

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE AVEIA BRANCA À MANCHA NEGRA E A  
FERRUGENS SOB CONDIÇÃO DE CAMPO

Daniela da Silva  
Engenheira Agrônoma/IFRS

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de Mestre em  
Fitotecnia  
Área de Concentração Sanidade Vegetal

Porto Alegre (RS), Brasil  
Fevereiro de 2022

## CIP - Catalogação na Publicação

da Silva, Daniela  
Reação de genótipos de aveia branca à mancha negra  
e a ferrugens sob condição de campo / Daniela da  
Silva. -- 2022.  
101 f.  
Orientador: José Antônio Martinelli.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, , Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Avena sativa. 2. Pyrenophora chaetomioides. 3.  
mancha foliar e do grão. I. Martinelli, José Antônio,  
orient. II. Título.

DANIELA DA SILVA  
Engenheira Agrônoma - IFRS

## **DISSERTAÇÃO**

Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de

### **MESTRE EM FITOTECNIA**

Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovada em: 17.02.2022  
Pela Banca Examinadora

JOSÉ ANTÔNIO MARTINELLI  
Orientador  
UFRGS

SIMONE MUNDSTOCK JAHNKE  
Coordenadora do Programa de  
Pós-Graduação em Fitotecnia

ROBERTO LANNA FILHO  
UFRGS

EDSON BERTOLINI  
UFRGS

CARLOS ALBERTO BISSANI  
Diretor da Faculdade de  
Agronomia

CAROLINA CARDOSO DEUNER  
UPF

## AGRADECIMENTOS

À Deus e Nossa Senhora, por iluminarem meus passos, me dando coragem e proteção para que mais essa etapa fosse cumprida.

À minha família, meu alicerce, pois sem eles isso não seria possível. Meus pais, que embora não tenham frequentado o ambiente acadêmico, são dotados de uma sabedoria ímpar que almejo algum dia conseguir ensinar. Amo vocês!

Agradeço imensamente ao meu orientador, Dr. José Antônio Martinelli, pela boa vontade em ensinar e pelo seu sempre presente apoio, com conselhos que certamente me ajudaram a crescer como profissional e como pessoa. Meu sinceros agradecimentos!

Ao professor Dr. Marcelo Pacheco, por toda a atenção e tempo dedicados aos ensaios de campo que compõem esse trabalho.

Ao professor Dr. Lauri Radunz, pela prontidão em auxiliar nas análises estatísticas.

Às amigas de departamento e de moradia, Adriana e Thainá, por me ajudarem quando precisei e por compartilharem de tantos momentos de descontração, sempre acompanhado de um bom café. Da mesma forma, agradeço aos amigos e colegas do PPG Fitotecnia, Andréia, Carlos, Júlia e Juliana, pela amizade, convívio e troca de conhecimentos nesse árduo momento de pandemia. Meu amigo de longa data, Anderson, apesar da distância, agradeço pelas conversas, sejam as descontraídas ou as sérias, quando precisamos. Levarei vocês para sempre em meu coração.

Ao grupo de liturgia da Igreja Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, pela acolhida e por recarregar minhas energias semanalmente.

Aos membros da banca examinadora, pela contribuição nesse trabalho.

Aos demais professores, servidores e técnicos-administrativos da UFRGS, que auxiliaram direta ou indiretamente durante o mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), pela bolsa de estudo concedida.

**OBRIGADA!**

# REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE AVEIA BRANCA À MANCHA NEGRA E A FERRUGENS SOB CONDIÇÃO DE CAMPO<sup>1</sup>

Autor: Daniela da Silva

Orientador: Dr. José Antônio Martinelli

## RESUMO

A mancha negra da folha e do grão, ou helmintosporiose, cujo agente causal é o fungo *Pyrenophora chaetomioides* Speg., é uma das principais doenças da cultura da aveia. A doença tem aumentado em frequência e intensidade e ocasionado danos na parte aérea e nos grãos, reduzindo a qualidade, o que se traduz em prejuízo para os agricultores e para a indústria, por conta da rejeição do produto. Isso tem demandado um trabalho conjunto de fitopatologistas e melhoristas para a busca de resistência genética. O presente trabalho objetivou comparar, nos anos de 2020 e 2021, comportamentos epidemiológicos da mancha negra em genótipos, 42 em 2020 e sete em 2021, dentre cultivares recomendadas e linhagens elite de aveia branca, sob infecções naturais, na Estação Experimental Agronômica da UFRGS. Também foram avaliadas as ferrugens da folha (*Puccinia coronata* f. sp. *avenae* P. Syd. & Syd.) e do colmo (*Puccinia graminis* f. sp. *avenae* Erikss. & Henning.), quando presentes em genótipos suscetíveis. Avaliou-se a severidade das doenças, em uma escala variando de 0 a 100%. Em 2020 utilizaram-se parcelas de 0,4 x 2,0 m, repetidas seis vezes, e distribuídas em blocos casualizados. No ano seguinte, utilizou-se de parcelas maiores, com 3,0 x 1,0 m, em esquema de blocos inteiramente casualizados com quatro repetições, em que foram selecionados sete genótipos contrastantes para uma análise detalhada. Foram realizadas dez avaliações em cada ano, no período entre 07 de agosto a 6 de novembro de 2020 e 10 de agosto a 22 de outubro de 2021, desde o perfilhamento até o grão massa dura, respectivamente. Com os dados das leituras foram construídas as curvas de progresso das doenças, a partir das quais foram calculadas as áreas abaixo das curvas de progresso da doença (AACPD) para a mancha negra, e seus valores normalizados e corrigidos. Posteriormente, avaliou-se a condição sanitária dos grãos colhidos dos genótipos selecionados, em ambos os anos, através do plaqueamento em meio BDA. Os grãos foram avaliados quanto à incidência de *P. chaetomioides*, *Alternaria* sp. e *Fusarium* sp. A partir do início do mês de outubro, de ambos os anos, houve um rápido aumento da severidade da mancha negra na maioria dos genótipos avaliados, exceto naqueles suscetíveis à ferrugem da folha, por não possuírem tecidos saudáveis para infecções da mancha negra. Os dados das AACPD revelaram diferenças significativas dentre os genótipos quanto à resistência à mancha negra sobre as folhas. Contudo, nenhum genótipo apresentou resistência completa, mas parcial, de efeito quantitativo. Todos os genótipos apresentaram altas incidências de grãos infectados, sugerindo não haver correspondência com a resistência foliar.

---

<sup>1</sup> Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (101f.). Fevereiro, 2022.

# REACTION OF WHITE OAT GENOTYPES TO BLACK SPOT AND RUSTS UNDER FIELD CONDITION<sup>1</sup>

Author: Daniela da Silva

Adviser: Dr. José Antônio Martinelli

## ABSTRACT

Black spot on leaf and grain, or helminthosporiosis, whose causal agent is the fungus *Pyrenophora chaetomioides* Speg., is one of the main diseases of oat crops. The disease has increased in frequency and intensity, causing damage to leaves and grains, reducing quality, which translates into losses for farmers and the industry due to the rejection of the product. This has demanded a joint effort of plant pathologists and breeders to search for genetic resistance. The present study aimed to compare, in the years 2020 and 2021, epidemiological behaviors of black spot in 42 genotypes in 2020 and seven in 2021, among recommended cultivars and elite lines of white oat, under natural infections, at the Agronomic Experimental Station of UFRGS. Leaf (*Puccinia coronata* f. sp. *avenae* P. Syd. & Syd.) and stem (*Puccinia graminis* f. sp. *avenae* Erikss. & Henning.) rusts were also evaluated when present in susceptible genotypes. Disease severity was evaluated on a scale ranging from 0 to 100%. In 2020, 0.4 x 2.0 m plots were used, repeated six times, and distributed in randomized blocks. The following year, larger plots measuring 3.0 x 1.0 m were used in a completely randomized block design with four replications, in which seven contrasting genotypes were chosen for detailed analysis. Ten evaluations were carried out each year between August 7th of August to 6th of December in 2020 and 10th of August to 22nd of October in 2021, from tillering to the hard dough grain, respectively. With the data from the readings, disease progress curves were constructed, from which the areas under the disease progress curves (AACPD) for black spot were calculated, as well as their normalized and corrected values. Subsequently, the sanitary condition of the grains harvested from the selected genotypes was evaluated, in both years, by plating them in PDA medium. The grains were evaluated for the incidence of *P. chaetomioides*, *Alternaria* sp. and *Fusarium* sp. From the beginning of October, in both years, there was a rapid increase in the severity of black spot in most genotypes evaluated, except in those susceptible to leaf rust, as they no had healthy tissues for black spot infections. The AACPD data revealed significant differences between the genotypes in terms of resistance to black spot on leaves. However, no genotype showed complete resistance, but partial, with a quantitative effect. All genotypes showed high incidences of infected grains, suggesting that there is no correspondence with the leaf resistance.

