANCHEIRO RR	465,89 f
6	BMX RAI0 IPRO	263,12 h	52	NA 5909 RR	642,09 d
7	P 95Y72 IPRO	944,76 b	53	TMG 7062 INOX-IPRO	59,97 i
8	P 95R51 RR	813,25 c	54	BMX TORNADO RR	512,29 f
9	NS 5106 IPRO	677,68 d	55	MSOY 6210 IPRO	407,89 g
10	P 95Y52 IPRO	966,95 b	56	BRS 6203 RR	456,26 f
11	NS 5160 IPRO	766,59 c	57	DM 6563 IPRO	411,03 g
12	FT 4153 IPRO	669,66 d	58	FPS SOLAR IPRO	269,21 h
13	NS 5445 IPRO	953,96 b	59	TMG 7363 INOX-IPRO	39,44 i
14	ROTA 54 IPRO	815,82 c	60	LG 60163 INOX-IPRO	121,25 i
15	BMX ELITE IPRO	881,67 b	61	BMX GARRA IPRO	406,86 g
16	FT 2155 RR	715,85 d	62	TMG 7063 INOX-IPRO	112,34 i
17	BMX ATIVA RR	765,62 c	63	SYN 1263 RR	630,20 d
18	BRS 5601 RR	641,64 d	64	NS 6909 IPRO	564,34 e
19	SYN 13561 IPRO	618,47 e	65	NS 6906 IPRO	579,90 e
20	MSOY 5705 IPRO	518,29 f	66	CZ 15B39 LL	903,22 b
21	AS 3575 IPRO	565,82 e	67	MSOY 6410 IPRO	326,42 g
22	AS 3570 IPRO	657,12 d	68	PRE 6336 RR	607,95 e
23	MSOY 5892 IPRO	364,56 g	69	GMX XIRU RR	464,77 f
24	NS 6006 IPRO	703,42 d	70	BS 2640 RR	638,20 d
25	SYN 1257 RR	494,74 f	71	CZ 26B42 IPRO	481,54 f
26	NS 6060 IPRO	817,85 c	72	CZ 15B64 IPRO	1099,65 a
27	NS 5727 IPRO	420,63 g	73	NS 6535 IPRO	476,14 f
28	FPS ATALANTA	633,63 d	74	NS 6828 IPRO	783,33 c
29	DM 5958 IPRO	353,21 g	75	NS 6601 IPRO	424,25 g
30	BMX LANÇA IPRO	554,08 e	76	BMX PONTA IPRO	289,97 h
31	TMG 2158 IPRO	683,22 d	77	DM 66I68 IPRO	380,15 g
32	BMX ALVO RR	823,77 c	78	BMX POTÊNCIA RR	493,62 f
33	NS 5959 IPRO	470,64 f	79	BMX VALENTE RR	267,10 h
34	TEC 5936 IPRO	744,64 d	80	NS 6823 RR	327,65 g
35	CZ 15B92 IPRO	912,31 b	81	TMG 7067 INOX-IPRO	464,79 f
36	ICS 1532 RR	556,22 e	82	BMX ÍCONE IPRO	470,42 f
37	TMG 7161 INOX-IPRO	122,05 i	83	RK 6813 RR	603,49 e
38	MSOY 5947 IPRO	601,72 e	84	P 96Y90 IPRO	512,43 f
39	BMX DELTA IPRO	650,99 d	85	GMX REDOMÃO RR	379,30 g
40	MSOY 5970 IPRO	527,67 f	86	NS 6700 IPRO	510,62 f
41	BMX VANGUARDA IPRO	813,24 c	87	NS 7000 IPRO	485,54 f
42	TMG 7060 INOX-IPRO	181,69 i	88	BRS 246 RR	267,95 h
43	PRODUZA INOX-IPRO	273,44 h	89	SYN 13671 IPRO	622,95 e
44	FT 4160 IPRO	670,51 d	90	NS 7300 IPRO	448,69 f
45	DM 61I59 IPRO	400,59 g	91	TEC 7849 IPRO	317,49 g
46	AS 3610 IPRO	454,83 f	92	CD 2694 IPRO	279,17 h

ID: Identificação numérica da cultivar: \*Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para  $p < 5\%$ .

#### 4.1.2 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS E AGRUPAMENTO DE CULTIVARES

Nas Tabelas 14 e 15 estão dispostos os resultados para a análise de componentes principais (CP) para os anos agrícolas de 2016/17 e 2017/18. Segundo Cruz, C. et al. (2012) os componentes principais são independentes entre si, cada componente representando uma combinação linear das variáveis originais, de modo a maximizar o aproveitamento da variabilidade disponível nas variáveis originais, e selecionando aqueles componentes que captam pelo menos 80% da variabilidade disponível. No presente estudo, o primeiro componente principal (CP1) envolveu 74,39 e 70,70% da variabilidade total das cultivares para as safras 1 e 2, respectivamente. Os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) envolveram 87,54 e 85,14% da variabilidade total, assim a dispersão das cultivares em planos cartesianos foi realizada com os dois primeiros eixos.

**Tabela 14** – Análise de Componentes Principais (CP) referentes às variáveis avaliadas nas cultivares semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS. Estimativa dos autovalores, variância explicada e acumulada associados a cada um dos Componentes Principais.

Componente Principal	Autovalores	Variância Explicada (%)	Variância Acumulada (%)
CP1	5,95	74,39	74,39
CP2	1,05	13,15	87,54
CP3	0,51	6,37	93,91
CP4	0,21	2,59	96,51
CP5	0,11	1,35	97,85
CP6	0,10	1,22	99,07
CP7	0,07	0,92	99,99
CP8	0,00	0,01	100,00

**Tabela 15** – Análise de Componentes Principais (CP) referentes às variáveis avaliadas nas cultivares semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS. Estimativa dos autovalores, variância explicada e acumulada associados a cada um dos Componentes Principais.

Componente Principal	Autovalores	Variância Explicada (%)	Variância Acumulada (%)
CP1	7,07	70,70	70,70
CP2	1,44	14,44	85,14
CP3	0,64	6,36	91,49
CP4	0,49	4,92	96,42
CP5	0,16	1,57	97,98
CP6	0,08	0,81	98,79
CP7	0,05	0,49	99,29
CP8	0,04	0,42	99,71
CP9	0,02	0,23	99,94
CP10	0,01	0,06	100,00

Nas Tabelas 16 e 17 são apresentados os coeficientes de ponderação para cada variável em relação a cada eixo de CP. Severidade aos 74, 80, 87 DAE, urédias cm<sup>-2</sup> e AACPF na safra 2016/17, e severidade aos 75, 82, 88 DAE, urédias cm<sup>-2</sup> e AACPF na segunda safra mostraram alta associação com o CP1, sendo as variáveis que mais contribuíram para a discriminação das cultivares neste componente, indicando que o primeiro critério de diferenciação entre cultivares foi a intensidade da doença ao longo do ciclo. Estes resultados sugerem que a maior discriminação das cultivares em estudos de campo ocorrem em condições de média intensidade da FAS, no período intermediário do progresso da epidemia, demonstrando a importância de considerar o maior número possível de avaliações afim de abranger o maior número de ciclos da doença. A severidade inicial e Tx tiveram as maiores correlações com CP2, com a Tx apresentando coeficientes negativos nas duas safras.

**Tabela 16** – Análise de Componentes Principais (CP) referentes às variáveis avaliadas nas cultivares semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS. Coeficiente de ponderação associado à cada variável avaliada para cada um dos Componentes Principais.

Componentes Principais	Severidade (%)					Urédias cm <sup>-2</sup>	Tx	AACPF
	60 DAE	67 DAE	74 DAE	80 DAE	87 DAE			
CP1	0,36	0,80	0,93	0,95	0,93	0,95	0,86	0,96
CP2	0,91	0,15	0,02	-0,10	0,02	-0,06	-0,43	0,02
CP3	-0,15	0,52	0,22	-0,01	-0,31	0,06	-0,14	-0,21
CP4	0,08	-0,24	0,23	0,19	-0,19	0,07	0,02	-0,13
CP5	0,04	-0,02	-0,12	-0,09	-0,04	0,27	0,04	-0,07
CP6	0,09	0,03	0,04	-0,12	-0,03	-0,09	0,24	-0,08
CP7	0,04	0,06	-0,17	0,18	-0,06	-0,04	0,06	-0,04
CP8	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,02

DAE: Dias após a emergência da cultura (60, 67, 74, 80 e 87 DAE); Urédias cm<sup>-2</sup>: Tx: Taxa de progresso da ferrugem; AACPF: Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem.

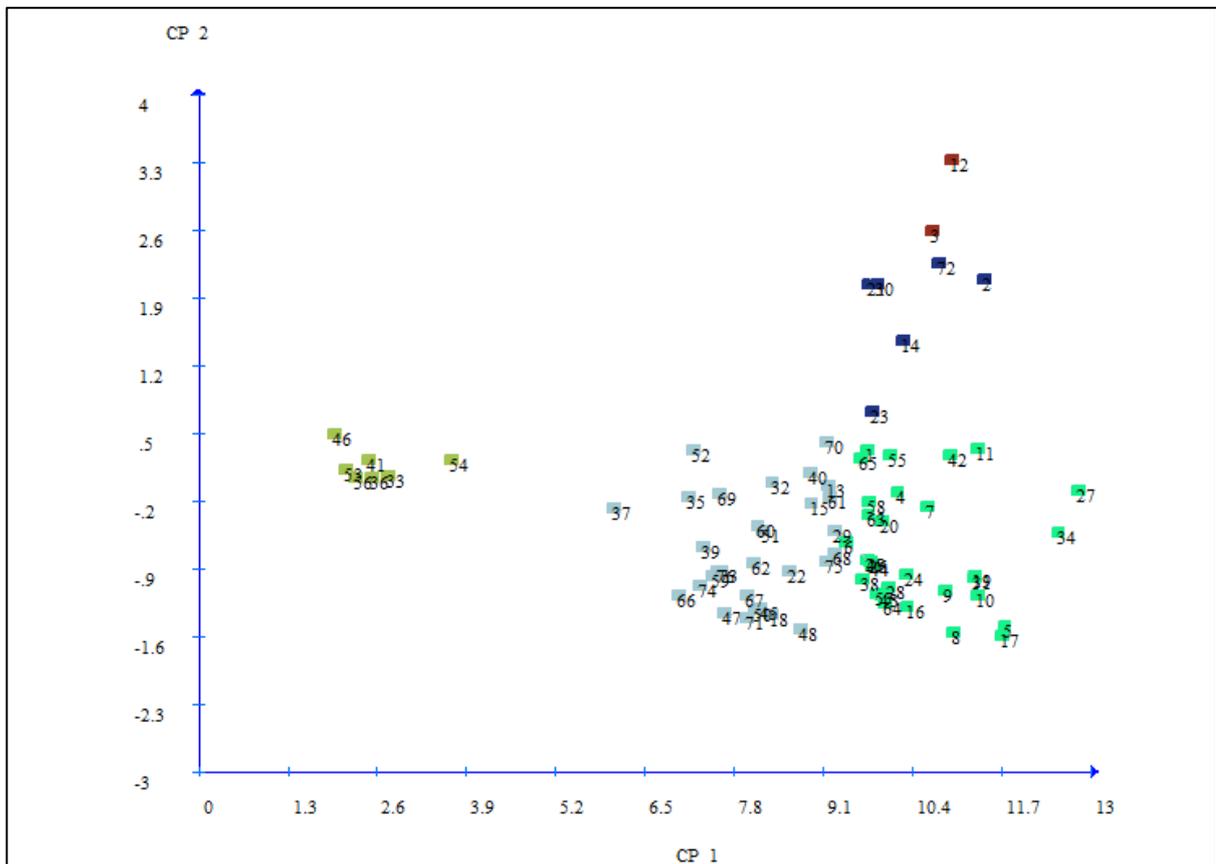
**Tabela 17** – Análise de Componentes Principais (CP) referentes às variáveis avaliadas nas cultivares semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS. Coeficiente de ponderação associado à cada variável avaliada para cada um dos Componentes Principais.

Componente Principal	Severidade (%)						Urédias cm <sup>-2</sup>	Lesões cm <sup>-2</sup>	Tx	AACPF
	63 DAE	69 DAE	75 DAE	82 DAE	88 DAE	95 DAE				
CP1	0,70	0,71	0,91	0,94	0,93	0,81	0,86	0,82	0,77	0,91
CP2	0,71	0,70	0,07	-0,03	0,02	-0,22	-0,12	-0,22	-0,55	-0,17
CP3	-0,01	-0,01	0,08	0,13	0,18	0,22	-0,47	-0,51	0,15	0,19
CP4	0,03	0,05	-0,20	-0,25	-0,18	0,48	0,02	0,06	-0,22	0,26
CP5	-0,06	-0,05	0,34	-0,04	-0,15	0,02	0,00	-0,02	-0,11	0,02
CP6	-0,03	-0,03	0,04	-0,11	0,19	0,09	0,06	-0,03	-0,05	-0,13
CP7	0,07	0,03	0,03	-0,12	-0,04	0,02	-0,06	0,04	0,14	-0,05
CP8	-0,02	-0,01	0,01	-0,02	0,07	-0,03	-0,12	0,12	-0,05	0,04
CP9	0,03	-0,03	0,01	-0,07	0,03	-0,07	0,04	-0,04	0,00	0,09
CP10	-0,05	0,05	0,00	-0,01	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,01	0,01

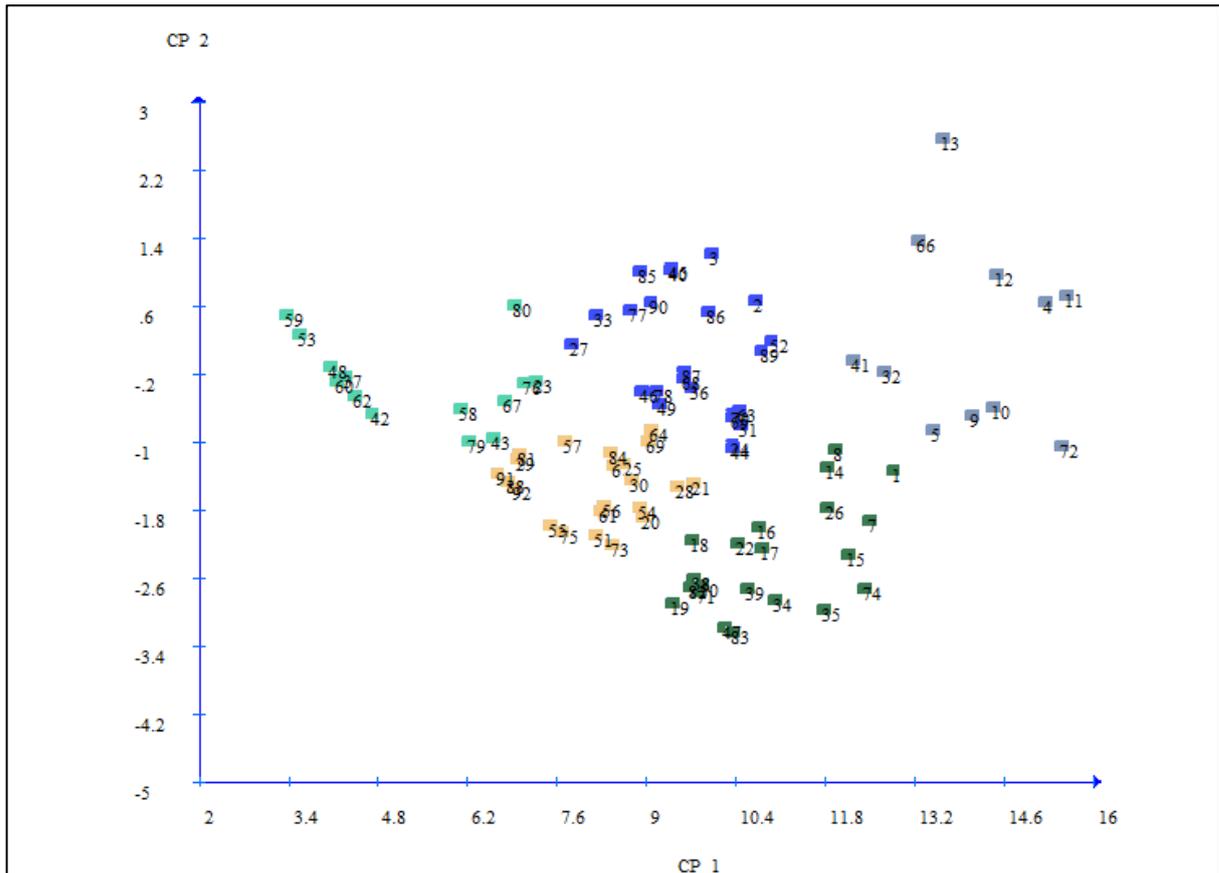
DAE: Dias após a emergência da cultura (63, 69, 75, 82, 88 e 95 DAE); Tx: Taxa de progresso da ferrugem; AACPF: Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem.

As figuras 2 e 3 representam a disposição das cultivares no plano cartesiano para as safras 2016/17 e 2017/18, respectivamente, os grupos formados pelo método K-means são representados pelas diferentes cores nas figuras, reunindo cultivares de acordo com sua semelhança nas variáveis estudadas. Na Tabela 18 são apresentadas as médias dos escores utilizados para formação do gráfico de dispersão, com os valores médios apresentados para cada grupo formado. Os grupos 1, 2 e 3 na safra 1, e os grupos 1 e 2 na safra 2 apresentaram os maiores escores médios para o CP1, o que indica que as cultivares pertencentes a estes grupos são as de maior intensidade de doença, os grupos 4 e 5 (safra 1) e 3, 4, e 5 (safra 2) apresentaram média dos escores em CP1 inferiores, indicando menor intensidade da doença nestes grupos.

**Figura 2** – Gráfico de dispersão no plano cartesiano, segundo os escores relativos obtidos para as 76 cultivares semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS.



**Figura 3** – Gráfico de dispersão no plano cartesiano, segundo os escores relativos obtidos para as 92 cultivares semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.



**Tabela 18** – Escores médios dos Componentes Principais 1 e 2 (CP1 e CP2) para cada grupo formado nas safras 2016/17 e 2017/18 em Itaara, RS.

Grupos	Saфра 2016/17		Saфра 2017/18	
	CP1	CP2	CP1	CP2
Grupo 1	10,40	-0,63	13,96	0,33
Grupo 2	10,74	3,02	10,84	-2,30
Grupo 3	10,23	1,83	9,58	0,09
Grupo 4	8,03	-0,62	8,08	-1,44
Grupo 5	2,45	0,23	5,29	-0,22

Em 2016/17 os grupos 1, 2 e 3 reúnem 39 cultivares que mostraram maior intensidade de ferrugem nesta safra (Tabela 19). As cultivares do grupo 1 tiveram severidade final (87 DAE) variando de 24,30 a 48,30% e média de 36,50%, para a AACPF os valores estão entre 231,90 e 442,30, com média de 317,30. Este grupo também teve as maiores médias de urédias  $\text{cm}^{-2}$ , assim, mesmo que algumas cultivares tenham apresentado severidade significativamente abaixo da média, estas apresentaram elevado número de urédias  $\text{cm}^{-2}$ . Além da alta intensidade da doença, este grupo também se caracterizou por reunir as cultivares de maior taxa de

progresso no primeiro ano agrícola, com estimativas de Tx entre 0,194 e 0,257, e média de 0,228.

**Tabela 19** – Composição dos Grupos 1, 2 e 3 para cultivares semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS.