---

<sup>1</sup> Master Dissertation in Plant Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil (101p.). February, 2022.

## SUMÁRIO

	Página
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	3
2.1 O hospedeiro <i>Avena sativa</i> L. ....	3
2.2 Histórico do patógeno <i>P. chaetomioides</i> .....	5
2.3 A doença .....	7
2.4 Manejo químico .....	11
2.5 Manejo cultural .....	12
2.6 Resistência genética.....	12
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	15
3.1 Área experimental e condições edafoclimáticas.....	15
3.2 Escolha dos genótipos e avaliação da severidade da mancha negra no ano de 2020 .....	15
3.3 Avaliação da severidade da mancha negra no ano de 2021.....	19
3.4 Incidência de <i>P. chaetomioides</i> e outros patógenos nas sementes .....	20
3.5 Análise dos dados .....	21
<b>4 RESULTADOS</b> .....	23
4.1 Avaliação da severidade da mancha negra no ano de 2020.....	23
4.2 Avaliação da severidade da mancha negra no ano de 2021.....	29
4.3 Comparativo entre os resultados dos anos 2020 e 2021 .....	35
4.4 Incidência de <i>P. chaetomioides</i> e outros patógenos nas sementes .....	37
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	42
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	53
<b>7 REFERÊNCIAS</b> .....	56
<b>8 APÊNDICES</b> .....	64

APÊNDICE A. Croqui do ensaio no ano de 2020 (A) indicando a disposição dos tratamentos e Área experimental delimitada pela linha preta (B) na Estação Agronômica Experimental (EEA) em Eldorado do Sul, RS. Fonte: Google Earth, 2020. ....	64
APÊNDICE B. Croqui do ensaio do ano 2021 indicando a disposição dos tratamentos na Estação Agronômica Experimental em Eldorado do Sul, RS.....	65
APÊNDICE C. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 166102B-1 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020. ....	66
APÊNDICE D. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 16Q6010-3 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	66
APÊNDICE E. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 16Q6031 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020. ....	67
APÊNDICE F. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 176060-3 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020. ....	67
APÊNDICE G. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 176325-1 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020. ....	68
APÊNDICE H. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 186013-3 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020. ....	68
APÊNDICE I. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 186014-1 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020. ....	69
APÊNDICE J. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 186014-3 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020. ....	69
APÊNDICE K. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 186094-6 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020. ....	70
APÊNDICE L. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 186097-1 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020. ....	70
APÊNDICE M. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 186099-6 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020. ....	71
APÊNDICE N. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 176350-2 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020. ....	71
APÊNDICE O. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 176351-2 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020. ....	72

APÊNDICE P. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 16Q6010-2 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	72
APÊNDICE Q. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 18QF7009-1 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	73
APÊNDICE R. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 18QF7009-5 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	73
APÊNDICE S. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 146171-1 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	74
APÊNDICE T. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo LA90105C4-1-1-2-1 (=Q45/2003) na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	74
APÊNDICE U. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo LA06065SBSBSB-47 (=Q57/2013) na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	75
APÊNDICE V. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 087313-na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	75
APÊNDICE W. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo FL 0610SS-N2 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	76
APÊNDICE X. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo LA 09082SBS-U8 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	76
APÊNDICE Y. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 16Q6025-2 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	77
APÊNDICE Z. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 16Q6026-2 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	77
APÊNDICE AA. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo FL1013-U13-225 (=Q071/2015) na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	78

APÊNDICE AB. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo LA09082SBS-U11 (=Q096/2016) na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	78
APÊNDICE AC. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo MNBT1020-1 (=Q007/2017) na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	79
APÊNDICE AD. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo LA10041SSBS-80 (=Q072/2017) na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	79
APÊNDICE AE. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo FL 1013-5 (=Q091/2017) na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	80
APÊNDICE AF. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 176334-4 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	80
APÊNDICE AG. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 16Q6005-2 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	81
APÊNDICE AH. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 16Q6003-1 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	81
APÊNDICE AI. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 16Q6003-2 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	82
APÊNDICE AJ. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 16Q6020-3 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	82
APÊNDICE AK. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 16Q6020-1 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	83
APÊNDICE AL. Estádios de desenvolvimento dos 42 genótipos no ano de 2020. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.....	84
Continuação APÊNDICE AL. Estádios de desenvolvimento dos 42 genótipos no ano de 2020.....	85
APÊNDICE AM. Estádios de desenvolvimento dos sete genótipos no ano de 2021. Eldorado do Sul-RS, 2020.....	85

APÊNDICE AN. Boletim de elementos meteorológicos observados durante 2020. Estação automática A801 – Porto Alegre. INMET, 2021.....	86
APÊNDICE AO. Boletim de elementos meteorológicos observados durante 2021. Estação automática A801 – Porto Alegre. INMET, 2021.....	87
APÊNDICE AP. Amostras de sementes dos sete genótipos avaliados nos anos de 2020 e de 2021. Sementes colhidas em 2021. Laboratório de Cereais de Inverno, 2021.....	88
APÊNDICE AQ. Exemplo de Placa de Petri em que foi analisada a incidência de patógenos fúngicos nas sementes, sete dias após o plaqueamento. Laboratório de Cereais de Inverno, 2021.....	88

## RELAÇÃO DE FIGURAS

Página

1. Conidióforo típico de *P. chaetomioides* sustentando conídio septado com extremidade arredondada (seta grossa) e presença do hilum (seta fina) no conídio, na base de inserção ao conidióforo. Isolamento realizado a partir de sementes infectadas. Visualização em microscópio de luz Olympus cover-018 (100x). Porto Alegre, 2020. Fonte: José Antônio Martinelli. ....7
2. Folha de aveia com lesões iniciais (A) e lesões severas de *P. chaetomioides* (B) em folhas de aveia branca. Eldorado do Sul-RS, 2021. Fonte: Daniela da Silva.....8
3. Curvas de progresso da severidade das doenças mancha negra (Mancha negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) sobre os genótipos de aveia branca UFRGS 166098-3 (A), UFRGS 16Q6010-1 (B), UFRGS 16Q6030-2 (C), UFRGS 186014-2 (D), UFRGS 18QF7009-4 (E), URS BRAVA (F), SD120129 (=Q026/2016) (G) no ano de 2020. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2020.....9
4. Curvas de progresso da severidade das doenças mancha negra (Mancha negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) sobre genótipos de aveia branca UFRGS 166098-3 (A), UFRGS 16Q6010-1 (B), UFRGS 16Q6030-2 (C), UFRGS 186014-2 (D), UFRGS 18QF7009-4 (E), URS BRAVA (F), SD120129 (=Q026/2016) (G) no ano de 2021. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2021.....31
5. Área abaixo da curva de progresso da severidade da mancha negra (Área total) (A), AACPD-n (B) e AACPD-nc (C) em sete genótipos de aveia branca, quantificada nos anos de 2020 e 2021. Médias seguidas de letras distintas dentro de cada ano, diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Diferença significativa do genótipo entre os anos pelo teste t a 5% (\*) de probabilidade. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2020/21.....36

6. Incidência de <i>P. chaetomioides</i> . nos genótipos de aveia branca UFRGS 166098-3, UFRGS 16Q6010-1, UFRGS 16Q6030-2, UFRGS 186014-2, UFRGS 18QF7009-4, URS Brava e SD 120129 (=Q026/2016). Laboratório de Cereais de Inverno, 2020.....	37
7. Incidência de <i>Alternaria</i> sp. nos genótipos de aveia branca UFRGS 166098-3, UFRGS 16Q6010-1, UFRGS 16Q6030-2, UFRGS 186014-2, UFRGS 18QF7009-4, URS Brava e SD 120129 (=Q026/2016). Laboratório de Cereais de Inverno, 2020.....	38
8. Incidência de <i>Fusarium</i> sp. nos genótipos de aveia branca UFRGS 166098-3, UFRGS 16Q6010-1, UFRGS 16Q6030-2, UFRGS 186014-2, UFRGS 18QF7009-4, URS Brava e SD 120129 (=Q026/2016). Laboratório de Cereais de Inverno, 2020.....	38
9. Incidência de <i>Alternaria</i> sp. nos genótipos de aveia branca UFRGS 166098-3, UFRGS 16Q6010-1, UFRGS 16Q6030-2, UFRGS 186014-2, UFRGS 18QF7009-4, URS Brava e SD 120129 (=Q026/2016) em 2021. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Laboratório de Cereais de Inverno, 2021.....	39
10. Incidência de <i>P. chaetomioides</i> nos genótipos de aveia branca UFRGS 166098-3, UFRGS 16Q6010-1, UFRGS 16Q6030-2, UFRGS 186014-2, UFRGS 18QF7009-4, URS Brava e SD 120129 (=Q026/2016) em 2021. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Laboratório de Cereais de Inverno, 2021.....	40
11. Incidência de <i>Fusarium</i> sp. nos genótipos de aveia branca UFRGS 166098-3, UFRGS 16Q6010-1, UFRGS 16Q6030-2, UFRGS 186014-2, UFRGS 18QF7009-4, URS Brava e SD 120129 (=Q026/2016) em 2021. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Laboratório de Cereais de Inverno, 2021.....	41

## RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Relação dos genótipos de aveia branca e suas respectivas genealogias. EEA/UFRGS, 2020. ....	17
2. Valores da área abaixo da curva de progresso da severidade da mancha negra nos 42 genótipos de aveia branca avaliados em 2020. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2020. ....	25
3. Médias da severidade final (%) e da AACPD corrigida para genótipos de aveia branca no ano de 2021. Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2021. ....	33
4. Médias do rendimento e peso de mil sementes para os genótipos de aveia branca selecionados. Laboratório de Cereais de Inverno/UFRGS, 2021. ....	34

## 1 INTRODUÇÃO

A proteção das culturas é essencial para salvaguardar a produção dos cultivos agrícolas, protegendo das ações maléficas das espécies invasoras, dos patógenos e dos insetos-praga. Nesse sentido, as doenças causadas por patógenos fúngicos são um dos principais fatores responsáveis por reduções significativas no rendimento de cereais. Em muitos casos, a proteção das culturas contra as doenças é necessária para manter a capacidade de produção, como também para prevenir dos efeitos negativos sobre a qualidade do produto. Dentre as várias estratégias de controle, a resistência genética destaca-se como o meio de proteção mais eficiente, sobretudo porque no dia a dia do campo diminui a dependência de produtos químicos, máquinas e de mão-de-obra especializada.

A aveia (*Avena sativa* L.) é um cereal utilizado para várias finalidades. A cultura é explorada para a produção de grãos altamente nutritivos, pastagens, elaboração de forragem conservada (feno e silagem) e como cobertura para a proteção do solo. Ao longo dos anos tem sido uma grande aliada para a viabilização do sistema de plantio direto, dada sua aplicabilidade para a rotação de culturas. Às custas dos programas de melhoramento genético da aveia distribuídos pelo mundo, instigados pela busca por cultivares adaptadas para amplas variações edafoclimáticas, atualmente a espécie é cultivada em todos os continentes. Por outro lado, o surgimento de problemas relacionados ao cultivo, seja por fatores abióticos, bióticos, práticas culturais ou à característica das cultivares, tem potencial de afetar seriamente o rendimento e a qualidade final dos produtos obtidos da aveia.

Dessa forma, a falta de genótipos com resistência genética a determinadas doenças e o manejo incorreto das lavouras tem ocasionado reduções significativas na produção e aumento dos custos, principalmente pelo crescente número de pulverizações com fungicidas nos órgãos aéreos da cultura.

Nesse sentido, a mancha negra da folha e do grão da aveia, cujo agente causal é o fungo *Pyrenophora chaetomioides* Speg., vem sendo registrada como uma das principais doenças da cultura. A mancha negra tem aumentado em frequência e intensidade nas últimas

safras e ocasionado danos aos grãos, reduzindo sua qualidade, o que se traduz em prejuízo para os agricultores e para a cadeia produtiva envolvida. Notadamente, isto tem demandado um esforço coletivo por parte dos fitopatologistas e geneticistas pela busca de resistência varietal.

As informações disponíveis sobre epidemias da mancha negra da aveia são reduzidas. Embora *P. chaetomioides* tenha sido detectada em sementes de aveia, há poucos trabalhos publicados sobre a detecção, a transmissão e seu papel epidemiológico. Ainda são escassas algumas informações sobre a interação, do ponto de vista epidemiológico, entre *P. chaetomioides* e aveia branca. Uma vez que a doença vem destacando-se no cenário brasileiro, há a necessidade de desenvolvimento de genótipos com elevada resistência. Desta forma, ainda são necessários estudos visando a melhor caracterização do desenvolvimento da doença, uma vez que podem auxiliar na seleção de genótipos elite com níveis de resistência adequados.

Um número relativamente pequeno de trabalhos investigou a resistência genética da aveia branca ao fungo *P. chaetomioides*, a maioria deles tendo sido desenvolvido no Brasil. É clara a existência de variabilidade para certos níveis de resistência genética entre as cultivares (Bocchese, 2003; Bocchese *et al.*, 2006; Silva, 2009; Duarte, 2011; Nunes, 2014). Conforme Lângaro *et al.* (2000) é possível dividir os genótipos em grupos de resistência diferenciais, como resistentes, moderadamente resistentes, moderadamente suscetíveis e suscetíveis. Essa resistência pode ser utilizada nos programas de melhoramento para a transferência de genes entre os genótipos. Contudo, até o momento não existem estudos que elucidem os mecanismos fisiológicos envolvidos na resistência.

Quanto aos genótipos de aveia resistentes à mancha negra, destaca-se que o primeiro efeito observado em plantas resistentes ou parcialmente resistentes é o avanço mais lento da expansão da lesão comparativamente às plantas suscetíveis que, por esta razão, apresentam o coalescimento das lesões muito precocemente (Duarte, 2011; Silva *et al.*, 2012).

O objetivo geral do presente estudo foi avaliar a variabilidade genética da resistência de genótipos de aveia à *P. chaetomioides*. Os objetivos específicos foram: i) caracterizar o comportamento de genótipos de aveia branca quanto à área sob a curva de progresso da doença; ii) analisar o contraste entre os diferentes genótipos e seus níveis de resistência; iii) entender melhor a evolução da doença no campo e iv) avaliar a incidência do patógeno nas sementes.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O hospedeiro *Avena sativa* L.

A aveia é uma gramínea pertencente à família Poaceae, tribo Aveneae e gênero *Avena* que compreende várias espécies silvestres e cultivadas (Floss, 1982). Graças ao intenso melhoramento genético e à variabilidade genética, a aveia é hoje um cereal adaptado às diferentes regiões edafoclimáticas, sendo cultivada em todos os continentes (Danielowski *et al.*, 2021). É uma espécie autógama e anual, apresentando ciclo que varia de 120 até mais de 200 dias, dependendo da cultivar e das condições do clima e do solo (Floss *et al.*, 1998).

A cultura possui hábito de crescimento cespitoso, atingindo estatura que varia de 0,7 a 2,0 m. Conforme a caracterização botânica, seu sistema radicular é fasciculado, possuindo colmo ereto e cilíndrico. As folhas, com lígula proeminente e a ausência de aurículas, atuam como atributos diferenciadores de outros cereais. Definido o estágio reprodutivo, verificado a partir da extrusão da panícula, apresenta uma inflorescência do tipo panícula piramidal, com característica terminal e aberta. Suas espiguetas arranjam de um até três grãos (Floss *et al.*, 1998).

A aveia é um cereal que tem como centros de origem as regiões da Ásia e do Oriente Médio, e teve seu processo de domesticação tardiamente, após o trigo e a cevada, sendo considerada por séculos uma planta invasora dessas culturas (Coffman, 1961; Holden, 1979). No momento em que o cultivo de cevada e trigo avançou para regiões de clima frio e úmido, a aveia sobressai-se, demonstrando adaptação mais ampla comparativamente àquelas culturas, o que fez com que fosse domesticada, embora como cultura secundária, no norte e oeste da Europa (Tavares; Zanettini; Carvalho, 1993). O aparecimento das primeiras aveias data 1.000 a.C. na Europa Central (Helback, 1959).

Nas espécies do gênero *Avena*, todas com representantes cultivadas, ocorrem três níveis de ploidia: diploides ( $2n=2x=14$ ), tetraploides ( $2n=4x=28$ ) e hexaploides ( $2n=6x=42$ ) (Tavares, 1991). As espécies de aveia introduzidas na América Latina trazidas da Europa pelos espanhóis foram a diploide, *A. strigosa*, e as hexaploides, *A. sativa* e *A. bysantina*

(Federizzi; Mundstock, 2004). No grupo hexaploide são encontradas formas extremamente variáveis e de fácil dispersão. As espécies do gênero *Avena* compartilham de meiose regular no seu nível de ploidia (Tavares, 1991).