ID	Cultivares	Severidade (%) -DAE					Urédias cm <sup>-2</sup>	Tx	AACPF
		60	67	74	80	87			
Grupo 1									
1	NS 4823 RR	0,27	0,9	2,8	7,3	29,3	43,5	0,194	269,7
4	BMX VELOZ RR	0,23	0,9	2,5	5,8	40,3	45,2	0,218	331,9
5	NS 5000 IPRO	0,10	1,3	3,9	9,4	40,0	73,7	0,250	363,9
6	BMX RAI0 IPRO	0,17	0,9	2,3	4,5	35,0	31,2	0,224	286,3
7	P 95R51 RR	0,20	1,4	3,4	6,2	35,7	55,0	0,216	311,7
8	NS 5106 IPRO	0,10	0,7	4,4	7,5	41,7	46,2	0,253	362,0
9	P 95Y52 IPRO	0,13	1,2	2,5	10,0	38,3	45,5	0,238	347,0
10	NS 5160 IPRO	0,13	1,3	2,9	9,0	45,0	46,3	0,249	389,2
11	FT 4153 IPRO	0,27	1,5	4,5	6,7	39,3	61,0	0,211	347,6
16	SYN 13561 IPRO	0,13	0,5	2,5	7,0	41,7	45,7	0,244	345,9
17	BMX ATIVA RR	0,10	1,1	3,4	10,2	44,3	59,3	0,257	393,6
19	SYN 1257 RR	0,13	1,7	3,7	6,2	41,7	55,2	0,244	355,7
20	MSOY 5705 IPRO	0,20	0,7	2,8	5,8	36,7	44,2	0,218	308,1
24	AS 3570 IPRO	0,13	1,3	2,8	5,7	35,0	51,3	0,233	299,0
25	MSOY 5892 IPRO	0,13	1,5	2,4	4,4	29,3	52,0	0,223	252,1
26	BMX LANÇA IPRO	0,17	0,7	2,0	5,0	37,3	50,3	0,231	302,0
27	TMG 2158 IPRO	0,23	2,0	4,8	11,2	48,3	63,5	0,231	442,6
28	BMX ALVO RR	0,13	1,1	2,3	5,6	40,7	35,2	0,242	332,7
31	TEC 5936 IPRO	0,13	1,8	3,0	8,7	38,3	57,7	0,238	345,9
34	MSOY 5947 IPRO	0,17	2,8	4,9	8,7	44,3	59,0	0,239	404,5
38	FT 4160 IPRO	0,13	0,7	3,3	5,1	32,7	39,5	0,229	278,9
42	NS 6211 RR	0,23	2,2	4,4	5,5	33,3	55,3	0,207	303,2
43	NS 6209 RR	0,10	1,6	3,0	6,0	30,7	34,7	0,234	274,7
44	GMX CANCHEIRO RR	0,13	1,5	1,9	4,1	32,7	55,8	0,228	269,2
49	ICS 1332 RR	0,13	1,4	3,0	6,1	24,3	54,2	0,213	231,9
55	BMX GARRA IPRO	0,27	0,8	3,4	5,9	34,0	51,8	0,203	295,3
57	SYN 1263 RR	0,10	1,3	3,7	6,2	26,0	45,5	0,224	247,1
58	PRE 6336 RR	0,20	1,3	2,1	4,5	36,7	37,0	0,218	299,2
63	NS 6906 IPRO	0,20	0,8	3,3	4,8	36,0	34,8	0,217	300,8
64	NS 6535 IPRO	0,10	1,1	4,0	6,1	29,3	42,0	0,232	269,5
65	NS 6601 IPRO	0,23	1,5	2,8	3,9	32,7	32,3	0,205	274,6
	Média	0,16	1,3	3,2	6,5	36,5	48,5	0,228	317,3
Grupo 2									
3	P 95Y72 IPRO	0,50	1,9	3,6	6,0	35,0	35,7	0,185	312,6
12	NS 5445 IPRO	0,60	1,5	3,1	6,7	36,7	54,3	0,177	323,3
	Média	0,55	1,7	3,3	6,3	35,8	45,0	0,181	317,9
Grupo 3									
2	TIBAGI RR	0,47	1,3	4,9	9,2	37,3	51,7	0,186	352,6
14	BMX ELITE IPRO	0,40	0,8	3,6	5,8	36,7	46,7	0,191	314,9
21	NS 6006 IPRO	0,47	0,8	1,8	4,2	40,0	39,5	0,193	316,9
23	AS 3575 IPRO	0,30	1,3	2,9	6,0	31,7	28,3	0,200	280,8
30	MSOY 5970 IPRO	0,47	0,8	2,6	4,2	40,7	30,3	0,196	325,8
72	GMX REDOMÃO RR	0,47	1,7	3,8	6,8	35,0	40,7	0,184	317,0
	Média	0,43	1,1	3,3	6,0	36,9	39,5	0,192	318,0

ID: Identificação numérica da cultivar; DAE: dias após a emergência (60, 67, 74, 80 e 87 DAE); Tx: taxa de progresso de ferrugem; AACPF: Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem.

Os grupos 2 e 3 são formados por duas e seis cultivares, respectivamente. Em relação a severidade final e AACF estes dois grupos foram semelhantes ao grupo 1, com AACPF média de 317,90 e 318,00, respectivamente. Enquanto o grupo 1 reúne cultivares de baixa severidade inicial e alta taxa de progresso (Tx), nos grupos 2 e 3 as cultivares se caracterizam pela alta severidade inicial, médias de 0,55 e 0,43% e menor Tx, com médias de 0,181 e 0,192, respectivamente. Estas diferenças podem ser evidenciadas pelos valores de CP2 para estes grupos (Tabela 18), o CP2 está positivamente correlacionado com Sev 60 DAE e negativamente correlacionado com Tx. Assim, o grupo 1 (maior Tx e menor Sev 60 DAE) carregou negativamente (-0,63) no CP2, já os grupos 2 e 3 carregaram positivamente (3,02 e 1,83), enfatizando a relação de antonímia entre estes dois grupos para estas duas variáveis especialmente em relação a Tx.

No grupo 4 estão as 30 cultivares que apresentaram a menor suscetibilidade a ferrugem asiática na safra 2016/17 (Tabela 20), sendo 29 cultivares convencionais e uma cultivar Inox (PRODUZA INOX-IPRO). Tais cultivares caracterizaram-se por uma severidade final média aos 87 DAE de 23,10%, valor 36,71% inferior ao grupo 1 que teve 36,5% nesta avaliação. Embora, a amplitude de severidade aos 87 DAE ter sido grande neste grupo, com valores de 8,70 a 40,0% e Tx média de 0,206 superior aos grupos 2 e 3, todas as cultivares tiveram severidade relativamente baixa até os 80 DAE, quando a média do grupo foi 4,10%, variando de 1,80 a 5,60%, redução de 36,92% na severidade em relação ao grupo 1, em um período que compreende ao processo de enchimento de grãos, assim, as cultivares deste grupo se caracterizaram principalmente por apresentar baixa evolução da ferrugem até 80 DAE. Como consequência da evolução mais lenta da doença, a AACPF média do grupo 4 foi 37,10% menor do que os grupos de cultivares convencionais mais suscetíveis, O grupo 4 teve também número de urédias  $\text{cm}^{-2}$  inferior, com média de 28,10 urédias  $\text{cm}^{-2}$  frente a 48,50 do grupo 1.

As plantas possuem um sistema molecular de reconhecimento do patógeno chamado de PAMP (padrões moleculares associados ao patógeno), este sistema funciona como um mecanismo de defesa inicial contra patógenos, podendo agir no desenvolvimento mesmo em caso de patógenos virulentos (GRENNAN, 2006; NÜRNBERGER et al., 2004), porém, conforme os autores este sistema inicial pode ser superado após determinado período. Segundo Koga et al. (2008) algumas cultivares podem mostrar alta reação inicial contra a FAS, seguido de queda na reação de resistência à medida que cultura se desenvolve, o que pode ter acontecido com algumas cultivares deste grupo.

**Tabela 20** – Composição dos Grupos 4 e 5 para cultivares semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS.

ID	Cultivares	Severidade (%) - DAE					Urédias cm <sup>-2</sup>	Tx	AACPF
		60	67	74	80	87			
Grupo 4									
13	ROTA 54 IPRO	0,17	0,8	2,0	4,7	35,0	25,5	0,224	284,9
15	FT 2155 RR	0,20	0,8	2,5	4,8	25,3	38,2	0,200	224,2
18	BRS 5601 RR	0,10	0,5	1,6	4,7	27,7	28,7	0,229	230,6
22	NS 6060 IPRO	0,20	0,3	0,5	4,2	40,0	30,0	0,232	303,8
29	NS 5959 IPRO	0,17	1,2	2,1	4,3	32,7	27,2	0,220	270,2
32	ICS 1532 RR	0,20	1,1	2,2	4,2	22,0	27,3	0,189	196,9
35	BMX VANGUARDA IPRO	0,20	0,4	1,2	3,5	17,7	24,7	0,183	153,2
37	PRODUZA INOX-IPRO	0,13	0,9	1,1	2,4	8,7	8,2	0,165	87,5
39	DM 61I59 IPRO	0,13	0,6	2,2	4,7	13,3	21,8	0,184	137,9
40	AS 3610 IPRO	0,13	0,9	1,5	3,8	31,0	43,2	0,225	250,3
45	NS 5909 RR	0,10	0,4	2,4	3,1	25,7	30,8	0,224	210,6
47	BMX TORNADO RR	0,17	0,3	1,2	4,5	25,0	18,8	0,208	208,5
48	MSOY 6210 IPRO	0,10	0,3	1,8	4,4	32,3	42,3	0,236	260,3
50	BRS 6203 RR	0,20	0,5	1,5	3,7	30,0	17,7	0,210	239,9
51	NS 6909 IPRO	0,17	0,6	2,3	4,5	24,3	21,5	0,203	212,5
52	FPS SOLAR IPRO	0,23	0,7	1,2	1,8	21,0	22,3	0,183	166,8
59	GMX XIRU RR	0,10	0,6	2,3	4,8	12,3	24,8	0,189	133,3
60	MSOY 6410 IPRO	0,17	0,9	1,4	4,0	24,0	28,2	0,203	203,0
61	BS 2640 RR	0,20	1,1	2,9	6,2	25,0	29,3	0,200	234,9
62	CZ 26B42 IPRO	0,13	0,8	1,5	4,3	21,3	32,5	0,206	187,3
66	BMX POTÊNCIA RR	0,10	0,4	1,4	2,5	21,7	12,3	0,215	174,0
67	BMX VALENTE RR	0,10	0,7	2,2	4,3	22,0	18,2	0,216	194,9
68	NS 6823 RR	0,17	2,5	3,1	3,8	19,3	38,7	0,192	191,2
69	BMX ÍCONE IPRO	0,20	0,7	1,2	4,1	19,3	25,7	0,188	170,0
70	RK 6813 RR	0,10	0,9	2,1	5,2	27,7	46,2	0,226	239,5
71	CD 2694 IPRO	0,10	0,3	1,6	5,3	24,0	25,7	0,221	208,7
73	NS 6700 IPRO	0,10	0,7	2,6	4,7	10,5	32,7	0,183	121,8
74	BRS 246 RR	0,10	0,5	1,8	2,9	17,7	21,3	0,206	153,5
75	SYN 13671 IPRO	0,13	1,0	2,9	5,6	23,3	41,7	0,210	218,9
76	TEC 7849 IPRO	0,10	0,9	1,6	3,3	14,0	36,5	0,196	132,1
	Média	0,15	0,7	1,9	4,1	23,1	28,1	0,206	200,0
Grupo 5									
33	TMG 7161 INOX-IPRO	0,10	0,1	0,3	0,3	0,9	1,5	0,085	11,3
36	TMG 7060 INOX-IPRO	0,10	0,1	0,1	0,2	1,0	2,2	0,085	10,4
41	TMG 7262 INOX-IPRO	0,10	0,1	0,2	0,2	0,6	1,3	0,066	8,3
46	TMG 7062 INOX-IPRO	0,10	0,1	0,1	0,2	0,3	0,8	0,038	5,0
53	TMG 7363 INOX IPRO	0,10	0,1	0,1	0,1	0,8	0,3	0,079	8,2
54	LG 60163 INOX-IPRO	0,13	0,4	0,4	0,5	1,8	5,2	0,103	21,3
56	TMG 7063 INOX-IPRO	0,10	0,1	0,1	0,1	1,0	0,7	0,088	9,5
	Média	0,10	0,1	0,2	0,2	0,9	1,7	0,078	10,6

ID: Identificação numérica da cultivar; DAE: dias após a emergência (60, 67, 74, 80 e 87 DAE); Tx: taxa de progresso de ferrugem; AACPF: Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem.

O grupo 5 também é apresentado na Tabela 20, este grupo foi composto unicamente por cultivares de tecnologia Inox, apresentando severidade média aos 87 DAE de 0,90%, AACPF de 10,60 e uma Tx de 0,078, valores uma ordem de magnitude inferior aos grupos de cultivares

convencionais, AACPF por exemplo, foi 98,11% inferior aos grupos mais suscetíveis. Tais resultados ratificam a capacidade das cultivares Inox em reduzir o progresso da doença.

Na safra 2017/18, dois grupos (1 e 2) reuniram as 32 cultivares mais suscetíveis do experimento, estes grupos mostraram a severidade final (95 DAE) similar, com médias de 61,50 e 56,60%, assim como médias de AACPF, urédias e lesões  $\text{cm}^{-2}$  mais elevadas entre as cultivares (Tabela 21). Isso fica evidente também nos valores de CP1, que foram consideravelmente superiores aos demais grupos. Quando observado a severidade nas avaliações de 75, 82 e 88 DAE, as 11 cultivares do grupo 1 tiveram médias de severidade de 9,20, 32,10 e 47,00% para as respectivas datas, enquanto as cultivares do grupo 2 tiveram severidade de 4,60, 17,80 e 29,00% nas mesmas datas de avaliação, pode-se afirmar assim, que as cultivares do grupo 1 caracterizaram por uma acelerada evolução da doença desde as avaliações iniciais. Tais diferenças refletiram no acúmulo final de doença estimado pela AACPF em que o grupo 1 teve média de 851,10 e o grupo 2 teve média 704,40. O grupo 1 também mostrou também superioridade no número de urédias e lesões  $\text{cm}^{-2}$ , com médias de 120,40 e 51,20 frente a 93,30 e 43,20 do grupo 2 nas respectivas variáveis. Das variáveis consideradas, o grupo 2 supera o grupo 1 apenas na estimativa de taxa de progresso da ferrugem, com valores de 0,225 frente a 0,215 do grupo 1.

O grupo 3 (Tabela 22) e o grupo 4 (Tabela 23) da safra 2017/18 são formados por 24 e 22 cultivares, respectivamente. Estas cultivares apresentaram baixa intensidade de ferrugem, com AACPF média de 527,50 e 446,10 para os grupos 3 e 4, respectivamente. Se comparado com a média das cultivares do grupo 1, o grupo 3 teve AACPF média 38,00% inferior e o grupo 4 foi 47,60% inferior em comparação ao grupo 1 para este parâmetro. Analisando o grupo 3, a severidade média aos 75, 82 e 88 DAE foi de 3,20, 12,40 e 20,40%, respectivamente, valores que são 65,21, 61,37 e 56,60% inferiores aos observados no grupo 1. Essa lenta evolução da FAS nas cultivares do grupo 3 é representado pela estimativa Tx, com média de 0,184. As cultivares do grupo 3 apresentaram médias de 75,10 e 34,90 urédias e lesões por  $\text{cm}^2$ , respectivamente, valores significativamente inferiores ao grupo 1.

O grupo 4 também se caracterizou por cultivares que mostraram baixa intensidade da FAS durante o período de enchimento de grãos, momento sensível da cultura à ocorrência de desfolha. Nas avaliações realizadas neste período (severidade aos 75, 82, 88 DAE, urédias e lesões  $\text{cm}^{-2}$ ), o grupo 4 mostrou uma evolução da FAS significativamente inferior aos grupos mais sensíveis. Com uma Tx de 0,195 evidencia-se uma notável redução na intensidade da FAS

nas avaliações de severidade. As médias deste grupo para as variáveis severidade aos 75, 82, 88 DAE, urédias e lesões  $\text{cm}^{-2}$  foram 79,74, 72,90, 67,45, 48,43 e 31,84% inferiores em relação ao grupo 1, nos respectivos parâmetros, com médias de 1,90, 8,70 e 15,30% de severidade e médias de 62,10 e 29,60 urédias e lesões por  $\text{cm}^{-2}$  aos 78 DAE. Assim como na primeira safra, as cultivares menos suscetíveis apresentaram severidade relativamente elevada apenas na avaliação final (95 DAE), quando as plantas se encontravam nos estádios de R5.5 e R7.

**Tabela 21** – Composição dos Grupos 1 e 2 para cultivares semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.

ID	Cultivares	Severidade (%) - DAE						Urédias $\text{cm}^{-2}$	Lesões $\text{cm}^{-2}$	Tx	AACPF
		63	69	75	82	88	95				
Grupo 1											
4	NS 5000 IPRO	0,50	3,2	18,3	41,0	58,3	58,3	125,9	55,9	0,227	765,0
5	ICS 1032 RR	0,33	2,0	6,7	25,7	37,0	68,3	130,0	54,9	0,207	922,6
9	NS 5106 IPRO	0,37	1,3	7,5	39,3	59,3	59,3	116,7	55,3	0,240	677,7
10	P 95Y52 IPRO	0,40	1,0	5,7	24,7	45,0	70,0	146,6	64,2	0,214	967,0
11	NS 5160 IPRO	0,53	2,2	11,7	45,0	62,3	62,3	148,9	52,0	0,232	766,6
12	FT 4153 IPRO	0,50	1,8	14,0	36,7	53,3	53,3	133,1	50,2	0,218	669,7
13	NS 5445 IPRO	0,63	2,7	10,0	26,7	40,0	65,0	76,0	28,7	0,187	954,0
32	BMX ALVO RR	0,37	3,2	5,7	24,3	33,3	58,3	119,8	52,0	0,199	823,8
41	BMX VANGUARDA IPRO	0,37	1,5	7,7	24,3	33,0	56,7	88,2	40,3	0,204	813,2
66	CZ 15B39 LL	0,53	2,1	4,8	31,0	42,3	56,7	96,2	38,8	0,203	903,2
72	CZ 15B64 IPRO	0,40	1,8	9,0	34,3	53,3	68,3	142,8	71,3	0,232	1099,7
	Média	0,45	2,1	9,2	32,1	47,0	61,5	120,4	51,2	0,215	851,1
Grupo 2											
1	NS 4823 RR	0,27	1,7	10,0	33,3	52,3	52,3	104,6	42,1	0,243	614,0
7	P 95Y72 IPRO	0,23	1,4	6,5	27,7	42,7	65,0	74,8	37,0	0,236	944,8
8	P 95R51 RR	0,27	1,1	6,7	20,3	35,0	60,0	92,6	38,3	0,214	813,3
14	ROTA 54 IPRO	0,27	1,4	4,6	20,7	31,7	65,0	97,2	37,4	0,214	815,8
15	BMX ELITE IPRO	0,20	1,8	4,7	20,3	36,7	70,0	90,0	43,8	0,230	881,7
16	FT 2155 RR	0,17	0,7	5,2	18,3	25,7	58,3	80,6	37,9	0,215	715,9
17	BMX ATIVA RR	0,17	0,7	3,8	19,7	31,7	60,0	73,5	30,2	0,230	765,6
18	BRS 5601 RR	0,13	0,8	3,8	16,0	20,7	55,7	66,1	29,4	0,213	641,6
19	SYN 13561 IPRO	0,10	0,8	1,7	8,3	19,0	63,3	75,4	41,7	0,215	618,5
22	AS 3570 IPRO	0,17	0,7	2,6	16,0	25,0	55,0	88,2	46,7	0,217	657,1
26	NS 6060 IPRO	0,27	1,5	3,3	13,7	35,0	70,0	91,2	43,0	0,227	817,9
34	TEC 5936 IPRO	0,13	1,0	4,1	18,3	32,7	56,7	76,0	46,6	0,238	744,6
35	CZ 15B92 IPRO	0,13	1,3	6,8	27,7	41,0	61,7	69,7	29,1	0,252	912,3
38	MSOY 5947 IPRO	0,10	1,2	5,3	17,0	21,0	46,7	75,8	35,0	0,223	601,7
39	BMX DELTA IPRO	0,13	1,2	3,5	8,5	21,7	63,3	118,2	50,8	0,215	651,0
47	ICS 1332 RR	0,10	0,8	2,3	15,0	31,0	55,0	78,7	37,0	0,244	688,1
50	NS 6209 RR	0,10	2,1	5,3	10,0	17,7	51,0	116,3	39,8	0,214	569,4
71	CZ 26B42 IPRO	0,10	1,4	3,4	11,7	16,3	40,0	112,6	64,2	0,210	481,5
74	NS 6828 IPRO	0,17	2,4	7,9	24,3	33,3	51,0	130,8	62,4	0,234	783,3
82	BMX ÍCONE IPRO	0,10	1,3	3,0	13,0	18,0	36,0	118,6	55,2	0,216	470,4
83	RK 6813 RR	0,10	1,6	1,6	13,7	21,0	53,3	129,5	58,6	0,223	603,5
	Média	0,16	1,3	4,6	17,8	29,0	56,6	93,3	43,2	0,225	704,4

ID: Identificação numérica da cultivar; DAE: dias após a emergência (63, 69, 75, 82, 88 e 95 DAE); Tx: taxa de progresso de ferrugem; AACPF: Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem.