Para o complexo hexaploide destacam-se as espécies *A. sativa*, *A. bysantina* e *A. nuda* como as mais importantes economicamente entre todas as espécies cultivadas, às quais são denominadas de aveia branca (Tavares; Zanettini; Carvalho, 1993). A *A. sativa* e a *A. bysantina* foram recombinadas em programas de melhoramento genético, sendo que a aveia cultivada recebe a denominação de *A. sativa*, que representa a espécie mais cultivada no mundo (Federizzi *et al.*, 1999). As espécies silvestres compreendem *A. sterilis* e a *A. fatua* (Thomas, 1995). No grupo diploide, destaca-se a espécie *A. strigosa*, denominada de aveia preta (Tavares; Zanettini; Carvalho, 1993).

A *A. sativa* é destinada à produção de grãos de elevada qualidade industrial, que podem ser utilizados para a fabricação de flocos, farinhas e rações. Aspectos que chamam a atenção são o maior tamanho de cariopse, alto peso de hectolitro e alta porcentagem de grãos descascados em relação aos grãos inteiros (rendimento industrial). Entretanto, pode ter também duplo propósito, ou seja, com uso para a produção de forragem e a produção de grãos do rebrote, além de feno, silagem e adubo verde para as culturas de verão. Já os grãos de *A. strigosa*, não apresentam uso pela indústria, porém sua alta produção de massa verde e resistência ao pisoteio fazem dela uma espécie importante nos sistemas de produção animal, como forrageira para ensilagem, tanto isolada quanto em consórcio, e, igualmente tem sido útil para a cobertura do solo, evitando o pousio (De Mori; Fontaneli; Santos, 2012).

Atualmente, a aveia constitui um dos principais cereais cultivados, juntamente com o trigo, o arroz, o milho e a cevada, constituindo a base da alimentação humana e animal (IBGE, 2021). Tem sido um cereal de grande desenvolvimento em climas úmidos e uma cultura importante em climas mediterrâneos (Holden, 1979). Os grãos de aveia são um excelente alimento para o arração animal, são ricos em proteínas, amido, gordura, vitaminas E e B, assim também é um cereal importante para a nutrição humana, com ampla utilização pela indústria (Palágyi *et al.*, 2020).

A necessidade de alternativas para a rotação de culturas e a busca pela diversificação na exploração agrícola fazem com que a área de cultivo com aveia venha aumentando continuamente no Sul do Brasil (Federizzi; Milach; Barbosa Neto, 1997). Igualmente, áreas com cultivo de aveia na região Centro-Ceste, no estado do Mato Grosso do Sul, são registradas desde a safra 2009/2010 (De Mori *et al.*, 2012).

A partir de 2016 o Brasil passou a ocupar o *ranking* dos dez maiores produtores de aveia do mundo. A produção mundial desse cereal no ano de 2020 foi estimada em 25,10

milhões de toneladas, concentrando os maiores produtores na Europa (59,8%). Em ordem decrescente, os dez maiores produtores mundiais são Canadá, Rússia, Polônia, Espanha, Finlândia, Austrália, Reino Unido, Estados Unidos, Brasil e Suécia. (FAO, 2019).

Considerando-se a composição química do grão, a aveia é uma importante fonte de proteínas e fibras para a alimentação humana, especialmente na elaboração de alimentos para crianças, bem como no preparo de rações para os animais, podendo substituir o milho (Floss, 1982). Destacam-se mais de 150 produtos derivados da aveia, os quais, além dos produtos alimentícios, estão aqueles para a composição de cosméticos e de produtos de higiene pessoal (Danielowski *et al.*, 2021).

Até o início da década de 1980, as cultivares de aveia branca semeadas no sul do Brasil eram provenientes do Uruguai e da Argentina. Entretanto, o rendimento de grãos era reduzido, com uma média de 800 kg ha<sup>-1</sup>, assim como sua qualidade, devido à baixa adaptabilidade daqueles genótipos (Barbosa Neto *et al.*, 2000; Carvalho; Federizzi, 1989).

A crescente demanda pelos grãos de aveia e as frequentes importações de outros países produtores, fizeram com que em meados da década de 1970, se expandissem os novos programas de melhoramento genético da cultura na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e na Universidade de Passo Fundo (UPF). Ambas instituições visaram ao desenvolvimento de genótipos adaptados às condições edafoclimáticas do sul do Brasil. Resultados iniciais da união de esforços entre as duas instituições puderam ser percebidos na década de 1980, quando o rendimento médio subiu para mais de 1000 kg ha<sup>-1</sup> (Carvalho; Federizzi, 1989). Atualmente esse número dobrou, com o Brasil tendo atingido na safra 2021, uma produção de 1044,3 mil toneladas em grãos de aveia em uma área de 460,2 mil hectares (CONAB, 2022b).

## **2.2 Histórico do patógeno *P. chaetomioides***

A mancha negra, causada por *Pyrenophora chaetomioides* e a ferrugem da folha, causada por *Puccinia coronata* f.sp. *avenae* P. Syd. & Syd., são as doenças fúngicas da aveia mais importantes do mundo. Ambas causam grandes reduções na produtividade e na qualidade dos grãos (Dietz; Schierenbeck; Simón, 2019). Na lavoura, as doenças ocorrem simultaneamente na mesma folha e planta, acarretando maior área foliar afetada e, como consequência, incremento nos danos devido a redução da área foliar fotossintetizante (Nerbass Junior *et al.*, 2008).

Nas safras de 2006 e 2007, Nerbass Junior *et al.* (2008) destacam que as doenças prevalecentes em duas cultivares de aveia estudadas, UPFA Teixeira e UPFA 22, foram

a mancha negra (então denominada helmintosporiose) e a ferrugem da folha, sendo que a primeira prevaleceu até o início do florescimento, enquanto a segunda foi mais intensa nos estádios subsequentes.

O patógeno *P. chaetomioides* possui várias sinonímias: *Pyrenophora avenae* S. Ito & Kurib; *Helminthosporium teres* var. *avenae-sativae* Briosi; Cavara; *Helminthosporium avenae* Eidam; *Helminthosporium avenae-sativae* (Briosi & Cavara) Lindau; *Helminthosporium avenae* (Briosi & Cavara) Lindau; *Drechslera avenae* (Eidam) Scharif. A atual nomenclatura teleomórfica de *P. chaetomioides*, em substituição à *P. avenae*, passou a ter preferência a partir do trabalho de monografia de Sivanesan *et al.* (1987), por entender que havia prevalência por ter sido denominado em 1899, anterior à *P. avenae*, nomeada por S. Ito e Kurib., em 1930.

Uma espécie de *Helminthosporium* infectando folhas de aveia foi registrada na Itália e remonta há pouco mais de cento e trinta anos, quando em 1888, Briosi e Cavara a encontraram nos jardins de Pavia e foi denominada de *Helminthosporium teres* var. *avenae-sativae* Briosi & Cavara (Ferraris, 1915). Em folhas de aveia, a espécie observada por Briosi e Cavara (1888) produzia manchas estreitas, alongadas na direção das nervuras, de cor oliva com borda escura. Além disso, o micélio desenvolvia-se no parênquima foliar e era formado por hifas septadas a partir das quais conidióforos eretos, septados e rígidos se desenvolviam na parte externa. Eram oliváceos, simples, com conídios cilíndricos arredondados na extremidade, em número que variava de quatro a seis. Os conídios também eram septados, de paredes espessas e de coloração olivácea. Na época, os registros demonstraram que o patógeno não causava danos consideráveis.

Mehta (2001) relatou que das lesões de *P. chaetomioides*, que podem ser elípticas a circulares, com centro esbranquiçado, não verifica-se esporulação. O agente causal da mancha negra da folha e das sementes da aveia apresenta, em seu ciclo biológico, tanto a forma anamórfica quanto a teleomórfica. A denominação atualmente aceita é a sua forma teleomórfica, *P. chaetomioides* Speg. Esta forma sexuada, perfeita ou teleomórfica, do fungo foi relatada pela primeira vez no Japão, sobre restos culturais de *A. sativa* e *A. fatua* e descrita como *Pyrenophora avenae* (Ito, 1930), a qual pertence à subdivisão Ascomycota, classe Dothideomycetes, ordem Pleosporales e família Pleosporaceae. A sua forma assexuada, imperfeita ou anamórfica, é denominada de *Drechslera avenae* (Eidam) Sharif, e pertence à classe Hyphomycetes, ordem Hyphomycetales e família Dematiaceae (Zhang *et al.*, 2009).

A maioria dos fungos anteriormente classificados no grupo Deuteromycota, ou fungos imperfeitos são formas conidiais ou anamorfos de Ascomycota, embora alguns tenham afinidades com Basidiomycota. A inclusão dentro do filo Ascomycota está

relacionado à semelhanças morfológicas e de comparações de sequências de DNA. Semelhanças morfológicas incluem a estrutura do micélio e a estratificação das hifas (Webster; Weber, 2007).

Os conidióforos de *P. chaetomioides* emergem solitários (Figura 1) ou em grupos de dois a quatro, são mais ou menos cilíndricos, retos ou sinuosos, frequentemente geniculados, algumas vezes dilatados na base, pardos, lisos, com comprimento acima de 350  $\mu\text{m}$  e espessura de 8 a 11  $\mu\text{m}$ . Os conídios são solitários, ocasionalmente em cadeia, retos, cilíndricos, algumas vezes afilados levemente, raramente obclavados, pálidos e amarelos, ou marrom-oliváceos, planos com 30-170 x 11-22  $\mu\text{m}$  e contendo de 1 a 9 pseudoseptos. No hospedeiro, os conídios medem normalmente 50-110 x 15-19  $\mu\text{m}$ , com 2-6 pseudoseptos, e hilum com 4-6  $\mu\text{m}$  de largura (Ellis; Waller, 1973). Em meio de cultura, as colônias isoladas de *P. chaetomioides* apresentam-se acinzentadas, e algodoadas (Palágyi *et al.*, 2020).



FIGURA 1. Conidióforo típico de *P. chaetomioides* sustentando conídio septado com extremidade arredondada (seta grossa) e a presença do hilum (seta fina) no conídio, na base de inserção ao conidióforo. Isolamento realizado a partir de sementes infectadas. Visualização em microscópio de luz Olympus cover-018 (100x). Porto Alegre, 2020. Fonte: José Antônio Martinelli.

### 2.3 A doença

O patógeno *P. chaetomioides* é uma espécie cosmopolita que infecta principalmente aveias (*Avena fatua*, *A. orientalis*, *A. sativa*, *A. sterilis* e *A. strigosa*), embora tenha sido registrada em *Andropogon* sp. (Sivanesan *et al.*, 1987), *Paspalum platense* (Sivanesan *et al.*, 1987), *Triticum* sp. (Sivanesan *et al.*, 1987), *Lolium multiflorum*, (Silva *et al.*, 2014) e *Hordeum vulgare* (Palágyi *et al.*, 2020). Contudo, dentre as espécies do gênero *Pyrenophora*,

a qual inclui várias espécies patogênicas de cereais, o agente causal da mancha negra foi registrado com maior frequência atacando *A. sativa* (Farr; Rossman, 2021). No Brasil, na primeira vez que foi relatado, recebeu a denominação de helmintosporiose da aveia (Costa Neto, 1967).

Os danos causados pelo fungo envolvem o escurecimento e a redução da qualidade dos grãos, detectado pelas cariopses exibindo manchas, situação que pode ser potencializada sob fortes chuvas antes da colheita (Danielowski *et al.*, 2021). Rosa *et al.* (2003) constataram o período de maior suscetibilidade dos grãos de aveia branca para o patógeno entre a quarta e sexta semanas após a emergência das panículas. Esses correspondem aos estádios de grão leitoso e grão em massa mole, estádios fenológicos 75 e 85, respectivamente, conforme escala de Zadoks, Chang e Konzak. (1974). São nesses momentos que ocorre a redistribuição dos nutrientes, acumulados pela planta durante a fase vegetativa para os grãos em formação.

No processo de infecção, o patógeno destrói o tecido foliar (Figura 2), resultando na produção de grãos leves, enrugados e escurecidos, totalmente inadequados para produção de alimentos (Bocchese *et al.*, 2006). Os sintomas da doença se expressam por listras ou manchas nas folhas (Ellis; Waller, 1973), manchas no caule, que podem ser alongadas e estreitas ou expandir-se irregularmente (Harder; Haber, 1992), escurecimento dos nós no caule (haste preta), podendo levar à quebra da haste nos casos mais graves (Luke; Wallace; Chapman, 1957) ou ainda o crestamento das plântulas (Farr; Rossman, 2020). Além disso, a queda de espiguetas (em inglês, spikelet-drop), foi relatado por Ivanoff (1963) como sintoma que pode estar associado à mancha negra em aveias.

A)



B)



FIGURA 2. Folhas de aveia com sintomas de mancha negra causada por *P. chaetomioides*: lesões iniciais (A) e coalescimento característico de lesões severas (B). Eldorado do Sul-RS, 2021. Fonte: Daniela da Silva.

A doença caracteriza-se pelo ciclo primário passando da semente para os órgãos aéreos da planta (Figura 3). A forma assexuada de *P. chaetomioides* produz conídios que são considerados a principal forma de inóculo para os grãos e para as safras subsequentes da cultura da aveia. Assim, a infecção primária pode vir do micélio, que mediante a indução da conidiogênese, ou pelos próprios conídios, associados à superfície da semente, germinam e penetram no tecido vegetal. Já a infecção secundária é garantida por conídios liberados dos tecidos infectados e transportados pelo ar, que germinam e penetram em associação com o hospedeiro.

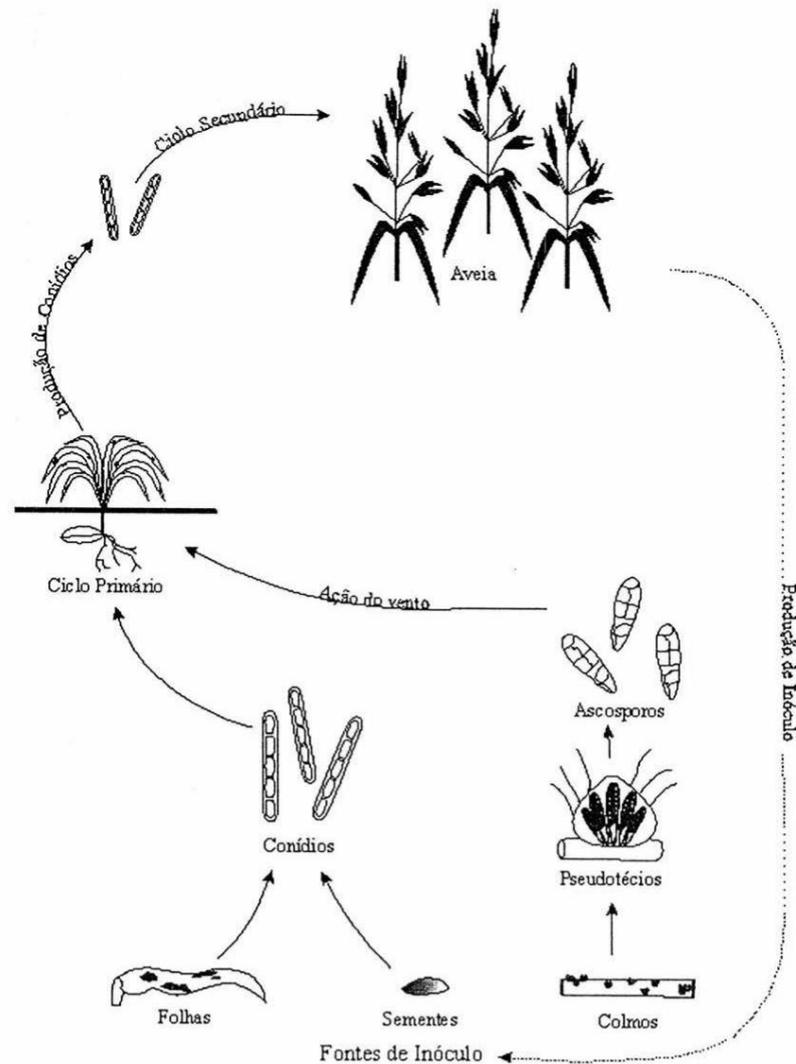


FIGURA 3. Ciclo de *Pyrenophora chaetomioides* na cultura da aveia branca. Fonte: Bocchese, 2003.

Nesse processo, a partir da germinação de sementes infectadas, o micélio de *P. chaetomioides*, depositado no pericarpo, reassume atividade e infecta o coleóptilo. Passados alguns dias após a emergência da primeira folha verdadeira, podem ser verificadas as manchas. No exterior destas e sobre os tecidos necróticos são produzidos os esporos que

apresentam distribuição pelo vento para outras folhas, as quais são potencialmente causadoras de novas infecções (Blum, 1997).