**Tabela 22** – Composição do Grupo 3 para cultivares semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.

ID	Cultivares	Severidade (%) - DAE					Urédias cm <sup>-2</sup>	Lesões cm <sup>-2</sup>	Tx	AACPF	
		63	69	75	82	88					95
Grupo 3											
2	TIBAGI RR	0,37	1,5	6,0	23,7	31,7	31,7	81,8	34,9	0,201	398,2
3	BMX VELOZ RR	0,37	2,1	6,1	22,0	29,3	29,3	59,2	23,2	0,189	377,2
24	NS 6006 IPRO	0,27	1,0	2,6	17,0	29,0	56,7	56,3	28,3	0,216	703,4
27	NS 5727 IPRO	0,23	0,8	2,1	5,6	9,7	45,0	47,2	25,8	0,157	420,6
31	TMG 2158 IPRO	0,27	0,9	2,6	16,3	25,0	58,3	65,4	40,9	0,199	683,2
33	NS 5959 IPRO	0,27	0,9	1,7	6,3	10,0	51,7	58,8	25,2	0,149	470,6
36	ICS 1532 RR	0,27	1,6	2,7	11,3	18,3	50,0	88,0	36,7	0,183	556,2
40	MSOY 5970 IPRO	0,37	0,8	2,9	6,7	17,3	51,7	65,3	29,2	0,166	527,7
44	FT 4160 IPRO	0,23	1,1	3,7	18,3	30,0	48,3	62,6	30,3	0,215	670,5
45	DM 61I59 IPRO	0,37	1,5	3,2	9,0	13,3	33,3	95,5	45,3	0,159	400,6
46	AS 3610 IPRO	0,23	1,0	2,5	13,7	18,3	33,3	66,6	32,0	0,189	454,8
49	NS 6211 RR	0,23	1,7	2,7	10,0	17,7	55,0	57,3	26,9	0,185	577,3
52	NS 5909 RR	0,37	1,7	2,8	10,7	23,3	58,3	100,1	45,3	0,185	642,1
63	SYN 1263 RR	0,27	1,2	4,2	11,7	23,0	55,0	93,6	37,1	0,193	630,2
65	NS 6906 IPRO	0,27	0,8	3,5	11,9	23,0	48,3	95,2	45,7	0,195	579,9
68	PRE 6336 RR	0,27	0,9	2,7	10,7	20,7	56,7	60,3	30,0	0,182	608,0
70	BS 2640 RR	0,27	0,6	3,4	14,3	24,7	53,3	76,3	41,0	0,196	638,2
77	DM 66I68 IPRO	0,33	1,2	2,5	10,0	13,7	30,0	76,7	33,8	0,174	380,2
78	BMX POTÊNCIA RR	0,27	1,1	3,0	6,3	17,3	46,7	71,7	38,4	0,184	493,6
85	GMX REDOMÃO RR	0,33	1,3	1,9	10,3	15,3	28,3	86,0	35,9	0,161	379,3
86	NS 6700 IPRO	0,37	1,1	3,6	11,0	20,3	41,0	84,1	38,4	0,184	510,6
87	NS 7000 IPRO	0,30	1,5	3,4	9,7	18,7	40,0	86,1	40,4	0,188	485,5
89	SYN 13671 IPRO	0,33	2,1	5,1	20,7	28,3	38,3	82,6	37,7	0,200	623,0
90	NS 7300 IPRO	0,30	0,9	2,9	9,3	12,7	41,7	86,1	34,9	0,156	448,7
	Média	0,30	1,2	3,2	12,4	20,4	45,1	75,1	34,9	0,184	527,5

ID: Identificação numérica da cultivar; DAE: dias após a emergência (63, 69, 75, 82, 88 e 95 DAE); Tx: taxa de progresso de ferrugem; AACPF: Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem.

Na Tabela 23 são elencadas também as cultivares do grupo 5, estas cultivares apresentaram a menor intensidade de ferrugem, podendo ser consideradas como as cultivares de maior resistência parcial a ferrugem asiática na segunda safra. Diferente do que aconteceu na safra 2016/17, quando o grupo correspondente (Grupo 5) foi composto exclusivamente por cultivares Inox, no segundo ano este grupo foi formado também por seis cultivares convencionais, totalizando 14 cultivares, isso pode estar relacionado à maior pressão de ferrugem na segunda safra, fazendo com que as cultivares Inox apresentassem severidade bastante superior às observadas no primeiro ano de estudo, com AACPF entre 39,40 e 181,70. Destaca-se ainda que as cultivares convencionais deste grupo tiveram Tx de 0,147 a 0,172 e AACPF de 267,10 a 364,60, valores comparáveis as cultivares Inox, sendo inferiores às apresentadas pelos materiais do grupo 4, especialmente se forem consideradas as avaliações de 75, 82, 88 DAE, em que a severidade foi notadamente inferior. Desta forma, tais cultivares se caracterizaram por uma evolução bastante lenta nas primeiras semanas da epidemia, com

reduzido progresso da FAS mesmo durante o enchimento de grãos, período em que perdas foliares geram mais perdas à cultura.

**Tabela 23** – Composição dos Grupos 4 e 5 para cultivares semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.

ID	Cultivares	Severidade (%) - DAE					Urédias cm <sup>-2</sup>	Urédias cm <sup>-2</sup>	Tx	AACPF	
		63	69	75	82	88					95
Grupo 4											
6	BMX RAI0 IPRO	0,17	0,9	2,7	11,7	26,7	26,7	60,9	25,4	0,220	263,1
20	MSOY 5705 IPRO	0,13	0,6	2,7	12,0	19,0	44,0	66,3	31,7	0,209	518,3
21	AS 3575 IPRO	0,20	0,6	1,4	9,3	24,0	50,0	96,8	41,9	0,206	565,8
25	SYN 1257 RR	0,20	0,7	0,8	4,5	15,0	53,3	79,3	41,9	0,188	494,7
28	FPS ATALANTA	0,17	0,9	3,7	13,3	19,3	58,3	63,1	24,0	0,200	633,6
29	DM 5958 IPRO	0,13	0,4	1,0	4,4	12,3	35,0	43,0	23,6	0,187	353,2
30	BMX LANÇA IPRO	0,17	0,9	1,3	11,0	18,7	51,7	57,4	27,7	0,199	554,1
51	GMX CANCHEIRO RR	0,10	1,5	3,4	8,8	16,7	40,0	40,0	29,3	0,211	465,9
54	BMX TORNADO RR	0,13	1,3	2,7	10,7	13,3	49,3	84,7	34,0	0,192	512,3
55	MSOY 6210 IPRO	0,10	0,6	0,8	5,3	11,3	43,3	71,6	28,4	0,194	407,9
56	BRS 6203 RR	0,13	0,9	1,1	8,8	14,7	43,3	77,4	34,8	0,196	456,3
57	DM 6563 IPRO	0,17	0,7	1,0	10,0	13,7	36,7	47,9	25,2	0,188	411,0
61	BMX GARRA IPRO	0,13	0,4	0,8	8,5	15,0	36,7	85,8	43,1	0,197	406,9
64	NS 6909 IPRO	0,20	0,9	3,9	12,3	17,0	51,0	49,9	27,2	0,189	564,3
69	GMX XIRU RR	0,20	0,7	2,0	8,3	14,7	44,3	92,7	46,4	0,182	464,8
73	NS 6535 IPRO	0,10	0,6	2,5	9,0	13,0	46,7	70,8	34,6	0,200	476,1
75	NS 6601 IPRO	0,10	0,2	0,9	15,0	21,7	26,7	37,0	16,6	0,225	424,3
81	TMG 7067 IPRO INOX	0,13	0,4	1,8	2,7	11,5	53,3	22,2	11,6	0,180	464,8
84	P 96Y90 IPRO	0,17	0,8	1,6	9,3	12,0	53,3	64,6	28,7	0,178	512,4
88	BRS 246 RR	0,10	1,2	1,6	5,1	9,3	23,3	56,1	29,7	0,182	268,0
91	TEC 7849 IPRO	0,10	0,8	1,5	5,8	8,2	31,7	43,1	20,0	0,179	317,5
92	CD 2694 IPRO	0,10	0,8	1,5	6,2	10,3	23,3	56,4	26,6	0,189	279,2
	Média	0,14	0,8	1,9	8,7	15,3	41,9	62,1	29,6	0,195	446,1
Grupo 5											
23	MSOY 5892 IPRO	0,20	0,6	1,0	4,6	12,7	36,0	51,4	22,6	0,172	364,6
37	TMG 7161 INOX-IPRO	0,10	0,1	0,3	2,0	3,3	12,7	14,6	5,8	0,137	122,1
42	TMG 7060 INOX-IPRO	0,10	0,1	0,2	3,2	7,0	18,3	9,6	4,7	0,162	181,7
43	PRODUZA INOX-IPRO	0,13	0,3	0,6	7,7	11,0	21,7	40,9	18,8	0,183	273,4
48	TMG 7262 INOX-IPRO	0,10	0,2	0,2	1,9	2,7	11,7	11,3	4,6	0,130	111,0
53	TMG 7062 INOX-IPRO	0,10	0,1	0,3	1,0	1,9	5,7	5,0	2,6	0,114	60,0
58	FPS SOLAR IPRO	0,13	0,4	0,8	3,2	6,0	30,0	42,1	21,8	0,156	269,2
59	TMG 7363 INOX IPRO	0,10	0,1	0,2	0,9	1,1	3,7	12,7	5,5	0,095	39,4
60	LG 60163 INOX-IPRO	0,10	0,1	0,2	1,5	3,3	13,0	11,3	4,8	0,141	121,3
62	TMG 7063 INOX-IPRO	0,10	0,1	0,2	1,9	4,0	10,7	19,1	9,2	0,147	112,3
67	MSOY 6410 IPRO	0,17	0,4	1,0	5,3	9,0	33,3	42,1	22,9	0,166	326,4
76	BMX PONTA IPRO	0,17	0,7	2,1	5,3	7,2	28,3	58,0	29,2	0,155	290,0
79	BMX VALENTE RR	0,10	0,7	2,5	3,3	6,3	26,7	28,6	17,2	0,168	267,1
80	NS 6823 RR	0,23	1,0	1,6	5,5	7,8	33,3	40,7	16,6	0,147	327,7
	Média	0,13	0,4	0,8	3,4	5,9	20,4	27,7	13,3	0,148	204,7

ID: Identificação numérica da cultivar; DAE: dias após a emergência (63, 69, 75, 82, 88 e 95 DAE); Tx: taxa de progresso de ferrugem; AACPF: Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem.

Algumas cultivares como NS 5727 IPRO, MSOY 5970 IPRO, DM 61159 IPRO apesar de terem apresentado severidade relativamente baixa até 88 DAE, comparável aos valores

observados nas cultivares do grupo 5, apresentaram número urédias e lesões  $\text{cm}^{-2}$  superiores ao grupo 5, isto destaca a importância de considerar variáveis independentes de estimativas visuais de severidade para quantificação do grau de suscetibilidade ou resistência parcial de uma cultivar.

Quando considerado os dois anos de estudo, os grupos 1, 2 e 3 na safra 2016/17 e grupos 1 e 2 na safra 2017/18 reúnem cultivares de suscetibilidade alta e muito alta, agrupando 39 e 32 cultivares nas respectivas safras que apresentam um risco alto ou muito alto de ocorrência de epidemias de FAS. Destacando-se cultivares como NS 5000 IPRO, BMX ALVO RR, NS 5445 IPRO, BMX ATIVA RR, BMX ELITE IPRO, MSOY 5947 IPRO e BMX ÍCONE IPRO que estão entre as mais semeadas no estado do RS (APASSUL, 2018). Observando as Figuras 4A, 4B, 5A e 5B nota-se que as cultivares dos grupos mais suscetíveis caracterizaram-se por apresentar uma evolução inicial mais acelerada da FAS, especialmente na safra 2017/18 quando as condições ambientais foram favoráveis a *P. pachyrhizi*. Em geral, estas cultivares apresentaram maior severidade inicial, o que resultou em uma maior pressão de inóculo para os ciclos subsequentes, e, por consequência, maior intensidade de FAS ao final do ciclo destas cultivares. Buscando reduzir o período de exposição da soja ao patógeno *P. pachyrhizi*, estudos têm demonstrado que cultivares mais suscetíveis devem ser semeadas no início da estação de cultivo (CRUZ, T. et al., 2012; ALMEIDA et al., 2017).

Como já demonstrado por Ward et al. (2012) períodos superiores a 30 dias podem ocorrer entre a inoculação de *P. pachyrhizi* e o aparecimento dos primeiros sintomas. No presente trabalho as avaliações de severidade iniciaram apenas após a detecção visual de FAS, momento em que as cultivares estavam nos estádios R3 e R5.1, porém, é possível afirmar que os sintomas observados nestas datas são reflexo de um processo que iniciou ainda na fase vegetativa das cultivares. Koga et al. (2011) afirmam que cultivares mais suscetíveis possuem uma janela de oportunidade mais reduzida para realização do manejo químico. Assim, cultivares com características de alta suscetibilidade demandam maiores cuidados no manejo de FAS, especialmente em relação ao controle químico, que deve preconizar aplicações no início da epidemia ainda na fase vegetativa da cultura quando ocorre a deposição do inóculo de *P. pachyrhizi*, principalmente em semeaduras tardias quando a pressão de inóculo do patógeno é superior (SILVA et al., 2007; CRUZ, T. et al., 2012) e, em regiões ou anos em que a temperatura e as condições precipitação são favoráveis ao estabelecimento e progresso deste patógeno, afeiçãoando-se à ocorrência de epidemias.

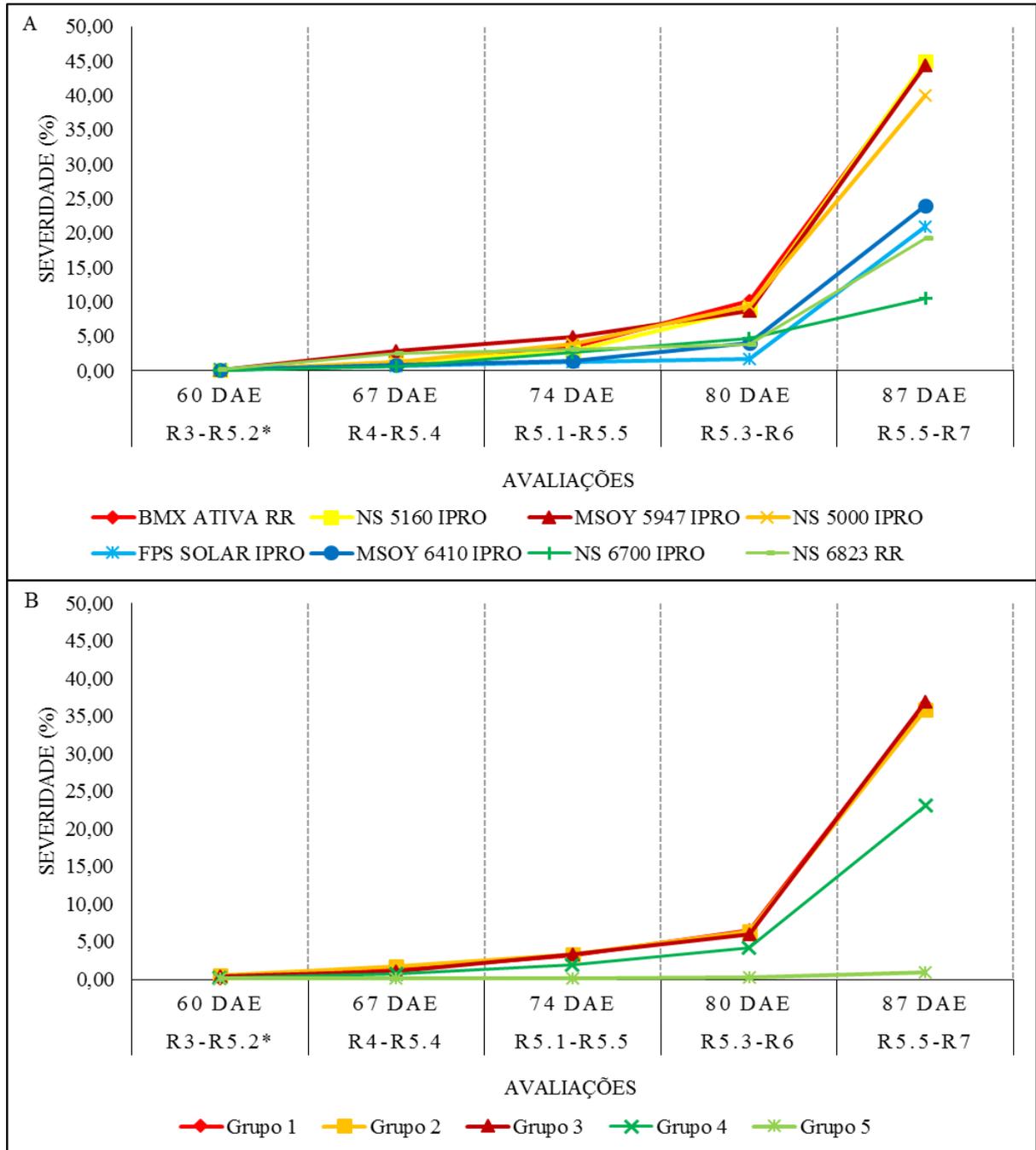
No grupo 4 da safra 2016/17 e grupos 3 e 4 estão as cultivares consideradas de moderada e baixa suscetibilidade, compondo 30 e 46 cultivares nas respectivas safras. De forma geral, nas cultivares destes dois grupos, a ferrugem se manifestou forma mais intensa apenas quando a cultura já estava em processo final de enchimento de grãos, aproximando-se da maturação, isto é evidenciado quando observado os gráficos de evolução da severidade de FAS nas Figuras 4 e 5, as cultivares do grupo 4 na safra 2016/17 e grupos 3 e 4 na safra 2017/18 permitiram uma evolução mais acentuada da doença apenas aos 87 e 82 DAE nas respectivas safras. Estas características de evolução tardia de FAS, é expressa nos valores de AACPF destes grupos, que, nas duas safras foram inferiores à média do experimento. Desta forma, estes materiais foram classificados como de baixo risco de epidemia de ferrugem, destacando-se as cultivares DM 61159 IPRO, BMX POTÊNCIA RR, NS 5959 IPRO, NA 5909 RR, DM 5958 IPRO, BRS 246 RR, CD 2694 IPRO, TEC 7849 IPRO, NS 6909 IPRO, GMX XIRU RR e MSOY 6210 IPRO.

Nos dois anos de estudo, o grupo 5 foi formado majoritariamente por cultivares de tecnologia Inox, portadoras de resistência parcial à *P. pachyrhizi*. No segundo ano seis cultivares convencionais foram agrupadas junto aos materiais Inox. Estas cultivares podem ser consideradas de risco baixo de ocorrência de epidemia de FAS, apresentando evolução mais acentuada da doença apenas na avaliação de 95 DAE na safra 2017/18 (Figuras 5A e 5B). Algumas destas cultivares convencionais como DM 5958 IPRO, MSOY 6410 IPRO, BMX PONTA IPRO e BMX VALENTE RR que apresentaram boa resistência parcial à *P. pachyrhizi* estão entre as mais semeadas no estado do Rio Grande de Sul segundo (APASSUL, 2018), exemplos demonstrando a existência de alternativas de cultivares de soja convencional que reúnem excelente potencial produtivo e excelente reação de resistência parcial contra o patógeno *P. pachyrhizi*. Tais cultivares podem ser uma alternativa importante para situações em que a semeadura ocorrerá no final do período recomendado ou em regiões onde as condições ambientais são muito favoráveis a ocorrência de FAS.

É importante salientar que, apesar de os resultados sugerirem que o risco de epidemias nestas cultivares seja reduzido, isto não significa que outras práticas de manejo integrado devam ser descartadas, especialmente o uso do controle químico. Os benefícios ao manejo de FAS quando utilizado cultivares com maior resistência parcial à FAS, têm sido demonstrados em diversos estudos (CRUZ, T. et al., 2012; GARCÉS-FIALLOS & FORCELLINI, 2013; SILVA et al., 2011), estes autores reportaram melhor controle da doença em cultivares de menor

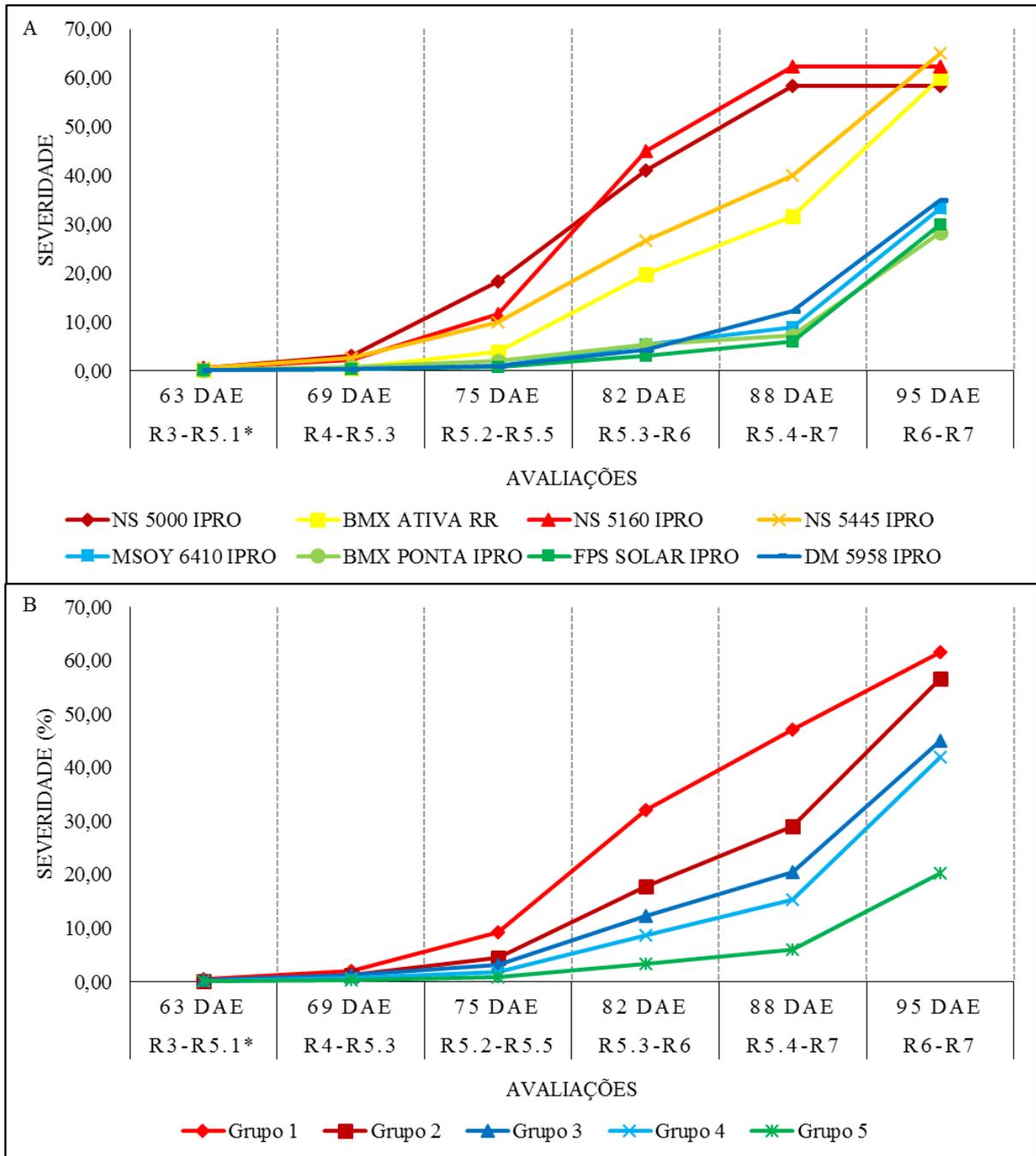
suscetibilidade. Destacando-se assim, a importância do monitoramento destes materiais, especialmente em condições ambientais que favorecem o desenvolvimento da doença.

**Figura 4** – Evolução da severidade de FAS em cultivares de soja dos diferentes grupos formados (Figura 4A) e média de evolução nos cinco grupos (Figura 4B) para a safra 2016/17 em Itaara, RS.



DAE: dias após a emergência (60, 67, 74, 80 e 87 DAE); \*Estádio fenológico das cultivares no momento da avaliação.

**Figura 5** – Evolução da severidade de FAS em cultivares de soja dos diferentes grupos formados (Figura 5A) e média de evolução nos cinco grupos (Figura 5B) para a safra 2016/17 em Itaara, RS.



DAE: dias após a emergência (63, 69, 75, 82, 88 e 95 DAE); \*Estádio fenológico das cultivares no momento da avaliação.

Os motivos para uma maior resistência parcial de algumas cultivares não foram estudados neste trabalho. No entanto, sabe-se que cultivares possuem diferenças em componentes estruturais pré-constituídos como espessura da epiderme, espessura da cutícula

teor de lignina e compactação da parede celular de células parenquimáticas (LOURENÇO et al., 2011; SILVA et al., 2005). Nürnberger et al. (2004) afirmam que plantas apresentam barreiras estruturais pré-constituídas, como cutícula mais espessa, parede celular mais rígida, metabólitos secundários, enzimas antimicrobianas, que podem dificultar o estabelecimento e desenvolvimento de fitopatógenos.

No presente trabalho não foi realizada uma avaliação de estabilidade de resposta das cultivares em relação resistência parcial, quando observado a distribuição da cultivares nos dois anos de estudo, nota-se uma tendência de as cultivares com maior e menor AACPF manterem o nível de resistência parcial de um ano para o outro. Porém, com algumas exceções, como BMX VANGUARDA IPRO, NS 6060 IPRO e FT 2155 IPRO cultivares que apresentaram baixa suscetibilidade no primeiro ano e alta suscetibilidade no segundo ano, e MSOY 5892 IPRO, MSOY 5705 IPRO, AS 3575 IPRO e NS 6535 IPRO foram alguns dos materiais de maior intensidade de FAS na safra 1 e que apresentaram baixa suscetibilidade na segunda safra.

Diversos estudos sobre diversidade populacional de *P. pachyrhizi* têm demonstrado haver semelhança das populações de diferentes regiões. Freire et al. (2008) constaram semelhanças na composição populacional de *P. pachyrhizi* de amostras coletadas em regiões produtoras do Brasil, segundo os autores a diversidade local se sobrepõe a diversidade regional, mesmo considerando distâncias longas, sendo a diversidade local responsável por 90,77% da diversidade genética entre os acessos do patógeno. Jorge et al. (2015) conduziram estudos sobre diversidade populacional de *P. pachyrhizi* de diferentes regiões do Brasil e da Argentina em duas safras de cultivo, os autores observaram que as regiões e safras compartilham os mesmos ribotipos em termos de prevalência, concluindo que a diversidade do patógeno é maior em nível local do que entre regiões e safras, sendo mais de 93% da diversidade genética observada ocorreu em nível local.

Tais resultados sugerem a inexistência de uma estruturação genética a nível regional e temporal (FREIRE et al., 2008; JORGE et al., 2015), podendo-se afirmar que a composição populacional do patógeno sofre pouca alteração em escala regional e entre safras. É possível afirmar assim, que as diferenças observadas para as cultivares estudadas nas safras 2016/17 e 2017/18 podem ser atribuídas a diferenças de comportamento das cultivares ou a variações ambientais, sendo pouco provável que seja devido a variação na população do patógeno.

Estes resultados fornecem informações importantes sobre o comportamento de diversas cultivares de soja disponíveis no mercado da região Sul em relação a suscetibilidade/resistência

à ferrugem asiática da soja. O conhecimento disponibilizado pode servir de base para um planejamento mais robusto do manejo de FAS, conforme afirmam Navarini et al. (2007); Almeida et al. (2017) a cultivar semeada pode ser considerada na definição de fungicidas e do momento de aplicação, sendo o nível de resistência parcial um fator importante a ser considerado na tomada de decisão para a aplicação de fungicida visando o melhor controle desta doença. Além disso, Santos et al. (2007); Silva et al. (2007) sugerem que conhecimento sobre grau de resistência parcial de cultivares pode auxiliar melhoristas a identificar parentais associados características desejáveis no combate de FAS.

## 4.2 RESULTADOS DO EXPERIMENTO DE CASA DE VEGETAÇÃO

Todas as 92 cultivares semeadas em estufa e inoculadas com *P. pachyrhizi* apresentaram sintomas de ferrugem. Assim, como nos experimentos de campo, os dados originais foram submetidos a uma análise de normalidade dos erros pelo teste Lilliefors (Apêndice B) e posteriormente a análise de variância. Os resultados da ANOVA (Tabela 24) mostram que as cultivares estudadas foram significativamente diferentes quanto aos valores de período latente, o valor de CV(%) foi relativamente alto, enquanto valores de Fc e AS foram de 1,62 e 0,62, respectivamente, considerado como precisão moderada.

**Tabela 24** – Análise de variâncias (ANOVA) para variável Período de Latência estimada em ambiente controlado em Itaara, RS, na safra 2018/19.

Variável	ANOVA						
	QMT	QMR	P	Média	CV(%)	Fc	AS
Período de Latência	3,32	2,05	**	7,27	19,69	1,62	0,62

O período latente (PL) médio das cultivares foi de 7,27 dias decorrentes entre a data de inoculação e o aparecimento das primeiras urédias com esporulação (Tabela 25), os valores de PL variaram de 6,00 a 10,00 dias, estes resultados corroboram com os observados por Zambenedetti et al. (2007), os quais reportaram período latente variando do 6 a 12 dias em um estudo de oito cultivares de soja. Azevedo et al. (2007) estudando 50 cultivares de soja encontraram PL variando de 11,70 a 15,98 dias, valores consideravelmente superiores aos encontrados neste estudo, Martins et al. (2007) em um trabalho com 68 genótipos reportaram PL variando de 11,43 a 16,49 dias.

Nota-se ainda que, dentre as cultivares Inox, algumas apresentaram PL médio entre os mais baixos, a exemplo de TMG 7062 INOX-IPRO e TMG 7060 INOX-IPRO que apresentaram PL médio de 6,00. Estes resultados surpreendem à medida que tais cultivares são consideradas parcialmente resistentes, e que poderiam apresentar PL mais longo em relação às demais cultivares, contudo, há de se considerar que neste experimento foi avaliado apenas um parâmetro monocíclico da FAS. Os mecanismos de defesa de cultivares com tecnologia Inox ainda não são profundamente conhecidos. Segundo informações da Tropical Melhoramento Genético as cultivares Inox possuem a habilidade de reduzir a esporulação de *P. pachyrhizi*, parâmetro bastante importante no desenvolvimento de ciclos subsequentes e que não foi avaliado neste experimento.

**Tabela 25** – Período Latente Médio estimado em dias após a inoculação em cultivares de soja semeadas em ambiente controlado, na safra 2018/19 em Itaara, RS.

ID	Cultivar	Período Latente	ID	Cultivar	Período Latente
1	NS 4823 RR	6,00 b	47	ICS 1332 RR	6,00 b
2	TIBAGI RR	6,00 b	48	TMG 7262 INOX-IPRO	8,25 a
3	BMX VELOZ RR	7,25 b	49	NS 6211 RR	6,50 b
4	NS 5000 IPRO	8,00 a	50	NS 6209 RR	6,25 b
5	ICS 1032 RR	7,25 b	51	GMX CANCHEIRO RR	7,25 b
6	BMX RAI0 IPRO	7,50 a	52	NA 5909 RR	6,75 b
7	P 95Y72 IPRO	6,50 b	53	TMG 7062 INOX-IPRO	7,00 b
8	P 95R51 RR	7,00 b	54	BMX TORNADO RR	7,25 b
9	NS 5106 IPRO	7,75 a	55	MSOY 6210 IPRO	7,00 b
10	P 95Y52 IPRO	6,00 b	56	BRS 6203 RR	8,00 a
11	NS 5160 IPRO	9,00 a	57	DM 6563 IPRO	7,75 a
12	FT 4153 IPRO	7,25 b	58	FPS SOLAR IPRO	6,50 b
13	NS 5445 IPRO	6,25 b	59	TMG 7363 INOX-IPRO	7,50 a
14	ROTA 54 IPRO	6,50 b	60	LG 60163 INOX-IPRO	6,75 b
15	BMX ELITE IPRO	8,50 a	61	BMX GARRA IPRO	6,75 b
16	FT 2155 RR	8,50 a	62	TMG 7063 INOX-IPRO	7,50 a
17	BMX ATIVA RR	8,75 a	63	SYN 1263 RR	6,75 b
18	BRS 5601 RR	7,00 b	64	NS 6909 IPRO	7,00 b
19	SYN 13561 IPRO	6,00 b	65	NS 6906 IPRO	7,75 a
20	MSOY 5705 IPRO	6,50 b	66	CZ 15B39 LL	6,25 b
21	AS 3575 IPRO	8,00 a	67	MSOY 6410 IPRO	7,50 a
22	AS 3570 IPRO	7,25 b	68	PRE 6336 RR	7,50 a
23	MSOY 5892 IPRO	8,00 a	69	GMX XIRU RR	7,75 a
24	NS 6006 IPRO	6,25 b	70	BS 2640 RR	6,00 b
25	SYN 1257 RR	6,50 b	71	CZ 26B42 IPRO	6,50 b
26	NS 6060 IPRO	9,50 a	72	CZ 15B64 IPRO	7,33 b
27	NS 5727 IPRO	8,00 a	73	NS 6535 IPRO	6,50 b
28	FPS ATALANTA	7,00 b	74	NS 6828 IPRO	6,00 b
29	DM 5958 IPRO	8,00 a	75	NS 6601 IPRO	8,00 a
30	BMX LANÇA IPRO	7,00 b	76	BMX PONTA IPRO	8,50 a
31	TMG 2158 IPRO	6,75 b	77	DM 66I68 IPRO	6,00 b
32	BMX ALVO RR	7,00 b	78	BMX POTÊNCIA RR	9,25 a
33	NS 5959 IPRO	6,75 b	79	BMX VALENTE RR	7,75 a
34	TEC 5936 IPRO	8,50 a	80	NS 6823 RR	6,75 b
35	CZ 15B92 IPRO	6,25 b	81	TMG 7067 INOX-IPRO	8,25 a
36	ICS 1532 RR	6,75 b	82	BMX ÍCONE IPRO	6,75 b
37	TMG 7161 INOX-IPRO	8,00 a	83	RK 6813 RR	7,50 a
38	MSOY 5947 IPRO	6,50 b	84	P 96Y90 IPRO	10,00 a
39	BMX DELTA IPRO	7,00 b	85	GMX REDOMÃO RR	7,67 a
40	MSOY 5970 IPRO	6,50 b	86	NS 6700 IPRO	6,75 b
41	BMX VANGUARDA IPRO	7,25 b	87	NS 7000 IPRO	6,50 b
42	TMG 7060 INOX-IPRO	6,00 b	88	BRS 246 RR	7,00 b
43	PRODUZA INOX-IPRO	9,50 a	89	SYN 13671 IPRO	8,50 a
44	FT 4160 IPRO	7,25 b	90	NS 7300 IPRO	7,50 a
45	DM 61I59 IPRO	6,25 b	91	TEC 7849 IPRO	8,50 a
46	AS 3610 IPRO	8,25 a	92	CD 2694 IPRO	8,00 a

ID: Identificação numérica da cultivar: \*Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para  $p < 5\%$ .

Quando aplicado o agrupamento de médias Scott-Knott, foi possível a separação de dois grupos de cultivares estatisticamente diferentes, um grupo de cultivares com PL mais longo,

comporta 37 cultivares que apresentaram PL variando de 7,50 a 10,00 dias, destaque para as cultivares BMX ATIVA RR, NS 6060 IPRO, PRODUZA INOX-IPRO, NS 6906 IPRO, BMX PONTA IPRO, BMX POTÊNCIA IPRO, P 96Y90 IPRO e TEC 7849 IPRO. As cultivares de PL mais curto, apresentaram entre 6,00 e 7,33 dias decorrentes da deposição do esporo e aparecimento dos sintomas com esporulação.

No presente estudo, a amplitude entre o menor e o maior PL foi de 4,00 dias, menor do que os 6,00, 4,28 e 5,06 dias observados por Zambenedetti et al. (2007), Azevedo et al. (2007) e Martins et al. (2007), respectivamente. No presente estudo, as cultivares de soja foram mantidas em temperaturas diurnas abaixo de 30°C, temperaturas noturnas próximas a 18-20°C, umidade relativa acima de 70% e constante aspensão de água, tais condições podem ter proporcionado ambiente bastante favorável a infecção ao desenvolvimento do patógeno. No entanto, apesar da pequena amplitude entre o menor e o maior PL, diferenças de um ou dois dias no PL podem ser determinantes na velocidade de estabelecimento e evolução da FAS.

A influência varietal sobre o desenvolvimento inicial da doença tem sido investigada em diversos trabalhos. Em estudos de Tremblay et al. (2010) folhas de soja de uma cultivar suscetível foram expostas ao patógeno *P. pachyrhizi* demonstrando uma expressão diferencial de 2020 genes 10 dias após a inoculação do fungo. De acordo com os mesmos autores a maioria dos genes que tiveram sua expressão aumentada estão relacionados a funções de defesa vegetal, combate ao estresse, tais como estruturação celular, produção de proteínas receptoras tipo quinases e proteínas associadas a senescência foliar, sendo que muitos destes genes expressos são considerados específicos para a cultivar trabalhada.