Mediante condições ambientais desfavoráveis ao patógeno, esse tende a assumir o ciclo sexual. Sob essa condição são formados os pseudotécios, comumente encontrados sob a palhada de aveia no sul do Brasil. No interior dos pseudotécios são formados os ascósporos, dentro de ascas bitunicadas (Krugner; Bacchi, 1995). Portanto, a infecção primária também pode ocorrer a partir da liberação de ascósporos dos pseudotécios produzidos sobre os restos culturais de aveia do ano anterior e na mesma área de cultivo. (Bocchese *et al.* 2006).

O ciclo secundário refere-se à produção de conídios nas lesões primárias, sua liberação, seguida da dispersão e a infecção de novos tecidos. Assim é estabelecida a natureza policíclica dessa doença, caracterizada por sucessivos ciclos assexuais, nos quais são produzidos os conídios. Destaca-se que a infecção das folhas superiores é a que provoca os maiores danos devido ao efeito negativo sobre a acumulação de fotossintatos e, conseqüentemente, no rendimento dos grãos da aveia (Silva, 2009).

O dano pela doença é mais pronunciado sob condições de temperaturas entre 18 e 28 °C e períodos chuvosos que se estendem por no mínimo trinta horas de molhamento foliar, especialmente na fase final do ciclo da cultura, a partir do estágio de emissão da panícula até o período que antecede a colheita (Danielowski *et al.*, 2021; Rosa, 2002). Os danos dessa moléstia tendem a serem expressivos mesmo em condições de baixa severidade sobre as folhas no campo, pela colonização micelial da superfície do grão e o seu escurecimento conseqüente, levando à redução da qualidade comercial dos grãos e das sementes (Rosa *et al.*, 2003). Pelo sistema de classificação de aveia branca/amarela, proposto pela Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia (CBPA), a tolerância para a incidência de grãos de aveia manchados e/ou escuros é assim determinada: tipo I: porcentagem de grãos manchados menor ou igual a 4%, tipo II: maior que 4 e menor ou igual a 8% e a aveia tipo III: maior que 8 e menor ou igual a 15% (Danielowski *et al.*, 2021).

As folhas mais velhas produzem mais conídios que as mais jovens, indicando uma maior habilidade necrotrófica sobre as folhas mais próximas da senescência natural (Rees; Platz, 1980). Reis (1987) classificou o patógeno *P. chaetomioides* como necrotrófico, ou seja, que é capaz de satisfazer seus requerimentos nutricionais a partir de tecidos vegetais mortos. Contudo, atualmente sabe-se que o patógeno é, na verdade, classificado como hemibiotrófico, possuindo interação biotrófica nos estágios iniciais de infecção, alterando para necrotrófica logo após (Bocchese *et al.* 2006). Segundo Pieterse *et al.*, (2009), muitos fungos que são comumente considerados necrotróficos, mas que apresentam um estágio

biotrófico no início de seu processo de infecção, podem ser melhor descritos como hemibiotróficos. Na fase necrotrófica o micélio de *P. chaetomioides* continua a colonizar os tecidos do hospedeiro, produzindo esporos durante a entressafra, pelo tempo em que houverem nutrientes para o patógeno (Reis, 1987).

O patógeno sobrevive tanto em restos culturais como em sementes infectadas (Blum, 1997). Assim, em áreas onde não é realizada a rotação de culturas, o fungo tem sua permanência facilitada entre os ciclos de cultivo (Bocchese, 2003). No cultivo em área conduzida sob monocultura, sem rotação, no Planalto Sul de Santa Catarina, Nerbass Junior *et al.* (2008) verificaram que os restos culturais propiciaram o aumento do inóculo, levando a valores elevados na intensidade da doença na safra de 2007. Esses autores destacam inclusive que nessa safra o maior retorno econômico do controle químico foi obtido com um número elevado de quatro aplicações de fungicidas. Em áreas isentas da presença do patógeno, as sementes infectadas passam a ser as portadoras do inóculo de *P. chaetomioides* (Bocchese *et al.*, 2006). Com o aumento da área cultivada com aveia, surgiram, também, os riscos de epidemias, as quais ocorrem em condições de ausência de resistência genética e de condições favoráveis ao patógeno (Danielowski *et al.*, 2021).

## 2.4 Manejo químico

O manejo da mancha negra pelo controle químico é pouco efetivo na redução do inóculo em sementes (Lângaro *et al.*, 2000; Bocchese *et al.*, 2006). Muitos fungicidas empregados no tratamento de sementes eliminam estruturas de fungos, externa e internamente nas sementes, podendo evitar a disseminação de doenças (Garcia, 1999). Contudo, o tratamento de sementes em aveia é prejudicado pela presença da casca aderida ao grão, o que dificulta o contato do ingrediente ativo do fungicida junto à superfície infectada, necessária para otimizar a eficácia do produto (Bocchese *et al.*, 2006).

Em seu trabalho, Bocchese *et al.* (2006) avaliaram o efeito da aplicação do fungicida sistêmico Tebuconazol, utilizando-se seis aplicações após a exposição das panículas sobre 14 genótipos de aveia branca. No geral, foi observada baixa eficiência para o controle dessa moléstia sobre os grãos produzidos, uma vez que as aplicações do fungicida reduziram apenas em 21% a incidência do fungo nas sementes. Dessa forma, a aplicação do fungicida não foi capaz de reduzir de forma mais contundente a formação de manchas e nem aumentar o rendimento que compensasse o seu custo.

Rosa *et al.* (2003) também destacaram que o controle efetivo da mancha negra via controle químico é dificultado pelo fato de não haver correlação entre a severidade da mancha negra nas folhas e a incidência de *P. chaetomioides* nos grãos.

## 2.5 Manejo cultural

Sob condições de monocultura e ainda mais sobre sistema de plantio direto a sobrevivência dos patógenos necrotróficos é facilitada. Isso decorre pelo fato de a cada período de seis ou sete meses, esses microrganismos são realimentados na lavoura por ser cultivada a mesma espécie. Nesse contexto, Blum (1997) relata que os efeitos benéficos da prática conservacionista de plantio direto têm como custo o aumento de determinadas doenças, principalmente as podridões radiculares e as manchas foliares. Por outro lado, a incidência de manchas tende a ser significativamente inferior quando adotado o preparo conservacionista de plantio direto acrescido da prática de rotação de culturas.

Blum (1997) destacou que *P. chaetomioides* sobrevive em restos de cultura de aveia e nas sementes infectadas, sendo esses as principais fontes de inóculo desse patógeno. A autora determinou o tempo da decomposição dos restos culturais da aveia. Segundo os resultados apresentados, o potencial de esporulação do patógeno acompanha a curva de decomposição dos restos culturais da aveia, mostrando a dependência nutricional do patógeno em relação ao substrato.

Estudos de longo tempo, como o de Prestes, Santos e Reis (2002), avaliaram o tempo necessário para uma rotação de culturas eficiente na redução de manchas foliares em trigo, incluindo a mancha amarela, causada pelo patógeno *Pyrenophora tritici-repentis*. Os autores destacam que o intervalo de uma estação de inverno demonstrou-se suficiente para reduzir significativamente a intensidade destas doenças em trigo.

## 2.6 Resistência genética

Em termos gerais, a resistência genética refere-se à capacidade inerente de uma espécie hospedeira em impedir o crescimento e o desenvolvimento do patógeno, por meio de processos que retardem e/ou suprimam a invasão de seus órgãos por uma espécie patogênica (Parlevliet, 1997). O progresso de uma doença pode ser explicado tanto pelo aparecimento de novas lesões quanto pelo crescimento de lesões já existentes (Bergamin Filho; Amorim, 1996). Nesse sentido, Berger, Bergamin Filho e Amorim (1997) destacam que o tamanho da lesão, a taxa de expansão e a área sob a curva de progresso da doença são

atributos utilizados na determinação da resistência genética das plantas, os quais permite também a avaliação da agressividade da raça do fungo fitopatogênico sob estudo (Lago; Stuthman; Leonard, 2003).

Flor (1956) caracterizou a reação de resistência do tipo qualitativa a partir do modelo gene-a-gene como sendo o efeito oriundo da interação entre o produto de um gene de resistência presente no hospedeiro e o produto de um gene de avirulência presente no patógeno. Na tentativa de explicar tal reconhecimento, têm sido propostos modelos do tipo receptor-elictor e do tipo sentinela ou “guarda”.