Pham et al. (2009) estudando a interação de 20 genótipos de soja com diversos isolados de *P. pachyrhizi* observaram que os genótipos diferem largamente quanto a reação inicial a este patógeno, sendo que muitas combinações isolado-genótipo foram altamente específicas, os autores sugerem um alto grau de especialização fisiológica do fungo ao hospedeiro em questão. Resultados semelhantes foram observados por Akamtsu et al. (2017), trabalhando com várias amostras de esporos de *P. pachyrhizi* coletadas no Brasil, Argentina e Paraguai nas safras de 2010/11 a 2014/15 demonstraram a ocorrência de reações de patogenicidade diferenciada para as interações entre populações do patógeno e genótipos.

Mortel et al. (2007) trabalhando com dois genótipos, um resistente e um suscetível, observaram que os processos de expressão dos genes de resistência à FAS ocorrerem em fazes distintas. Estes autores, constataram que tanto no genótipo suscetível quanto no resistente

ocorre uma indução na atividade gênica entre 6-12 horas após a inoculação, seguido por um decréscimo da atividade, então um novo processo de indução gênica ocorre 72 horas após a inoculação no genótipo resistente apenas, já no genótipo suscetível a segunda fase de indução de genes ocorreu apenas 168 horas após a inoculação. Segundo os autores, os genes com expressão aumentada estão ligados a rotas de biossíntese de flavonoides, tais como fitoalexinas e outros compostos secundários que participam dos processos de defesa e reforço da parede celular. Hossain et al. (2018) estudaram a expressão de genes ligados a arogenato desidrogenase (enzima importante para a biossíntese de fitoalexinas), em cultivares resistentes e suscetíveis., os autores reportaram um pico de expressão gênica 12 horas após a inoculação, com subsequente queda, voltando a subir novamente apenas 96 horas após a inoculação, porém apenas na cultivar resistente.

Schneider et al. (2011) estudando as etapas de processo infeccioso de *P. pachyrhizi*, os autores que o pico de expressão gênica 12 horas após a inoculação coincide com a formação do tubo germinativo e do apressório, já o segundo pico de expressão gênica ocorreu com 72-96 horas após a inoculação, momento em que o haustório era visível, assim como uma grande quantidade de hifas intracelulares. Assim, a diferença entre o grau de suscetibilidade inicial entre as cultivares parece estar ligada a habilidade da planta em impedir ou retardar, não a infecção do tecido, mas a penetração celular.

De acordo com Parlevliet (1979) o PL de *P. pachyrhizi* pode ser determinante no desenvolvimento de epidemias de FAS, influenciando número de ciclos e intensidade final da doença. Entretanto, os resultados do presente trabalho sugerem que outros componentes policíclicos devem ser considerados, visto que, quando realizado um paralelo com os experimentos de campo, algumas cultivares que apresentaram maior PL estão entre as mais sensíveis no campo, exemplos de NS 5000 IPRO, BMX ATIVA RR, NS 5160 IPRO, BMX LANÇA IPRO entre outros materiais, indicando a importância de acompanhar o desenvolvimento da doença em ciclos subsequentes.

## 5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste estudo avaliações de resistência parcial de soja à *P. pachyrhizi* devem considerar o maior número possível de ciclos do patógeno, permitindo avaliações em diferentes estádios da cultura, principalmente em condições de média epidemia, quando ocorre maior discriminação das cultivares.

A avaliações da severidade inicial e do ciclo primário de infecção de *P. pachyrhizi* são importantes na quantificação da resistência parcial das cultivares, à medida que esta influencia a taxa de progresso de ferrugem asiática da soja e a intensidade final da doença.

As cultivares convencionais de maior resistência parcial caracterizaram-se por baixa taxa de progresso de ferrugem, especialmente durante o período de enchimento de grãos, o que resulta em baixos níveis de severidade nesta fase da cultura.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5<sup>o</sup> ed. San Diego: Ed. Elsevier Academic Press, 952p. 2005.
- AKAMATSU, H. et al. Pathogenic variation of South American *Phakopsora pachyrhizi* population isolated from soybeans from 2010 to 2015. **Japan Agricultural Research Quarterly**, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 221-232, 2017.
- ALMEIDA, R. de; GÁRCES-FIALLOS, F. R.; FORCELINI, C. A. Ocorrência e intensidade de doenças foliares e ciclo de cultivo em seis cultivares de soja durante duas épocas de semeadura. **Ciencia y Tecnología**, San José, v. 7, n. 1, p. 13-21, jun. 2014.
- 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**, Uberlandia, v. 33, n. 5, p. 1188-1196, sept./oct. 2017.
- ALVES, M. C. et al. Intensidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & P. Sydow) da soja [*Glycine max* (L.) Merr.] nas cultivares Conquista, Savana e Suprema sob diferentes temperaturas e períodos de molhamento foliar. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 3, p. 239-244, 2007.
- ARAÚJO, F. G. et al. Manejo de ferrugem da soja com fungicidas em tratamento de sementes e aplicação foliar. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, p. 2585-2592, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. **Cadeia Produtiva da Soja e Biodiesel**. Ago. 2017. Disponível em: <[http://www.abiove.org.br/site/\\_FILES/Portugues/21082017-150640-29.\\_ctbe.pdf](http://www.abiove.org.br/site/_FILES/Portugues/21082017-150640-29._ctbe.pdf)>. Acesso em: 18 dez. 2018.
- ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES E COMERCIANTES DE SEMENTES E MUDAS DO RIO GRANDE DO SUL. **Estatísticas – Soja**. Jan. 2018. Disponível em: <<http://www.apassul.com.br/upload/banners/arquivos/Soja%202018.pdf>>. Acesso em 22 dez. 2018.
- 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.

BARROS, A. V. de. **Photosynthetic performance in soybean leaves caused by epoxiconazole + pyraclostrobin and acibenzolar-s-methyl and *phakopsora pachyrhizi* infection**. 2016. 33 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2016.

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

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 4 - Safra 2017/18, n.12 – décimo segundo levantamento**. Brasília, set. 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **A Produtividade da Soja: Análise e Perspectivas. Compêndio de estudos Conab, v.10, 2017**. Brasília, abr. 2017.

CONSELHO ESTRATÉGICO SOJA BRASIL. **Desafio nacional de máxima produtividade safra 2015/2016**. 2016.

CRUZ, T. V. da. et al. Perdas causadas pela ferrugem-asiática em cultivares de soja semeadas em diferentes épocas, no Oeste da Bahia. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 255-265, jul./ago. 2012.

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 - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

CUNHA, J. P. A. R. da.; REIS, E. F.; SANTOS, R. O. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1360-1366, set./out. 2006.

CUNHA, J. P. A. R. da. et al. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 283-291, abr./jun. 2008.

DALL'AGNOL, A. et al. **A EMBRAPA soja no contexto do desenvolvimento da soja no Brasil: Histórico e Contribuições**. 1 ed. Brasília: EMBRAPA, 2016. 72 p. disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1043614/1/LivroEmbrapaSojadesenvolvimentoBROL.pdf>>. Acesso em: 05 set. 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, 2016.

DEL PONTE, E. M. et al. Predicting Severity of Asian Soybean Rust Epidemics with Empirical Rainfall Models. **Phytopathology**, [Saint Paul], v. 96, n. 7, p. 797-803, 2006.

DORETO, R. B. S. et al. Ferrugem asiática e produtividade da soja sob doses de potássio e fungicida, na safra 2007/08. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 941-952, maio/jun. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de Produção de Soja: Região Central do Brasil 2014**. 1º ed. Londrina: EMBRAPA SOJA. 266 p. 2013.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development** (Special Report, 80). Ames: Iowa State University of Science and Technology. 15 p, 1977.

GARCÉS-FIALLOS, F. R.; FORCELINI, C. A. Controle comparativo da ferrugem asiática da soja com fungicida triazol ou mistura de triazol + estrobilurinas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 805-815, jul./ago. 2013.

FREIRE, M. C. M. et al. Evolutionary history of *Phakopsora pachyrhizi* (the Asian soybean rust) in Brazil based on nucleotide sequences of the internal transcribed spacer region of the nuclear ribosomal DNA. **Genetics and Molecular Biology**, [S.l.], v. 31, n. 4, p. 920-931, 2008.

FREITAS, R. E.; MENDONÇA, M. A. A. de. Expansão Agrícola no Brasil e a Participação da Soja: 20 anos. **RESR**, Piracicaba, v. 54, n. 3, p. 497-516, jul./set. 2016.

FURTADO, G. Q. et al. Influência do estágio fenológico e da idade dos trifólios de soja na infecção de *Phakopsora pachyrhizi*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 118-122, mar./abr. 2009.

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.

- GLIER, C. A. da S. et al. Defoliation percentage in two soybean cultivars at different growth stages. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 6, p. 567–573, 2015.
- GODOY, C. V.; CANTERI, M. G. Efeitos Protetor, Curativo e Erradicante de Fungicidas no Controle da Ferrugem da Soja Causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em Casa de Vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 097-101, jan./fev. 2004.
- GODOY, C.V.; KOGA, L.J.; CANTERI, M.G. Diagrammatic Scale for Assessment of Soybean Rust Severity. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 063-068, jan./fev. 2006.
- GODOY, C. V.; HENNING, A. A. Tratamento de semente e aplicação foliar de fungicidas para o controle da ferrugem-da-soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1297-1302, out. 2008.
- GODOY, C. V. et al. Eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina, PR. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 56-61, jan./fev. 2009.
- 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.
- GRENNAN, A. L. Plant Response to Bacterial Pathogens. Overlap between Innate and Gene-for-Gene Defense Response. **Plant Physiology**, [S.l], v. 142, p. 809-811, nov. 2006.
- HARTMAN, G. L.; MILES, M. R.; FREDERICK, R. D. Breeding for Resistance to Soybean Rust. **Plant Disease**, [Saint Paul], v. 89, n. 6, p. 664-66, 2005.
- HENNING, A. A. et al. **Manual de identificação de doenças de soja**. 5.ed. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2014.
- HIKISHIMA, M. et al. Quantificação de danos e relações entre severidade, medidas de refletância e produtividade no patossistema ferrugem asiática da soja. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 096-103, abr./maio, 2010.
- HOSSAIN, M. Z. et al. Soybean leaves transcriptomic data dissects the phenylpropanoid pathway genes as a defence response against *Phakopsora pachyrhizi*. **Plant Physiology and Biochemistry**, [S.l], v. 132, p. 424–433, sept. 2018.

- JORGE, V. R. et al. The origin and genetic diversity of the causal agent of Asian soybean rust, *Phakopsora pachyrhizi*, in South America. **Plant Pathology**, [Saint Paul], v. 64, p. 729-737, 2015.
- KAWASHIMA, C. G. et al. A pigeonpea gene confers resistance to Asian soybean rust in soybean. **Nature Biotechnology**, [Tahoe], v. 34, n. 6, p. 661-665. jun. 2016.
- KLOSOWSKI, A. C. et al. Detection of the F129L mutation in the cytochrome b gene in *Phakopsora pachyrhizi*. **Pest Management Science**, [West Sussex], v. 72, n. 6, p. 1211-1215, sept. 2015.
- KOGA, L. J. et al. Análise multivariada dos componentes da resistência à ferrugem-asiática em genótipos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1277-1286, out. 2008.
- KOGA, L. J. et al. Chemical control and responses of susceptible and resistant soybean cultivars to the progress of soybean rust. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 36, n. 5, p. 294-302, sept./oct. 2011.
- LANGENBACH, C. et al. Fighting asian soybean rust. **Frontiers in Plant Science**. [S.l.], v. 7, n. 797, p. 1-13, jun. 2016.
- LI, S. et al. Identification of a new soybean rust resistance gene in PI 567102B. **Theoretical Applied Genetics**, [S.l.], v. 125, n. 1, p. 133-142, feb. 2012.
- LIMA, S. F. de. et al. Efeito da semeadura em linhas cruzadas sobre a produtividade de grãos e a severidade da ferrugem asiática da soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 954-962, nov./dez. 2012.
- 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.
- MADALOSSO, M. G. et al. Cultivares, espaçamento entrelinhas e programas de aplicação de fungicidas no controle de *Phakopsora pachyrhizi* Sidow em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 11, p. 2256-2261, nov. 2010.

- 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.
- MCDONALD, B. A.; LINDE, C. The population genetics of plant pathogens and breeding strategies for durable resistance. **Euphytica**, Durham, v. 124, p. 163-180, 2002.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 42 p. 1961.
- MORTEL, M. van de. Distinct biphasic mRNA changes in response to asian soybean rust infection. **The American Phytopathological Society**, [Saint Paul], v. 20, n. 8, p. 887-899, 2007.
- MUSSURY, R.M. et al. Anatomia foliar de soja infectada por *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow e tratadas com extratos vegetais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 18-25, 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.
- 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.
- 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.
- OWEN, L. N. et al. Impact of defoliation on yield of Group IV soybean in Mississippi. **Crop Protection**, [S.l.], v. 54, p. 206-212, 2013.
- PHAM, T. A. et al. Differential Responses of Resistant Soybean Entries to Isolates of *Phakopsora pachyrhizi*. **Plant Disease**, [Saint Paul], v. 93, n. 3, p. 224-228, mar. 2009.
- PHAM, T. A. et al. Evaluation of soybean for resistance to soybean rust in Vietnam. **Field Crop Research**, [S.l.], v. 118, p. 359-370, oct. 2010.

- PANTHEE, D. R. et al. Differential expression of genes in soybean in response to the causal agent of Asian Soybean Rust (*Phakopsora pachyrhizi* Sydon) is soybean growth stage-specific. **Theoretical Applied Genetics**, [S.l.], v. 125, n. 1, p. 133-142, feb. 2009.
- PARLEVLIET, J. E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. **Annual Review of Phytopathology**, [S.l.], v. 17, p. 203-222, 1979.
- PINHEIRO, J. B. et al. Severidade da ferrugem da soja em função do suprimento de potássio e cálcio em solução nutritiva. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 1, p. 43-50, jan./fev. 2011.
- RESENDE, M. D. V. de.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182-194, set. 2007.
- 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.
- SILVA, L. A.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V. J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta Botânica Brasílica**, Belo Horizonte, v. 19, n. 1, p. 183-194, 2005.
- SILVA, V. A.; JULIATTI, F. C.; SILVA, L. A. S. Interação entre resistência genética parcial e fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1261-1268, set. 2007.
- 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.
- SIMKO, I.; PIEPHO, H-P. The Area Under the Disease Progress Stairs: Calculation, Advantage, and Application. **Phytopathology**, [Saint Paul], v. 102, n. 4, p. 381-389, 2012.
- SIMÕES, K. et al. First detection of a SDH variant with reduced SDHI sensitivity in *Phakopsora pachyrhizi*. **Journal of Plant Diseases and Protection**, [S.l.], v. 125, n. 1, p. 21-26, aug. 2017.

- SCHMITZ, H. K.; MEDEIROS, C. A.; STAMMLER, G. Sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* towards quinone-outside-inhibitors and demethylation-inhibitors, and corresponding resistance mechanisms. **Pest Management Science**, [West Sussex], v. 70, n. 3, p. 378-388, jul. 2014.
- SCHNEIDER, K, T. et al. Biphasic gene expression changes elicited by *Phakopsora pachyrhizi* in soybean correlate with fungal penetration and haustoria formation. **Plant Physiology**, [S.l.], v. 157, p. 355-371, 2011.
- STRECK, E.V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Editora da UFRGS, Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS. 2002. 107 p.
- TREMBLAY, A. et al. Transcriptome analysis of a compatible response by *Glycine max* to *Phakopsora pachyrhizi* infection. **Plant Science**, [S.l.], v. 179, p. 183-193, may. 2010.
- TROPICAL MELHORAMENTO GENÉTICO. **Tecnologia Inox**. Disponível em: <<http://www.tmg.agr.br/tecnologia-inox>>. Acesso em: 23 abril. 2017.
- TSUKAHARA, R. Y.; HIKISHIMA, M.; CANTERI, M. G. Relações entre clima e o progresso da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em duas microrregiões do Estado do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 47-52, jan./mar. 2008.
- 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.
- WARD, N. A.; SCHNEIDER, R. W.; ROBERTSON, C. L. Documentation of an Extended Latent Infection Period by *Phakopsora pachyrhizi*, the Soybean Rust Pathogen. **Plant Health Progress**, [Saint Paul], mar. 2012.
- WRATHER, J. A. et al. Soybean Disease Loss Estimates for the Southern United States, 1974 to 1994. **Plant Disease**, [Saint Paul], v. 79, n. 10, p. 1076-1079, out. 1995.
- YORINORI, J. T. et al. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Disease**, [Saint Paul], v. 89, n. 6, p. 675-677. jun. 2005.
- XAVIER, S. A. et al. Older leaf tissues in younger plants are more susceptible to soybean rust. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 39, n. 1, p. 17-24, Jan./Mar. 2017.

ZAMBENEDETTI, E. B. et al. Avaliação de parâmetros monocíclicos e da intensidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em diferentes genótipos de soja e posições de copa **Summa Phytopathol**, Botucatu, v. 33, n. 2, p. 178-181, 2007.

## 7 ANEXOS

**Anexo A** – Exemplificação da distribuição das unidades experimentais nos experimentos de campo das safras 2016/17 e 2017/18 em Itaara, RS.

Bloco A	1	2	3	4	5	6	...	26	27	28	29	30	31	32	33
	34	35	36	37	38	39	...	59	60	61	62	63	64	65	66
	67	68	69	70	71	72	...	92							
Bloco B	1	2	3	4	5	6	...	26	27	28	29	30	31	32	33
	34	35	36	37	38	39	...	59	60	61	62	63	64	65	66
	67	68	69	70	71	72	...	92							
Bloco C	1	2	3	4	5	6	...	26	27	28	29	30	31	32	33
	34	35	36	37	38	39	...	59	60	61	62	63	64	65	66
	67	68	69	70	71	72	...	92							

**Anexo B – Apresentação das cultivares semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS.**

ID	Cultivar	GM <sup>(2)</sup>	ID	Cultivar	GM
1	NS 4823 RR	4,8	39	DM 61159 IPRO	6,1
2	TIBAGI RR	5,0	40	AS 3610 IPRO	6,1
3	P95Y72 IPRO	5,0	41	TMG 7262 INOX-IPRO	6,2
4	BMX VELOZ RR	5,0	42	NS 6211 RR	6,2
5	NS 5000 IPRO	5,0	43	NS 6209 RR	6,2
6	BMAX RAI0 IPRO	5,0	44	GMX CANCHEIRO RR	6,2
7	P 95R51 RR	5,1	45	NS 5909 RR	6,2
8	NS 5106 IPRO	5,2	46	TMG 7062 INOX-IPRO	6,2
9	P 95Y52 IPRO	5,2	47	BMX TORNADO RR	6,2
10	NS 5160 IPRO	5,3	48	MSOY 6210 IPRO	6,2
11	FT 4153 IPRO	5,3	49	ICS 1332 RR	6,2
12	NS 5445 IPRO	5,4	50	BRS 6203 RR	6,2
13	ROTA 54 IPRO	5,4	51	NS 6909 IPRO	6,3
14	BMX ELITE IPRO	5,5	52	FPS SOLAR IPRO	6,3
15	FT 2155 RR	5,5	53	TMG 7363 INOX-IPRO	6,3
16	SYN 13561 IPRO	5,6	54	LG 60163 INOX-IPRO	6,3
17	BMX ATIVA RR	5,6	55	BMX GARRA IPRO	6,3
18	BRS 5601 RR	5,6	56	TMG 7063 INOX-IPRO	6,3
19	SYN 1257 RR	5,7	57	SYN 1263 RR	6,3
20	MSOY 5705 IPRO	5,7	58	PRE 6336 RR	6,4
21	NS 6006 IPRO	5,7	59	GMX XIRU RR	6,4
22	NS 6060 IPRO	5,7	60	MSOY 6410 IPRO	6,4
23	AS 3575 IPRO	5,7	61	BS 2640 RR	6,4
24	AS 3570 IPRO	5,7	62	CZ 26B42 IPRO	6,4
25	MSOY 5892 IPRO	5,7	63	NS 6906 IPRO	6,5
26	BMX LANÇA IPRO	5,8	64	NS 6535 IPRO	6,5
27	TMG 2158 IPRO	5,8	65	NS 6601 IPRO	6,6
28	BMX ALVO RR	5,9	66	BMX POTENCIA RR	6,7
29	NS 5959 IPRO	5,9	67	BMX VALENTE RR	6,7
30	MSOY 5970 IPRO	5,9	68	NS 6823 RR	6,7
31	TEC 5936 IPRO	5,9	69	BMX ICONE IPRO	6,8
32	ICS 1532 RR	5,9	70	RK 6813RR	6,8
33	TMG 7161 INOX-IPRO	5,9	71	CD 2694 IPRO	6,9
34	MSOY 5947 IPRO	5,9	72	GMX REDOMÃO RR	7,0
35	BMX VANGUARDA IPRO	6,0	73	NS 6700 IPRO	7,1
36	TMG 7060 INOX-IPRO	6,0	74	BRS 246 RR	7,2
37	PRODUZA INOX-IPRO	6,0	75	SYN 13671 IPRO	7,3
38	FT 4160 IPRO	6,0	76	TEC 7849 IPRO	7,8

ID: Identificação numérica da cultivar; <sup>(2)</sup>Grupo de maturação da cultivar.