Petrova, Afanasenko e Loskutov (2006) sugeriram a presença de resistência à mancha negra do tipo quantitativa em acessos de aveia de distintos países. A variação no grau de resistência encontrada pelos autores permitiu classificar os acessos em escalas que foram desde suscetíveis até altamente resistentes em relação à infecção causada por *P. chaetomioides*. Mais tarde, em 2009, Silva, estudando 26 genótipos de aveia branca, provenientes do banco de germoplasma do Programa de Melhoramento Genético da Aveia Branca da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em relação à resistência à mancha negra em condições de campo e casa de vegetação, verificou que vários genótipos apresentaram taxas reduzidas de expansão de lesões, pequenos tamanhos inicial e final de lesões e baixos valores de área abaixo da curva de expansão das lesões em comparação ao padrão resistente, o genótipo “UFRGS 19”. Mediante esses resultados, a autora sugeriu que esses genótipos poderiam ser boas fontes de resistência quantitativa à mancha negra, inferindo para a possibilidade de utilização desses como fontes de resistências em programas de melhoramento genético de cultura.

Duarte (2011), determinando a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) da mancha negra em populações de aveia segregantes, em F2 e F3 em condições de campo, constatou uma distribuição contínua da doença para a maioria das populações avaliadas no experimento. O autor aponta para a possibilidade de uma herança genética quantitativa, provavelmente determinada por vários genes de pequeno efeito. Por outro lado, o autor não exclui a possibilidade da resistência à mancha negra ser governada por poucos genes de grande efeito sobre o fenótipo.

Bocchese *et al.* (2006) destacam que a resistência ao fungo parece ser mais importante do que a resistência à infecção foliar, pois genótipos com altos níveis de resistência à *P. chaetomioides* apresentaram percentuais de grãos manchados semelhantes aos de baixa incidência. Em trabalho correlato, não foi verificada interação diferencial significativa entre uma série de oito raças do patógeno *P. chaetomioides* com uma série de

seis genótipos de aveia, indicando a ausência de resistência específica à raça (qualitativa), mas sim, níveis diferenciados de resistência quantitativa (Bocchese *et al.*, 2003).

No primeiro trabalho de isolamento e identificação de *P. chaetomioides* em aveia na Hungria, Palágyi *et al.* (2020) destacaram comportamento diferenciado na infecção de genótipos de aveia pelo patógeno na safra de 2014. Os autores descrevem que no mesmo momento em que parcelas de um genótipo apresentavam lesões foliares expressivas que coalesciam e formavam necroses longitudinais curtas e ovais cercadas por halo clorótico, outras parcelas adjacentes aparentemente não apresentavam sintomas da infecção pelo patógeno.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Área experimental e condições edafoclimáticas**

Este trabalho foi realizado na Estação Experimental Agronômica (EEA) da UFRGS, que está localizada no município de Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul, distante 56 km de Porto Alegre, em direção oeste, à 46 m de altitude (30°04' - 30°07' S e 51°40' - 51°42' W). O município está inserido na região climática da Depressão Central do estado, sendo o clima do local classificado como Cfa, ou seja, subtropical úmido com verões quentes, segundo a classificação climática de Köppen. A EEA tem temperatura média anual e precipitação de 18,8 °C e 1455 mm, respectivamente (Bergamaschi *et al.*, 2013). O solo é classificado como Argissolo Vermelho distrófico típico, possuindo textura superficial franco-arenosa, com arenito como material de origem (Streck *et al.*, 2008).

Os dados meteorológicos para dar suporte ao estudo do patossistema de *P. chaetomioides* em 2020 e 2021 são oriundos da Estação Automática de Porto Alegre (A801) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), disponibilizados no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) (INMET, 2021).

Os experimentos a campo foram desenvolvidos nos anos de 2020 e 2021, sendo conduzidos em áreas sob plantio direto, pertencentes ao Programa de Melhoramento Genético de Aveia. Nessas áreas, a rotação de culturas consiste na semeadura de aveia branca, no período de inverno/primavera, seguido do cultivo de milho (primavera/verão). No inverno seguinte opta-se por alguma cultura de cobertura ou pelo pousio da área, seguido por soja (primavera-verão). Assim, a aveia é cultivada sempre após a soja.

### **3.2 Escolha dos genótipos e avaliação da severidade da mancha negra no ano de 2020**

Para a caracterização biológica da interação *P. chaetomioides* e aveia branca em condições de campo e sob condições naturais de infecção, foram avaliadas 42 genótipos de aveia branca, entre cultivares e linhagens, todos disponibilizados pelo Programa de

Melhoramento Genético da Aveia da UFRGS, na safra agrícola de 2020. Foi adotado o delineamento em blocos casualizados, contendo seis repetições, perfazendo 252 unidades experimentais (Apêndice A). Na Tabela 1 encontra-se a relação dos 42 genótipos de aveia branca, seguidas das respectivas genealogias. As parcelas foram constituídas por duas linhas espaçadas 0,2 m entre linhas, contendo dois metros de comprimento (0,8 m<sup>2</sup>). Desde a semeadura, no dia 23 de junho de 2020, as plantas receberam os tratamentos culturais recomendados para a cultura da aveia (Danielowski *et al.*, 2021).

TABELA 1. Relação dos genótipos de aveia branca e suas respectivas genealogias. EEA/UFRGS, 2020.

<b>Genótipo</b>	<b>Genealogia</b>
UFRGS 166098-3	07BT306 / URS GURIA
UFRGS 166102B-1	07BT306 / URS GURIA
UFRGS 16Q6010-1	SD 031128-330 / UFRGS 079002-1
UFRGS 16Q6010-3	SD 031128-330 / UFRGS 079002-1
UFRGS 16Q6030-2	UFRGS 105064-1 / SD081085
UFRGS 16Q6031	UFRGS 105064-1 / SD081085
UFRGS 176060-3	URS TARIMBA / 07BT306
UFRGS176325-1	URS BRAVA / UFRGS 057070-1
UFRGS 186013-3	URS Brava / UFRGS 126086-4
UFRGS 186014-1	URS Brava / UFRGS 126086-4
UFRGS 186014-2	URS Brava / UFRGS 126086-4
UFRGS 186014-3	URS Brava / UFRGS 126086-4
UFRGS 186094-6	UFRGS 046054-5 / F1 (URS Charrua / UFRGS 046054-5)
UFRGS 186097-1	UFRGS 046054-5 / F <sub>1</sub> ( URS Charrua / UFRGS 046054-5)
UFRGS 186099-6	UFRGS 046054-5 / F1 (URS Charrua / UFRGS 046054-5)
UFRGS 176350-2	UFRGS 057070-1 / 07BT306
UFRGS 176351-2	UFRGS 057070-1 / 07BT306
UFRGS 16Q6010-2	SD 031128-330 / UFRGS 079002-1
UFRGS 18QF7009-1	(LA02018SBSBS5-B-S1 / UFRGS 057029-4) / Carrolup
UFRGS 18QF7009-4	(LA02018SBSBS5-B-S1 / UFRGS 057029-4) / Carrolup
UFRGS 18QF7009-5	(LA02018SBSBS5-B-S1 / UFRGS 057029-4) / Carrolup
UFRGS 146171-1	LEGGETT / UFRGS 953270-4
URS BRAVA	UFRGS 076053-3 = UFRGS 995078-2 / URS 21
LA90105C4-1-1-1-2-1 (=Q45/2003)	LA90105C4-1-1-1-2-1 = HH503:C716//76-30*3/76-29/3/716*2/CI8026/4/TX82C6023
LA06065SBSBSB-47 (=Q57/2013)	UFRGS 038009/Horizon 321
UFRGS 087313-1	FL0038 F1 (LA9339E53/ND 9508252)/Nur 102 (Jim/3/O/M//5*Ogle) [97 Quaquer]
FL 0610SS-N2	*
LA 09082SBS-U8	*
UFRGS 16Q6025-2	UFRGS 098172-3 / ND030349
UFRGS 16Q6026-2	UFRGS 098172-3 / ND030349
SD120129 (=Q026/2016)	SD041405/SD060130
FL1013-U13-225 (=Q071/2015)	SD60130/UFRGS087212-1

Continuação TABELA 1. Relação dos genótipos de aveia branca e suas respectivas genealogias. EEA, UFRGS, 2020.

---

LA09082SBS-U11 (=Q096/2016)	UFRGS046103-2/ND 020971
MNBT1020-1 (=Q007/2017)	Shelby 427/5/( <i>A. strigosa</i> PI 258721/Ogle)C1//*4 Saber
LA10041SSBS-80 (=Q072/2017)	LA09098,F1(URS22/MN06120)/ LA99017
FL 1013-5 (=Q091/2017)	SD60130(IL95-1241/W00276)/UFRGS 087212-1
UFRGS 176334-4	URS BRAVA/05B729-4-1-1
UFRGS 16Q6005-2	BL5303-AR6/ND030349
UFRGS 16Q6003-1	BL5303-AR6/ND030349
UFRGS 16Q6003-2	BL5303-AR6/ND030349
UFRGS 16Q6020-3	UFRGS 098167-1/ND030349
UFRGS 16Q6020-1	UFRGS098167-1/ND030349

---

\*Genealogia desconhecida.