**Anexo C – Apresentação das cultivares semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.**

ID	Cultivares	GM	ID	Cultivares	GM
1	NS 4823 RR	4,8	47	ICS 1332 RR	6,2
2	TIBAGI RR	5,0	48	TMG 7262 INOX-IPRO	6,2
3	BMX VELOZ RR	5,0	49	NS 6211 RR	6,2
4	NS 5000 IPRO	5,0	50	NS 6209 RR	6,2
5	ICS 1032 RR	5,0	51	GMX CANCHEIRO RR	6,2
6	BMX RAI0 IPRO	5,0	52	NA 5909 RR	6,2
7	P95Y72 IPRO	5,0	53	TMG 7062 INOX-IPRO	6,2
8	P 95R51 RR	5,1	54	BMX TORNADO RR	6,2
9	NS 5106 IPRO	5,2	55	MSOY 6210 IPRO	6,2
10	P 95Y52 IPRO	5,2	56	BRS 6203 RR	6,2
11	NS 5160 IPRO	5,3	57	DM 6563 IPRO	6,3
12	FT 4153 IPRO	5,3	58	FPS SOLAR IPRO	6,3
13	NS 5445 IPRO	5,4	59	TMG 7363 INOX-IPRO	6,3
14	ROTA 54 IPRO	5,4	60	LG 60163 INOX-IPRO	6,3
15	BMX ELITE IPRO	5,5	61	BMX GARRA IPRO	6,3
16	FT 2155 RR	5,5	62	TMG 7063 INOX-IPRO	6,3
17	BMX ATIVA RR	5,6	63	SYN 1263 RR	6,3
18	BRS 5601 RR	5,6	64	NS 6909 IPRO	6,3
19	SYN 13561 IPRO	5,6	65	NS 6906 IPRO	6,3
20	MSOY 5705 IPRO	5,7	66	CZ 15B39 LL	6,3
21	AS 3575 IPRO	5,7	67	MSOY 6410 IPRO	6,4
22	AS 3570 IPRO	5,7	68	PRE 6336 RR	6,4
23	MSOY 5892 IPRO	5,7	69	GMX XIRU RR	6,4
24	NS 6006 IPRO	5,7	70	BS 2640 RR	6,4
25	SYN 1257 RR	5,7	71	CZ 26B42 IPRO	6,4
26	NS 6060 IPRO	5,7	72	CZ 15B64 IPRO	6,4
27	NS 5727 IPRO	5,7	73	NS 6535 IPRO	6,5
28	FPS ATALANTA	5,8	74	NS 6828 IPRO	6,5
29	DM 5958 IPRO	5,8	75	NS 6601 IPRO	6,6
30	BMX LANÇA IPRO	5,8	76	BMX PONTA IPRO	6,6
31	TMG 2158 IPRO	5,8	77	DM 66I68 IPRO	6,6
32	BMX ALVO RR	5,9	78	BMX POTENCIA RR	6,7
33	NS 5959 IPRO	5,9	79	BMX VALENTE RR	6,7
34	TEC 5936 IPRO	5,9	80	NS 6823 RR	6,7
35	CZ 15B92 IPRO	5,9	81	TMG 7067 INOX-IPRO	6,7
36	ICS 1532 RR	5,9	82	BMX ICONE IPRO	6,8
37	TMG 7161 INOX-IPRO	5,9	83	RK 6813 RR	6,8
38	MSOY 5947 IPRO	5,9	84	P 96Y90 IPRO	6,9
39	BMX DELTA IPRO	5,9	85	GMX REDOMÃO RR	7,0
40	MSOY 5970 IPRO	5,9	86	NS 6700 IPRO	7,1
41	BMX VANGUARDA IPRO	6,0	87	NS 7000 IPRO	7,1
42	TMG 7060 INOX-IPRO	6,0	88	BRS 246 RR	7,2
43	PRODUZA INOX-IPRO	6,0	89	SYN 13671 IPRO	7,3
44	FT 4160 IPRO	6,0	90	NS 7300 IPRO	7,3
45	DM 61I59 IPRO	6,1	91	TEC 7849 IPRO	7,8
46	AS 3610 IPRO	6,1	92	CD 2694 IPRO	6,9

ID: Identificação numérica da cultivar; <sup>(2)</sup>Grupo de maturação da cultivar.

**Anexo D** – Teste de normalidade dos erros pelo teste de Lilliefors aplicado as variáveis estudadas nas safras 2016/17 e 2017/18 em Itaara, RS.

Safr 2016/17				Safr 2017/18			
	Teste Lilliefors <sup>1</sup>	Transf.	Teste Lilliefors <sup>2</sup>		Teste Lilliefors <sup>1</sup>	Transf.	Teste Lilliefors <sup>2</sup>
Sev 60 DAE <sup>3</sup>	**	NR	-	Sev 63 DAE <sup>4</sup>	0**	NR	-
Sev 67 DAE	0**	(X <sup>0.5</sup> )	10% ns	Sev 69 DAE	0**	(X <sup>0.5</sup> )	5% ns
Sev 74 DAE	1%**	(X <sup>0.33</sup> )	5% ns	Sev 75 DAE	0**	(X <sup>0.33</sup> )	20% ns
Sev 80 DAE	1%**	(X <sup>0.5</sup> )	20% ns	Sev 82 DAE	1%**	(X <sup>0.33</sup> )	20% ns
Sev 87 DAE	20% ns	-	-	Sev 88 DAE	20% ns	-	-
Urédias cm <sup>-2</sup>	0**	(X <sup>0.5</sup> )	20% ns	Sev 95 DAE	1%**	(X <sup>2</sup> )	5% ns
Tx	20% ns	-	-	Urédias cm <sup>-2</sup>	5% ns	-	-
AACPF	10% ns	-	-	Lesões cm <sup>-2</sup>	0**	NR	-
				Tx	5% ns	-	-
				AACPF	20% ns	-	-
				U/L	0**	Log(X)	5% ns

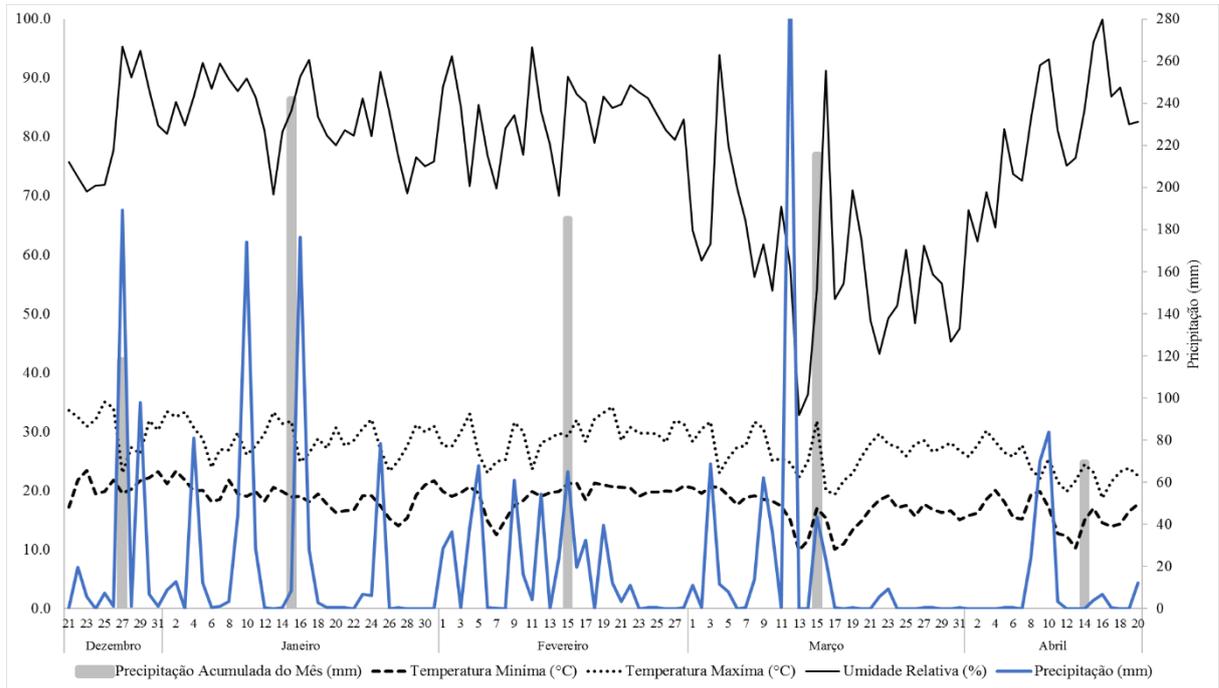
Teste Lilliefors<sup>1</sup>: teste de normalidade Lilliefors antes da transformação dos dados; Teste Lilliefors<sup>2</sup>: teste de normalidade Lilliefors após a transformação dos dados; Transf.: Transformação; NR: transformação não realizada. <sup>3</sup>Sev: severidade aos 60, 67, 74, 80 e 87 dias após a emergência (DAE) na safra 2016/17. <sup>4</sup>Sev: severidade aos 63, 69, 75, 82, 88 e 95 dias após a emergência (DAE) na safra 2017/18.

**Apêndice E** – Teste de normalidade dos erros pelo teste de Lilliefors aplicado a variável Período de Latência, em ambiente controlado na safra 2017/18 em Itaara, RS.

Teste de Normalidade		
Variável	Teste Lillifors	Transformação
Período de Latência	0**	NR

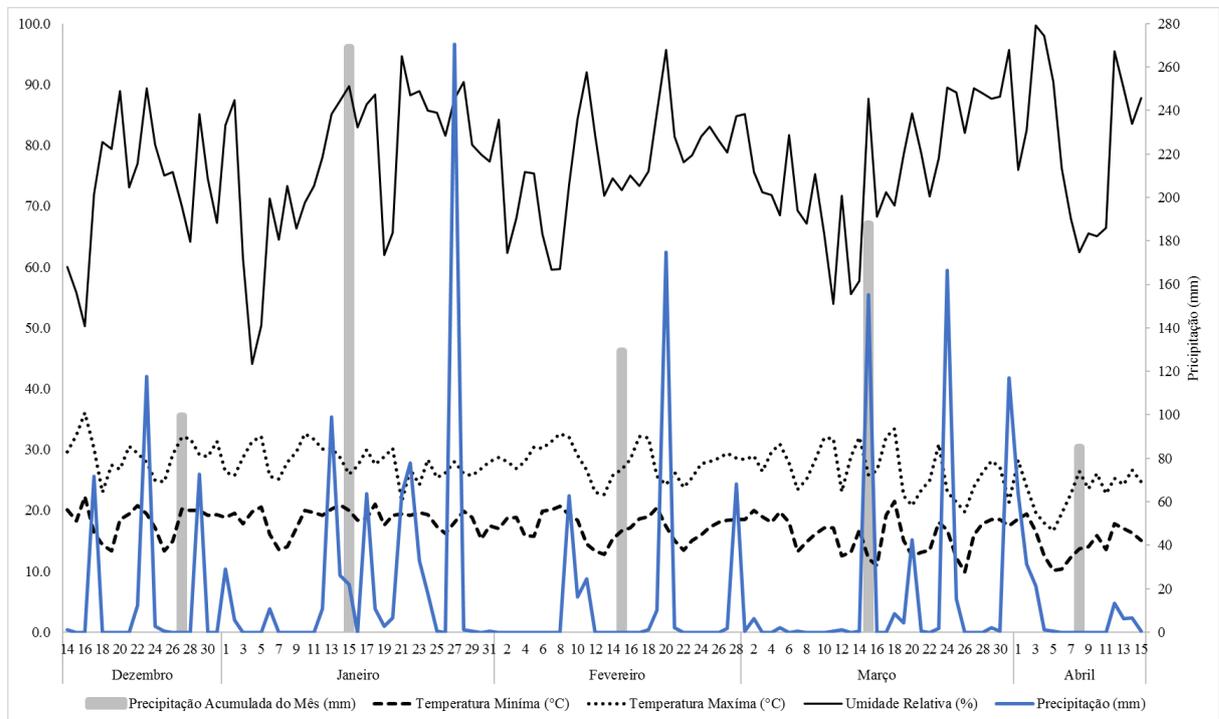
NR: não realizada

**Anexo F – Condições meteorológicas ocorrentes durante a condução do experimento na safra 2016/17.**



Dados meteorológicos obtidos em estação automática estabelecida a 40 m do local do experimento.

**Anexo G – Condições meteorológicas ocorrentes durante a condução do experimento na safra 2017/18.**



Dados meteorológicos obtidos em estação automática estabelecida a 40 m do local do experimento.

## 7 APÊNDICES

**Apêndice A** – Severidade de ferrugem asiática aos 67 dias após a emergência (67 DAE) em cultivares de soja semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS.

ID	Cultivar	Sev 67 DAE	ID	Cultivar	Sev 67 DAE
1	NS 4823 RR	0,87 d*	39	DM 61159 IPRO	0,57 e
2	TIBAGI RR	1,33 c	40	AS 3610 IPRO	0,93 d
3	P 95Y72 IPRO	1,93 b	41	TMG 7262 INOX-IPRO	0,10 e
4	BMX VELOZ RR	0,87 d	42	NS 6211 RR	2,23 b
5	NS 5000 IPRO	1,33 c	43	NS 6209 RR	1,57 c
6	BMX RAI0 IPRO	0,87 d	44	GMX CANCHEIRO RR	1,47 c
7	P 95R51 RR	1,40 c	45	NA 5909 RR	0,37 e
8	NS 5106 IPRO	0,73 d	46	TMG 7062 INOX-IPRO	0,10 e
9	P 95Y52 IPRO	1,17 c	47	BMX TORNADO RR	0,30 e
10	NS 5160 IPRO	1,33 c	48	MSOY 6210 IPRO	0,27 e
11	FT 4153 IPRO	1,53 c	49	ICS 1332 RR	1,37 c
12	NS 5445 IPRO	1,53 c	50	BRS 6203 RR	0,47 e
13	ROTA 54 IPRO	0,77 d	51	NS 6909 IPRO	0,63 d
14	BMX ELITE IPRO	0,77 d	52	FPS SOLAR IPRO	0,70 d
15	FT 2155 RR	0,80 d	53	TMG 7363 INOX-IPRO	0,10 e
16	SYN 13561 IPRO	0,50 e	54	LG 60163 INOX-IPRO	0,37 e
17	BMX ATIVA RR	1,10 d	55	BMX GARRA IPRO	0,80 d
18	BRS 5601 RR	0,47 e	56	TMG 7063 INOX-IPRO	0,10 e
19	SYN 1257 RR	1,70 c	57	SYN 1263 RR	1,30 c
20	MSOY 5705 IPRO	0,73 d	58	PRE 6336 RR	1,33 c
21	NS 6006 IPRO	0,83 d	59	GMX XIRU RR	0,63 d
22	NS 6060 IPRO	0,33 e	60	MSOY 6410 IPRO	0,87 d
23	AS 3575 IPRO	1,30 c	61	BS 2640 RR	1,1 d
24	AS 3570 IPRO	1,27 c	62	CZ 26B42 IPRO	0,77 d
25	MSOY 5892 IPRO	1,50 c	63	NS 6906 IPRO	0,77 d
26	BMX LANÇA IPRO	0,67 d	64	NS 6535 IPRO	1,10 d
27	TMG 2158 IPRO	2,03 b	65	NS 6601 IPRO	1,53 c
28	BMX ALVO RR	1,07 d	66	BMX POTÊNCIA RR	0,40 e
29	NS 5959 IPRO	1,20 c	67	BMX VALENTE RR	0,70 d
30	MSOY 5970 IPRO	0,83 d	68	NS 6823 RR	2,53 a
31	TEC 5936 IPRO	1,80 c	69	BMX ÍCONE IPRO	0,67 d
32	ICS 1532 RR	1,07 d	70	RK 6813RR	0,90 d
33	TMG 7161 INOX-IPRO	0,13 e	71	CD 2694	0,27 e
34	MSOY 5947 IPRO	2,83 a	72	GMX REDOMÃO RR	1,70 c
35	BMX VANGUARDA IPRO	0,40 e	73	NS 6700 IPRO	0,67 d
36	TMG 7060 INOX-IPRO	0,10 e	74	BRS 246 RR	0,53 e
37	PRODUZA INOX-IPRO	0,90 d	75	SYN 13671 IPRO	1,03 d
38	FT 4160 IPRO	0,73 d	76	TEC 7849 IPRO	0,93 d

ID: Identificação numérica da cultivar; \*Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para  $p < 5\%$ .

**Apêndice B** – Severidade de ferrugem asiática aos 74 dias após a emergência (74 DAE) em cultivares de soja semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS.

ID	Cultivar	Sev 74 DAE	ID	Cultivar	Sev 74 DAE
1	NS 4823 RR	2,77 a*	39	DM 61159 IPRO	2,17 b
2	TIBAGI RR	4,87 a	40	AS 3610 IPRO	1,53 b
3	P 95Y72 IPRO	3,57 a	41	TMG 7262 INOX-IPRO	0,23 c
4	BMX VELOZ RR	2,50 b	42	NS 6211 RR	4,43 a
5	NS 5000 IPRO	3,87 a	43	NS 6209 RR	2,97 a
6	BMX RAI0 IPRO	2,33 b	44	GMX CANCHEIRO RR	1,93 b
7	P 95R51 RR	3,40 a	45	NA 5909 RR	2,40 b
8	NS 5106 IPRO	4,43 a	46	TMG 7062 INOX-IPRO	0,13 c
9	P 95Y52 IPRO	2,47 a	47	BMX TORNADO RR	1,23 b
10	NS 5160 IPRO	2,90 a	48	MSOY 6210 IPRO	1,83 b
11	FT 4153 IPRO	4,50 a	49	ICS 1332 RR	3,03 a
12	NS 5445 IPRO	3,07 a	50	BRS 6203 RR	1,53 b
13	ROTA 54 IPRO	2,03 b	51	NS 6909 IPRO	2,30 b
14	BMX ELITE IPRO	3,63 a	52	FPS SOLAR IPRO	1,23 b
15	FT 2155 RR	2,53 a	53	TMG 7363 INOX-IPRO	0,10 c
16	SYN 13561 IPRO	2,50 a	54	LG 60163 INOX-IPRO	0,40 c
17	BMX ATIVA RR	3,40 a	55	BMX GARRA IPRO	3,37 a
18	BRS 5601 RR	1,57 b	56	TMG 7063 INOX-IPRO	0,10 c
19	SYN 1257 RR	3,73 a	57	SYN 1263 RR	3,73 a
20	MSOY 5705 IPRO	2,77 a	58	PRE 6336 RR	2,07 b
21	NS 6006 IPRO	1,83 b	59	GMX XIRU RR	2,30 b
22	NS 6060 IPRO	0,53 c	60	MSOY 6410 IPRO	1,37 b
23	AS 3575 IPRO	2,93 a	61	BS 2640 RR	2,93 a
24	AS 3570 IPRO	2,80 a	62	CZ 26B42 IPRO	1,53 b
25	MSOY 5892 IPRO	2,43 b	63	NS 6906 IPRO	3,33 a
26	BMX LANÇA IPRO	2,00 b	64	NS 6535 IPRO	4,00 a
27	TMG 2158 IPRO	4,83 a	65	NS 6601 IPRO	2,83 a
28	BMX ALVO RR	2,33 b	66	BMX POTÊNCIA RR	1,37 b
29	NS 5959 IPRO	2,10 b	67	BMX VALENTE RR	2,17 b
30	MSOY 5970 IPRO	2,60 a	68	NS 6823 RR	3,10 a
31	TEC 5936 IPRO	3,03 a	69	BMX ÍCONE IPRO	1,20 b
32	ICS 1532 RR	2,17 b	70	RK 6813RR	2,10 b
33	TMG 7161 INOX-IPRO	0,25 c	71	CD 2694	1,60 b
34	MSOY 5947 IPRO	4,90 a	72	GMX REDOMÃO RR	3,77 a
35	BMX VANGUARDA IPRO	1,20 b	73	NS 6700 IPRO	2,60 a
36	TMG 7060 INOX-IPRO	0,13 c	74	BRS 246 RR	1,83 b
37	PRODUZA INOX-IPRO	1,10 b	75	SYN 13671 IPRO	2,93 a
38	FT 4160 IPRO	3,27 a	76	TEC 7849 IPRO	1,60 b

ID: Identificação numérica da cultivar; \*Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para  $p < 5\%$ .

**Apêndice C – Severidade de ferrugem asiática aos 80 dias após a emergência (80 DAE) em cultivares de soja semeadas na safra 2016/17 em Itaara, RS.**

ID	Cultivar	Sev 80 DAE	ID	Cultivar	Sev 80 DAE
1	NS 4823 RR	7,33 b*	39	DM 61159 IPRO	4,67 c
2	TIBAGI RR	9,17 a	40	AS 3610 IPRO	3,83 c
3	P 95Y72 IPRO	6,00 b	41	TMG 7262 INOX-IPRO	0,23 e
4	BMX VELOZ RR	5,77 b	42	NS 6211 RR	5,47 b
5	NS 5000 IPRO	9,43 a	43	NS 6209 RR	6,00 b
6	BMX RAI0 IPRO	4,50 c	44	GMX CANCHEIRO RR	4,10 c
7	P 95R51 RR	6,17 b	45	NA 5909 RR	3,07 c
8	NS 5106 IPRO	7,50 b	46	TMG 7062 INOX-IPRO	0,15 e
9	P 95Y52 IPRO	10,00 a	47	BMX TORNADO RR	4,50 c
10	NS 5160 IPRO	9,00 a	48	MSOY 6210 IPRO	4,40 c
11	FT 4153 IPRO	6,67 b	49	ICS 1332 RR	6,10 b
12	NS 5445 IPRO	6,67 b	50	BRS 6203 RR	3,67 c
13	ROTA 54 IPRO	4,67 c	51	NS 6909 IPRO	4,50 c
14	BMX ELITE IPRO	5,83 b	52	FPS SOLAR IPRO	1,77 d
15	FT 2155 RR	4,83 c	53	TMG 7363 INOX-IPRO	0,10 e
16	SYN 13561 IPRO	7,00 b	54	LG 60163 INOX-IPRO	0,50 e
17	BMX ATIVA RR	10,17 a	55	BMX GARRA IPRO	5,93 b
18	BRS 5601 RR	4,73 c	56	TMG 7063 INOX-IPRO	0,13 e
19	SYN 1257 RR	6,17 b	57	SYN 1263 RR	6,17 b
20	MSOY 5705 IPRO	5,83 b	58	PRE 6336 RR	4,50 c
21	NS 6006 IPRO	4,20 c	59	GMX XIRU RR	4,83 c
22	NS 6060 IPRO	4,17 c	60	MSOY 6410 IPRO	4,00 c
23	AS 3575 IPRO	6,00 b	61	BS 2640 RR	6,17 b
24	AS 3570 IPRO	5,67 b	62	CZ 26B42 IPRO	4,33 c
25	MSOY 5892 IPRO	4,43 c	63	NS 6906 IPRO	4,83 c
26	BMX LANÇA IPRO	5,00 c	64	NS 6535 IPRO	6,10 b
27	TMG 2158 IPRO	11,17 a	65	NS 6601 IPRO	3,93 c
28	BMX ALVO RR	5,60 b	66	BMX POTÊNCIA RR	2,50 c
29	NS 5959 IPRO	4,33 c	67	BMX VALENTE RR	4,33 c
30	MSOY 5970 IPRO	4,17 c	68	NS 6823 RR	3,77 c
31	TEC 5936 IPRO	8,67 a	69	BMX ÍCONE IPRO	4,10 c
32	ICS 1532 RR	4,17 c	70	RK 6813RR	5,17 c
33	TMG 7161 INOX-IPRO	0,30 e	71	CD 2694	5,33 c
34	MSOY 5947 IPRO	8,67 a	72	GMX REDOMÃO RR	6,77 b
35	BMX VANGUARDA IPRO	3,50 c	73	NS 6700 IPRO	4,67 c
36	TMG 7060 INOX-IPRO	0,20 e	74	BRS 246 RR	2,93 c
37	PRODUZA INOX-IPRO	2,40 c	75	SYN 13671 IPRO	5,57 b
38	FT 4160 IPRO	5,10 c	76	TEC 7849 IPRO	3,27 c

ID: Identificação numérica da cultivar; \*Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para  $p < 5\%$ .

**Apêndice D** – Severidade de ferrugem asiática aos 69 dias após a emergência (Sev 69 DAE) em cultivares de soja semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.

ID	Cultivar	Sev 69 DAE	ID	Cultivar	Sev 69 DAE
1	NS 4823 RR	1,70 b*	47	ICS 1332 RR	0,80 c
2	TIBAGI RR	1,53 b	48	TMG 7262 INOX-IPRO	0,17 c
3	BMX VELOZ RR	2,10 b	49	NS 6211 RR	1,67 b
4	NS 5000 IPRO	3,17 a	50	NS 6209 RR	2,10 b
5	ICS 1032 RR	2,00 b	51	GMX CANCHEIRO RR	1,53 b
6	BMX RAI0 IPRO	0,93 c	52	NA 5909 RR	1,67 b
7	P 95Y72 IPRO	1,40 b	53	TMG 7062 INOX-IPRO	0,13 c
8	P 95R51 RR	1,10 c	54	BMX TORNADO RR	1,27 c
9	NS 5106 IPRO	1,27 c	55	MSOY 6210 IPRO	0,57 c
10	P 95Y52 IPRO	0,97 c	56	BRS 6203 RR	0,87 c
11	NS 5160 IPRO	2,20 b	57	DM 6563 IPRO	0,67 c
12	FT 4153 IPRO	1,77 b	58	FPS SOLAR IPRO	0,43 c
13	NS 5445 IPRO	2,70 a	59	TMG 7363 INOX-IPRO	0,10 c
14	ROTA 54 IPRO	1,43 b	60	LG 60163 INOX-IPRO	0,10 c
15	BMX ELITE IPRO	1,77 b	61	BMX GARRA IPRO	0,37 c
16	FT 2155 RR	0,73 c	62	TMG 7063 INOX-IPRO	0,10 c
17	BMX ATIVA RR	0,67 c	63	SYN 1263 RR	1,20 c
18	BRS 5601 RR	0,77 c	64	NS 6909 IPRO	0,93 c
19	SYN 13561 IPRO	0,80 c	65	NS 6906 IPRO	0,77 c
20	MSOY 5705 IPRO	0,57 c	66	CZ 15B39 LL	2,10 b
21	AS 3575 IPRO	0,60 c	67	MSOY 6410 IPRO	0,43 c
22	AS 3570 IPRO	0,73 c	68	PRE 6336 RR	0,87 c
23	MSOY 5892 IPRO	0,60 c	69	GMX XIRU RR	0,67 c
24	NS 6006 IPRO	1,03 c	70	BS 2640 RR	0,57 c
25	SYN 1257 RR	0,67 c	71	CZ 26B42 IPRO	1,43 b
26	NS 6060 IPRO	1,53 b	72	CZ 15B64 IPRO	1,83 b
27	NS 5727 IPRO	0,80 c	73	NS 6535 IPRO	0,60 c
28	FPS ATALANTA	0,93 c	74	NS 6828 IPRO	2,37 a
29	DM 5958 IPRO	0,40 c	75	NS 6601 IPRO	0,17 c
30	BMX LANÇA IPRO	0,93 c	76	BMX PONTA IPRO	0,70 c
31	TMG 2158 IPRO	0,93 c	77	DM 66I68 IPRO	1,17 c
32	BMX ALVO RR	3,17 a	78	BMX POTÊNCIA RR	1,07 c
33	NS 5959 IPRO	0,93 c	79	BMX VALENTE RR	0,70 c
34	TEC 5936 IPRO	1,00 c	80	NS 6823 RR	0,97 c
35	CZ 15B92 IPRO	1,33 b	81	TMG 7067 INOX-IPRO	0,37 c
36	ICS 1532 RR	1,57 b	82	BMX ÍCONE IPRO	1,27 c
37	TMG 7161 INOX-IPRO	0,10 c	83	RK 6813 RR	1,63 b
38	MSOY 5947 IPRO	1,20 c	84	P 96Y90 IPRO	0,83 c
39	BMX DELTA IPRO	1,17 c	85	GMX REDOMÃO RR	1,33 b
40	MSOY 5970 IPRO	0,77 c	86	NS 6700 IPRO	1,13 c
41	BMX VANGUARDA IPRO	1,47 b	87	NS 7000 IPRO	1,53 b
42	TMG 7060 INOX-IPRO	0,10 c	88	BRS 246 RR	1,17 c
43	PRODUZA INOX-IPRO	0,33 c	89	SYN 13671 IPRO	2,07 b
44	FT 4160 IPRO	1,13 c	90	NS 7300 IPRO	0,93 c
45	DM 61I59 IPRO	1,47 b	91	TEC 7849 IPRO	0,77 c
46	AS 3610 IPRO	0,97 c	92	CD 2694 IPRO	0,83 c

ID: Identificação numérica da cultivar: \*Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para  $p < 5\%$ .

**Apêndice E – Severidade de ferrugem asiática aos 75 dias após a emergência (Sev 75 DAE) em cultivares de soja semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.**

ID	Cultivar	Sev 75 DAE	ID	Cultivar	Sev 75 DAE
1	NS 4823 RR	10,00 a*	47	ICS 1332 RR	2,33 c
2	TIBAGI RR	6,00 b	48	TMG 7262 INOX-IPRO	0,20 e
3	BMX VELOZ RR	6,10 b	49	NS 6211 RR	2,70 c
4	NS 5000 IPRO	18,33 a	50	NS 6209 RR	5,33 b
5	ICS 1032 RR	6,67 b	51	GMX CANCHEIRO RR	3,43 c
6	BMX RAI0 IPRO	2,67 c	52	NA 5909 RR	2,77 c
7	P 95Y72 IPRO	6,50 b	53	TMG 7062 INOX-IPRO	0,27 e
8	P 95R51 RR	6,67 b	54	BMX TORNADO RR	2,67 c
9	NS 5106 IPRO	7,50 b	55	MSOY 6210 IPRO	0,80 d
10	P 95Y52 IPRO	5,67 b	56	BRS 6203 RR	1,10 d
11	NS 5160 IPRO	11,67 a	57	DM 6563 IPRO	1,00 d
12	FT 4153 IPRO	14,00 a	58	FPS SOLAR IPRO	0,80 d
13	NS 5445 IPRO	10,00 a	59	TMG 7363 INOX-IPRO	0,17 e
14	ROTA 54 IPRO	4,60 b	60	LG 60163 INOX-IPRO	0,20 e
15	BMX ELITE IPRO	4,67 b	61	BMX GARRA IPRO	0,80 d
16	FT 2155 RR	5,17 b	62	TMG 7063 INOX-IPRO	0,20 e
17	BMX ATIVA RR	3,83 c	63	SYN 1263 RR	4,23 b
18	BRS 5601 RR	3,83 c	64	NS 6909 IPRO	3,87 c
19	SYN 13561 IPRO	1,70 c	65	NS 6906 IPRO	3,50 c
20	MSOY 5705 IPRO	2,73 c	66	CZ 15B39 LL	4,77 b
21	AS 3575 IPRO	1,43 d	67	MSOY 6410 IPRO	0,97 d
22	AS 3570 IPRO	2,57 c	68	PRE 6336 RR	2,73 c
23	MSOY 5892 IPRO	1,00 d	69	GMX XIRU RR	2,00 c
24	NS 6006 IPRO	2,60 c	70	BS 2640 RR	3,43 c
25	SYN 1257 RR	0,83 d	71	CZ 26B42 IPRO	3,43 c
26	NS 6060 IPRO	3,33 c	72	CZ 15B64 IPRO	9,00 a
27	NS 5727 IPRO	2,10 c	73	NS 6535 IPRO	2,50 c
28	FPS ATALANTA	3,67 c	74	NS 6828 IPRO	7,93 b
29	DM 5958 IPRO	1,03 d	75	NS 6601 IPRO	0,87 d
30	BMX LANÇA IPRO	1,30 d	76	BMX PONTA IPRO	2,10 c
31	TMG 2158 IPRO	2,60 c	77	DM 66I68 IPRO	2,50 c
32	BMX ALVO RR	5,67 b	78	BMX POTÊNCIA RR	3,00 c
33	NS 5959 IPRO	1,70 c	79	BMX VALENTE RR	2,50 c
34	TEC 5936 IPRO	4,10 b	80	NS 6823 RR	1,60 c
35	CZ 15B92 IPRO	6,77 b	81	TMG 7067 INOX-IPRO	1,83 c
36	ICS 1532 RR	2,67 c	82	BMX ÍCONE IPRO	3,00 c
37	TMG 7161 INOX-IPRO	0,27 e	83	RK 6813 RR	1,60 c
38	MSOY 5947 IPRO	5,27 b	84	P 96Y90 IPRO	1,60 c
39	BMX DELTA IPRO	3,50 c	85	GMX REDOMÃO RR	1,93 c
40	MSOY 5970 IPRO	2,87 c	86	NS 6700 IPRO	3,57 c
41	BMX VANGUARDA IPRO	7,67 b	87	NS 7000 IPRO	3,43 c
42	TMG 7060 INOX-IPRO	0,20 e	88	BRS 246 RR	1,60 c
43	PRODUZA INOX-IPRO	0,63 d	89	SYN 13671 IPRO	5,10 b
44	FT 4160 IPRO	3,73 c	90	NS 7300 IPRO	2,93 c
45	DM 61159 IPRO	3,23 c	91	TEC 7849 IPRO	1,47 c
46	AS 3610 IPRO	2,50 c	92	CD 2694 IPRO	1,53 c

ID: Identificação numérica da cultivar: \*Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para  $p < 5\%$ .

**Apêndice F** – Severidade de ferrugem asiática aos 82 dias após a emergência (Sev 82 DAE) em cultivares de soja semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.

ID	Cultivar	Sev 82 DAE	ID	Cultivar	Sev 82 DAE
1	NS 4823 RR	33,33 a*	47	ICS 1332 RR	15,00 c
2	TIBAGI RR	23,67 b	48	TMG 7262 INOX-IPRO	1,93 f
3	BMX VELOZ RR	22,00 b	49	NS 6211 RR	10,00 c
4	NS 5000 IPRO	41,00 a	50	NS 6209 RR	10,00 c
5	ICS 1032 RR	25,67 b	51	GMX CANCHEIRO RR	8,83 c
6	BMX RAI0 IPRO	11,67 c	52	NA 5909 RR	10,67 c
7	P 95Y72 IPRO	27,67 b	53	TMG 7062 INOX-IPRO	0,97 g
8	P 95R51 RR	20,33 b	54	BMX TORNADO RR	10,67 c
9	NS 5106 IPRO	39,33 a	55	MSOY 6210 IPRO	5,33 d
10	P 95Y52 IPRO	24,67 b	56	BRS 6203 RR	8,83 c
11	NS 5160 IPRO	45,00 a	57	DM 6563 IPRO	10,00 c
12	FT 4153 IPRO	36,67 a	58	FPS SOLAR IPRO	3,17 e
13	NS 5445 IPRO	26,67 b	59	TMG 7363 INOX-IPRO	0,87 g
14	ROTA 54 IPRO	20,67 b	60	LG 60163 INOX-IPRO	1,53 f
15	BMX ELITE IPRO	20,33 b	61	BMX GARRA IPRO	8,53 c
16	FT 2155 RR	18,33 b	62	TMG 7063 INOX-IPRO	1,90 f
17	BMX ATIVA RR	19,67 b	63	SYN 1263 RR	11,67 c
18	BRS 5601 RR	16,00 c	64	NS 6909 IPRO	12,33 c
19	SYN 13561 IPRO	8,33 d	65	NS 6906 IPRO	11,93 c
20	MSOY 5705 IPRO	12,00 c	66	CZ 15B39 LL	31,00 a
21	AS 3575 IPRO	9,33 c	67	MSOY 6410 IPRO	5,33 d
22	AS 3570 IPRO	16,00 c	68	PRE 6336 RR	10,67 c
23	MSOY 5892 IPRO	4,57 e	69	GMX XIRU RR	8,33 d
24	NS 6006 IPRO	17,00 b	70	BS 2640 RR	14,33 c
25	SYN 1257 RR	4,50 e	71	CZ 26B42 IPRO	11,67 c
26	NS 6060 IPRO	13,67 c	72	CZ 15B64 IPRO	34,33 a
27	NS 5727 IPRO	5,60 d	73	NS 6535 IPRO	9,00 c
28	FPS ATALANTA	13,33 c	74	NS 6828 IPRO	24,33 b
29	DM 5958 IPRO	4,40 e	75	NS 6601 IPRO	15,00 c
30	BMX LANÇA IPRO	11,00 c	76	BMX PONTA IPRO	5,33 d
31	TMG 2158 IPRO	16,27 c	77	DM 66I68 IPRO	10,00 c
32	BMX ALVO RR	24,33 b	78	BMX POTÊNCIA RR	6,33 d
33	NS 5959 IPRO	6,33 d	79	BMX VALENTE RR	3,33 e
34	TEC 5936 IPRO	18,33 b	80	NS 6823 RR	5,50 d
35	CZ 15B92 IPRO	27,67 b	81	TMG 7067 INOX-IPRO	2,73 f
36	ICS 1532 RR	11,33 c	82	BMX ÍCONE IPRO	13,00 c
37	TMG 7161 INOX-IPRO	2,00 f	83	RK 6813 RR	13,67 c
38	MSOY 5947 IPRO	17,00 b	84	P 96Y90 IPRO	9,33 c
39	BMX DELTA IPRO	8,50 c	85	GMX REDOMÃO RR	10,33 c
40	MSOY 5970 IPRO	6,67 d	86	NS 6700 IPRO	11,00 c
41	BMX VANGUARDA IPRO	24,33 b	87	NS 7000 IPRO	9,67 c
42	TMG 7060 INOX-IPRO	3,17 e	88	BRS 246 RR	5,07 e
43	PRODUZA INOX-IPRO	7,67 c	89	SYN 13671 IPRO	20,67 b
44	FT 4160 IPRO	18,33 b	90	NS 7300 IPRO	9,33 c
45	DM 61159 IPRO	9,00 c	91	TEC 7849 IPRO	5,77 d
46	AS 3610 IPRO	13,67 c	92	CD 2694 IPRO	6,17 d

ID: Identificação numérica da cultivar: \*Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para  $p < 5\%$ .

**Apêndice G** – Severidade de ferrugem asiática aos 95 dias após a emergência (Sev 95 DAE) em cultivares de soja semeadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.

ID	Cultivar	Sev 95 DAE	ID	Cultivar	Sev 95 DAE
1	NS 4823 RR	52,33 d*	47	ICS 1332 RR	55,00 c
2	TIBAGI RR	31,67 g	48	TMG 7262 INOX-IPRO	11,67 h
3	BMX VELOZ RR	29,33 g	49	NS 6211 RR	55,00 c
4	NS 5000 IPRO	58,33 c	50	NS 6209 RR	51,00 d
5	ICS 1032 RR	68,33 a	51	GMX CANCHEIRO RR	40,00 e
6	BMX RAI0 IPRO	26,67 g	52	NA 5909 RR	58,33 c
7	P 95Y72 IPRO	65,00 b	53	TMG 7062 INOX-IPRO	5,67 h
8	P 95R51 RR	60,00 c	54	BMX TORNADO RR	49,33 d
9	NS 5106 IPRO	59,33 c	55	MSOY 6210 IPRO	43,33 e
10	P 95Y52 IPRO	70,00 a	56	BRS 6203 RR	43,33 e
11	NS 5160 IPRO	62,33 b	57	DM 6563 IPRO	36,67 f
12	FT 4153 IPRO	53,33 d	58	FPS SOLAR IPRO	30,00 g
13	NS 5445 IPRO	65,00 b	59	TMG 7363 INOX-IPRO	3,67 h
14	ROTA 54 IPRO	65,00 b	60	LG 60163 INOX-IPRO	13,00 h
15	BMX ELITE IPRO	70,00 a	61	BMX GARRA IPRO	36,67 f
16	FT 2155 RR	58,33 c	62	TMG 7063 INOX-IPRO	10,67 h
17	BMX ATIVA RR	60,00 c	63	SYN 1263 RR	55,00 c
18	BRS 5601 RR	55,67 c	64	NS 6909 IPRO	51,00 d
19	SYN 13561 IPRO	63,33 b	65	NS 6906 IPRO	48,33 d
20	MSOY 5705 IPRO	44,00 e	66	CZ 15B39 LL	56,67 c
21	AS 3575 IPRO	50,00 d	67	MSOY 6410 IPRO	33,33 f
22	AS 3570 IPRO	55,00 c	68	PRE 6336 RR	56,67 c
23	MSOY 5892 IPRO	36,00 f	69	GMX XIRU RR	44,33 e
24	NS 6006 IPRO	56,67 c	70	BS 2640 RR	53,33 d
25	SYN 1257 RR	53,33 d	71	CZ 26B42 IPRO	40,00 e
26	NS 6060 IPRO	70,00 a	72	CZ 15B64 IPRO	68,33 a
27	NS 5727 IPRO	45,00 e	73	NS 6535 IPRO	46,67 d
28	FPS ATALANTA	58,33 c	74	NS 6828 IPRO	51,00 d
29	DM 5958 IPRO	35,00 f	75	NS 6601 IPRO	26,67 g
30	BMX LANÇA IPRO	51,67 d	76	BMX PONTA IPRO	28,33 g
31	TMG 2158 IPRO	58,33 c	77	DM 66I68 IPRO	30,00 g
32	BMX ALVO RR	58,33 c	78	BMX POTÊNCIA RR	46,67 d
33	NS 5959 IPRO	51,67 d	79	BMX VALENTE RR	26,67 g
34	TEC 5936 IPRO	56,67 c	80	NS 6823 RR	33,33 f
35	CZ 15B92 IPRO	61,67 b	81	TMG 7067 INOX-IPRO	53,33 d
36	ICS 1532 RR	50,00 d	82	BMX ÍCONE IPRO	36,00 f
37	TMG 7161 INOX-IPRO	12,67 h	83	RK 6813 RR	53,33 d
38	MSOY 5947 IPRO	46,67 d	84	P 96Y90 IPRO	53,33 d
39	BMX DELTA IPRO	63,33 b	85	GMX REDOMÃO RR	28,33 g
40	MSOY 5970 IPRO	51,67 d	86	NS 6700 IPRO	41,00 e
41	BMX VANGUARDA IPRO	56,67 c	87	NS 7000 IPRO	40,00 e
42	TMG 7060 INOX-IPRO	18,33 h	88	BRS 246 RR	23,33 g
43	PRODUZA INOX-IPRO	21,67 g	89	SYN 13671 IPRO	38,33 f
44	FT 4160 IPRO	48,33 d	90	NS 7300 IPRO	41,67 e
45	DM 61I59 IPRO	33,33 f	91	TEC 7849 IPRO	31,67 f
46	AS 3610 IPRO	33,33 f	92	CD 2694 IPRO	23,33 g

ID: Identificação numérica da cultivar: \*Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para  $p < 5\%$ .

**Apêndice H** – Número de Lesões por cm<sup>2</sup> em folíolos de cultivares soja cultivadas na safra 2017/18 em Itaara, RS.

ID	Cultivar	Lesões cm <sup>-2</sup>	ID	Cultivar	Lesões cm <sup>-2</sup>
1	NS 4823 RR	42,11 b	47	ICS 1332 RR	37,00 b
2	TIBAGI RR	34,94 b	48	TMG 7262 INOX-IPRO	4,56 d
3	BMX VELOZ RR	23,22 c	49	NS 6211 RR	26,89 c
4	NS 5000 IPRO	55,89 a	50	NS 6209 RR	39,78 b
5	ICS 1032 RR	54,89 a	51	GMX CANCHEIRO RR	29,33 c
6	BMX RAI0 IPRO	25,39 c	52	NA 5909 RR	45,33 b
7	P 95Y72 IPRO	37,00 b	53	TMG 7062 INOX-IPRO	2,56 d
8	P 95R51 RR	38,33 b	54	BMX TORNADO RR	34,00 b
9	NS 5106 IPRO	55,33 a	55	MSOY 6210 IPRO	28,44 c
10	P 95Y52 IPRO	64,22 a	56	BRS 6203 RR	34,78 b
11	NS 5160 IPRO	52,00 a	57	DM 6563 IPRO	25,22 c
12	FT 4153 IPRO	50,17 a	58	FPS SOLAR IPRO	21,78 c
13	NS 5445 IPRO	28,72 c	59	TMG 7363 INOX-IPRO	5,50 d
14	ROTA 54 IPRO	37,39 b	60	LG 60163 INOX-IPRO	4,78 d
15	BMX ELITE IPRO	43,78 b	61	BMX GARRA IPRO	43,11 b
16	FT 2155 RR	37,89 b	62	TMG 7063 INOX-IPRO	9,22 d
17	BMX ATIVA RR	30,17 c	63	SYN 1263 RR	37,11 b
18	BRS 5601 RR	29,44 c	64	NS 6909 IPRO	27,22 c
19	SYN 13561 IPRO	41,67 b	65	NS 6906 IPRO	45,67 b
20	MSOY 5705 IPRO	31,67 c	66	CZ 15B39 LL	38,78 b
21	AS 3575 IPRO	41,89 b	67	MSOY 6410 IPRO	22,89 c
22	AS 3570 IPRO	46,67 b	68	PRE 6336 RR	30,00 c
23	MSOY 5892 IPRO	22,56 c	69	GMX XIRU RR	46,44 b
24	NS 6006 IPRO	28,33 c	70	BS 2640 RR	41,00 b
25	SYN 1257 RR	41,89 b	71	CZ 26B42 IPRO	64,22 a
26	NS 6060 IPRO	43,00 b	72	CZ 15B64 IPRO	71,33 a
27	NS 5727 IPRO	25,83 c	73	NS 6535 IPRO	34,56 b
28	FPS ATALANTA	24,00 c	74	NS 6828 IPRO	62,44 a
29	DM 5958 IPRO	23,56 c	75	NS 6601 IPRO	16,56 d
30	BMX LANÇA IPRO	27,67 c	76	BMX PONTA IPRO	29,22 c
31	TMG 2158 IPRO	40,89 b	77	DM 66I68 IPRO	33,82 b
32	BMX ALVO RR	52,00 a	78	BMX POTÊNCIA RR	38,44 b
33	NS 5959 IPRO	25,22 c	79	BMX VALENTE RR	17,18 d
34	TEC 5936 IPRO	46,56 b	80	NS 6823 RR	16,56 d
35	CZ 15B92 IPRO	29,11 c	81	TMG 7067 INOX-IPRO	11,56 d
36	ICS 1532 RR	36,67 b	82	BMX ÍCONE IPRO	55,22 a
37	TMG 7161 INOX-IPRO	5,78 d	83	RK 6813 RR	58,61 a
38	MSOY 5947 IPRO	35,00 b	84	P 96Y90 IPRO	28,72 c
39	BMX DELTA IPRO	50,78 a	85	GMX REDOMÃO RR	35,89 b
40	MSOY 5970 IPRO	29,22 c	86	NS 6700 IPRO	38,44 b
41	BMX VANGUARDA IPRO	40,33 b	87	NS 7000 IPRO	40,44 b
42	TMG 7060 INOX-IPRO	4,67 d	88	BRS 246 RR	29,67 c
43	PRODUZA INOX-IPRO	18,78 c	89	SYN 13671 IPRO	37,67 b
44	FT 4160 IPRO	30,33 c	90	NS 7300 IPRO	34,89 b
45	DM 61I59 IPRO	45,33 b	91	TEC 7849 IPRO	20,00 c
46	AS 3610 IPRO	32,00 c	92	CD 2694 IPRO	26,56 c

ID: Identificação numérica da cultivar: \*Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott para  $p < 5\%$ .

**Apêndice I – Escores dos Componentes Principais 1 e 2 (CP1 e CP2) para cada cultivar estudada na safra 2016/17 em Itaara, RS.**

ID	Cultivar	CP1	CP2	ID	Cultivar	CP1	CP2
1	NS 4823 RR	9,64	0,39	39	DM 61159 IPRO	7,26	-0,62
2	TIBAGI RR	11,36	2,15	40	AS 3610 IPRO	8,81	0,15
3	P 95Y72 IPRO	10,60	2,65	41	TMG 7262 INOX-IPRO	2,37	0,28
4	BMX VELOZ RR	10,09	-0,05	42	NS 6211 RR	10,85	0,33
5	NS 5000 IPRO	11,65	-1,43	43	NS 6209 RR	9,87	-1,12
6	BMX RAI0 IPRO	9,33	-0,57	44	GMX CANCHEIRO RR	9,71	-0,79
7	P 95R51 RR	10,53	-0,20	45	NA 5909 RR	8,10	-1,25
8	NS 5106 IPRO	10,90	-1,50	46	TMG 7062 INOX-IPRO	1,87	0,55
9	P 95Y52 IPRO	10,79	-1,07	47	BMX TORNADO RR	7,56	-1,30
10	NS 5160 IPRO	11,26	-1,11	48	MSOY 6210 IPRO	8,67	-1,47
11	FT 4153 IPRO	11,25	0,40	49	ICS 1332 RR	9,66	-0,74
12	NS 5445 IPRO	10,88	3,39	50	BRS 6203 RR	8,01	-1,27
13	ROTA 54 IPRO	9,08	0,02	51	NS 6909 IPRO	8,13	-0,46
14	BMX ELITE IPRO	10,17	1,52	52	FPS SOLAR IPRO	7,11	0,38
15	FT 2155 RR	8,83	-0,16	53	TMG 7363 INOX-IPRO	2,05	0,19
16	SYN 13561 IPRO	10,23	-1,23	54	LG 60163 INOX-IPRO	3,58	0,29
17	BMX ATIVA RR	11,62	-1,53	55	BMX GARRA IPRO	9,98	0,33
18	BRS 5601 RR	8,26	-1,32	56	TMG 7063 INOX-IPRO	2,19	0,09
19	SYN 1257 RR	11,22	-0,91	57	SYN 1263 RR	9,80	-1,10
20	MSOY 5705 IPRO	9,86	-0,35	58	PRE 6336 RR	9,68	-0,15
21	NS 6006 IPRO	9,68	2,10	59	GMX XIRU RR	7,40	-0,92
22	NS 6060 IPRO	8,51	-0,87	60	MSOY 6410 IPRO	8,05	-0,41
23	AS 3575 IPRO	9,71	0,78	61	BS 2640 RR	9,10	-0,09
24	AS 3570 IPRO	10,21	-0,91	62	CZ 26B42 IPRO	7,99	-0,78
25	MSOY 5892 IPRO	9,64	-0,75	63	NS 6906 IPRO	9,66	-0,28
26	BMX LANÇA IPRO	9,70	-0,76	64	NS 6535 IPRO	9,91	-1,20
27	TMG 2158 IPRO	12,72	-0,03	65	NS 6601 IPRO	9,55	0,30
28	BMX ALVO RR	9,96	-1,03	66	BMX POTÊNCIA RR	6,91	-1,11
29	NS 5959 IPRO	9,18	-0,45	67	BMX VALENTE RR	7,90	-1,11
30	MSOY 5970 IPRO	9,80	2,11	68	NS 6823 RR	9,18	-0,68
31	TEC 5936 IPRO	11,21	-0,93	69	BMX ÍCONE IPRO	7,50	-0,07
32	ICS 1532 RR	8,26	0,05	70	RK 6813RR	9,05	0,47
33	TMG 7161 INOX-IPRO	2,67	0,11	71	CD 2694	7,90	-1,35
34	MSOY 5947 IPRO	12,43	-0,46	72	GMX REDOMÃO RR	10,69	2,32
35	BMX VANGUARDA IPRO	7,05	-0,09	73	NS 6700 IPRO	7,52	-0,86
36	TMG 7060 INOX-IPRO	2,42	0,10	74	BRS 246 RR	7,20	-1,02
37	PRODUZA INOX-IPRO	5,95	-0,22	75	SYN 13671 IPRO	9,05	-0,77
38	FT 4160 IPRO	9,59	-0,96	76	TEC 7849 IPRO	7,46	-0,87

ID: identificação numérica da cultivar.

**Apêndice J – Escores dos Componentes Principais 1 e 2 (CP1 e CP2) para cada cultivar estudada na safra 2017/18 em Itaara, RS.**

ID	Cultivares	CP1	CP2	ID	Cultivares	CP1	CP2
1	NS 4823 RR	12,76	-1,27	47	ICS 1332 RR	10,12	-3,12
2	TIBAGI RR	10,61	0,73	48	TMG 7262 INOX-IPRO	3,95	-0,04
3	BMX VELOZ RR	9,91	1,28	49	NS 6211 RR	9,10	-0,48
4	NS 5000 IPRO	15,15	0,71	50	NS 6209 RR	9,77	-2,61
5	ICS 1032 RR	13,39	-0,79	51	GMX CANCHEIRO RR	8,11	-2,03
6	BMX RAI0 IPRO	8,39	-1,22	52	NA 5909 RR	10,85	0,25
7	P 95Y72 IPRO	12,40	-1,85	53	TMG 7062 INOX-IPRO	3,46	0,32
8	P 95R51 RR	11,85	-1,01	54	BMX TORNADO RR	8,78	-1,70
9	NS 5106 IPRO	13,99	-0,62	55	MSOY 6210 IPRO	7,39	-1,92
10	P 95Y52 IPRO	14,33	-0,52	56	BRS 6203 RR	8,23	-1,70
11	NS 5160 IPRO	15,47	0,79	57	DM 6563 IPRO	7,62	-0,93
12	FT 4153 IPRO	14,39	1,05	58	FPS SOLAR IPRO	5,99	-0,55
13	NS 5445 IPRO	13,54	2,64	59	TMG 7363 INOX-IPRO	3,26	0,56
14	ROTA 54 IPRO	11,74	-1,22	60	LG 60163 INOX-IPRO	4,05	-0,22
15	BMX ELITE IPRO	12,07	-2,26	61	BMX GARRA IPRO	8,18	-1,74
16	FT 2155 RR	10,65	-1,94	62	TMG 7063 INOX-IPRO	4,32	-0,39
17	BMX ATIVA RR	10,72	-2,18	63	SYN 1263 RR	10,35	-0,56
18	BRS 5601 RR	9,62	-2,09	64	NS 6909 IPRO	8,96	-0,79
19	SYN 13561 IPRO	9,30	-2,83	65	NS 6906 IPRO	10,25	-0,63
20	MSOY 5705 IPRO	8,84	-1,82	66	CZ 15B39 LL	13,17	1,44
21	AS 3575 IPRO	9,63	-1,42	67	MSOY 6410 IPRO	6,68	-0,44
22	AS 3570 IPRO	10,32	-2,12	68	PRE 6336 RR	9,48	-0,19
23	MSOY 5892 IPRO	7,15	-0,23	69	GMX XIRU RR	8,91	-0,93
24	NS 6006 IPRO	10,24	-0,96	70	BS 2640 RR	10,24	-0,61
25	SYN 1257 RR	8,55	-1,18	71	CZ 26B42 IPRO	9,70	-2,69
26	NS 6060 IPRO	11,73	-1,71	72	CZ 15B64 IPRO	15,41	-0,98
27	NS 5727 IPRO	7,71	0,21	73	NS 6535 IPRO	8,35	-2,13
28	FPS ATALANTA	9,39	-1,45	74	NS 6828 IPRO	12,31	-2,66
29	DM 5958 IPRO	6,89	-1,13	75	NS 6601 IPRO	7,57	-1,99
30	BMX LANÇA IPRO	8,67	-1,38	76	BMX PONTA IPRO	6,99	-0,24
31	TMG 2158 IPRO	10,39	-0,74	77	DM 66I68 IPRO	8,65	0,62
32	BMX ALVO RR	12,62	-0,11	78	BMX POTÊNCIA RR	9,04	-0,34
33	NS 5959 IPRO	8,11	0,56	79	BMX VALENTE RR	6,12	-0,92
34	TEC 5936 IPRO	10,91	-2,78	80	NS 6823 RR	6,84	0,68
35	CZ 15B92 IPRO	11,68	-2,91	81	TMG 7067 INOX-IPRO	6,91	-1,07
36	ICS 1532 RR	9,60	-0,30	82	BMX ÍCONE IPRO	9,58	-2,64
37	TMG 7161 INOX-IPRO	4,18	-0,17	83	RK 6813 RR	10,26	-3,17
38	MSOY 5947 IPRO	9,64	-2,55	84	P 96Y90 IPRO	8,33	-1,07
39	BMX DELTA IPRO	10,48	-2,67	85	GMX REDOMÃO RR	8,79	1,08
40	MSOY 5970 IPRO	9,28	1,10	86	NS 6700 IPRO	9,86	0,59
41	BMX VANGUARDA IPRO	12,13	0,04	87	NS 7000 IPRO	9,47	-0,10
42	TMG 7060 INOX-IPRO	4,60	-0,60	88	BRS 246 RR	6,73	-1,39
43	PRODUZA INOX-IPRO	6,50	-0,89	89	SYN 13671 IPRO	10,70	0,14
44	FT 4160 IPRO	10,24	-1,00	90	NS 7300 IPRO	8,96	0,72
45	DM 61I59 IPRO	9,29	1,11	91	TEC 7849 IPRO	6,56	-1,30
46	AS 3610 IPRO	8,81	-0,34	92	CD 2694 IPRO	6,84	-1,48

ID: identificação numérica da cultivar.

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