Os genótipos selecionados não apresentavam informações detalhadas quanto à resistência à mancha negra. Não foi realizada inoculação artificial com suspensão de esporos de *P. chaetomioides*, tampouco foi efetuada aplicação de fungicida sobre as plantas.

Tendo em vista que no campo as doenças mancha negra e ferrugens (da folha e do colmo) da aveia ocorrem simultaneamente, havendo interação entre elas, foi realizada a avaliação do patossistema múltiplo incidente na cultura da aveia. Assim, foram avaliados o dano foliar de *P. chaetomioides* (mancha negra), *Puccinia coronata* f. sp. *avenae* (ferrugem da folha da aveia) e *Puccinia graminis* f. sp. *avenae* (ferrugem do colmo da aveia). A identificação dos patógenos foi baseada em seus sintomas característicos. As avaliações estenderam-se de agosto a novembro do ano de 2020, sendo realizadas nas datas de 07 e 27 de agosto, 11, 18 e 25 de setembro, 06, 16, 23 e 30 de outubro e 06 de novembro, totalizando dez leituras. Os estádios de desenvolvimento foram acompanhados concomitante à realização das avaliações das doenças (Apêndices AM). As avaliações periódicas foram expressas em porcentagem de tecido foliar total de 8cada parcela afetado pelas doenças, adotando-se uma escala percentual, variando de 0 a 100. As avaliações iniciaram no estádio de desenvolvimento de cinco folhas completamente expandidas, correspondente ao estádio fenológico 15 na escala de Zadoks, Chang e Konzak. (1974), quando do surgimento dos primeiros sintomas nos genótipos mais suscetíveis.

As avaliações estenderam-se até o momento em que as lesões não puderem mais serem distinguidas, condizente com o estádio de senescência foliar. Nesse momento de final de ciclo, as panículas foram colhidas manualmente e a debulha foi realizada em trilhadeira estacionária, nos dias 06 e 13 de novembro.

Após as avaliações da mancha negra durante o ciclo da cultura foram elaboradas as curvas de progresso da doença para cada genótipo e calculadas as Áreas Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), descrita por Shaner e Finney (1977). A fim de possibilitar a comparação mais adequada dos dados entre os diferentes genótipos, normalizaram-se e corrigiram-se os valores das AACPD, segundo Graichen *et al.* (2010).

### **3.3 Avaliação da severidade da mancha negra no ano de 2021**

A partir dos dados coletados na safra agrícola de 2020, foram selecionados sete genótipos com reações contrastantes de resistência à mancha negra: UFRGS 166098-3, UFRGS 16Q6010-1, UFRGS 16Q6030-2, UFRGS 186014-2, UFRGS 18QF7009-4, URS Brava e SD120129 (=Q026/2016) (observar legenda na Tabela 1). Dessa forma, pôde-se, na

safra de 2021, proceder com uma avaliação mais detalhada da evolução da doença da mancha negra sobre a parte aérea desses materiais.

Os genótipos selecionados foram semeados no campo, em uma segunda área, na data de 25 de junho de 2021. Para isso, utilizou-se parcelas maiores, com 3 m de comprimento e 1 m de largura (3m<sup>2</sup>). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os sete genótipos foram semeados buscando-se uma população de plantas de 300 / m<sup>2</sup>.

Em 2021, as avaliações estenderam-se de agosto a outubro, sendo realizadas nas datas de 10 e 20 de agosto, 01, 10, 16 e 22 de setembro e 01, 06, 13 e 22 de outubro, totalizando dez leituras. Os estádios de desenvolvimento da cultura foram acompanhados concomitantemente à realização das avaliações das doenças (Apêndice AN).

A colheita dos grãos foi realizada após constatada a maturidade dos genótipos. Assim, a colheita foi realizada nos dias 20 e 27 de outubro com uma colhedora de parcelas experimentais. As sementes de cada repetição foram reservadas para estimar o rendimento, e auferir a massa de mil sementes. Após, foram utilizadas em estudos para determinar a sua condição sanitária.

### **3.4 Incidência de *P. chaetomioides* e outros patógenos nas sementes**

Os procedimentos para a determinação da incidência de *P. chaetomioides* nas sementes foram realizados seguindo as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). No ano de 2020 foram analisadas somente as sementes dos sete genótipos selecionados descritos anteriormente. Nesse ano foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 100 sementes para cada genótipo, totalizando 400 sementes avaliadas por genótipo. As sementes utilizadas de cada genótipo foram amostradas da mistura das seis parcelas do ensaio do ano de 2020 perfazendo, portanto, um lote único.

Diferentemente, no ano de 2021, foram amostradas 200 sementes em cada uma das quatro parcelas de cada genótipo, analisadas em delineamento inteiramente casualizado. Dessa forma, foram avaliadas 800 sementes por genótipo.

A análise da incidência de fungos associados às sementes foi desenvolvido no Laboratório de Cereais de Inverno do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia – UFRGS. As sementes foram desinfestadas em álcool 70° por 1 min., seguido de hipoclorito de sódio a 1 % por 1 min., na sequência ocorreu o enxague em água destilada e esterilizada (ADE). Após, as sementes foram secas em papel filtro esterilizado e plaqueados em meio de cultura ¼ BSA (batata sacarose ágar) contendo 50 g de batata, 2,5 g

de sacarose, 12 g de ágar e 1 L água destilada. Para inibir o crescimento de bactérias em cultura foram adicionados os antibióticos sulfato de estreptomicina (100 µ/mL) e sulfato de neomicina (20 µ/m) antes de verter o meio pronto, quando este estava com temperatura aproximada de 50 °C. Após a transferência das sementes para a superfície do meio de cultura, em um número padrão de 10 sementes por placa, essas foram vedadas com filme plástico, devidamente identificadas e incubadas sob condições de luminosidade e temperatura média de 20,8 °C (variando de 16,8 a 24,5 °C).

A avaliação da incidência dos patógenos nas sementes foi realizada sete dias após o plaqueamento. Foi realizada a identificação e a contagem direta das colônias fúngicas de *P. chaetomioides* e de dois outros importantes patógenos, *Alternaria* sp. e *Fusarium* sp. O exame visual das sementes foi realizado observando-se a formação e o tipo das colônias desenvolvidas em volta das sementes. Por exemplo, cor, textura, morfologia geral e esporulação, os quais são indicativos para o reconhecimento dessas espécies fúngicas.

### 3.5 Análise dos dados

Os dados obtidos das avaliações das severidades da mancha negra ao longo da epidemia, nos anos de 2020 e 2021, foram transformadas em curvas de progresso da doença. Para a mancha negra foram calculadas a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de cada parcela, no *software* RStudio, pela fórmula:  $AACPD = \sum [(y_1 + y_2) / 2] * (t_2 - t_1)$ , onde  $y_1$  e  $y_2$  são duas avaliações consecutivas realizadas nos tempos  $t_1$  e  $t_2$ , respectivamente. Após, as AACPD foram normalizadas (AACPD-n), dividindo-se o valor pelo número de dias da epidemia (Fry, 1978) e corrigidas (AACPD-nc), segundo Graichen *et al.* (2010), multiplicando-se o valor normalizado pelo número de dias da maior epidemia dentre todos os genótipos avaliados. Dessa forma, promove-se uma comparação mais justa entre os níveis de resistência dos genótipos.

A partir dos valores das áreas, essas foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e a comparação das médias foi realizada pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Para verificar se houve interação significativa entre os dois anos de avaliações a campo, foram comparadas as médias de cada um dos sete genótipos, pelo teste *t*, ao nível de 5 % de probabilidade. Os valores de severidade final de mancha negra, e de AACPD-nc, no ano de 2021, também foram analisados a partir da comparação das médias pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados de incidência de patógenos nas sementes foram avaliados, no ano de 2020, por boxplot, de maneira a representar de forma gráfica visual a distribuição de

incidência das três doenças nos sete genótipos. Em 2021, as médias de incidência foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Os *softwares* utilizados para as análises foram Excel e RStudio.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Avaliação da severidade da mancha negra no ano de 2020

No ano de 2020 a primeira doença observada foi a mancha negra, seguida das ferrugens da folha e do colmo, sendo que o período da semeadura à colheita, variou entre 119 e 135 dias entre os genótipos selecionados. A primeira avaliação das doenças foi realizada após decorridos 45 dias da semeadura, quando as plantas apresentavam, em média, cinco folhas expandidas. Nesse ano não foi encontrada resistência completa para nenhum genótipo, uma vez que a mancha negra incidiu sobre a parte aérea de todos os 42 genótipos avaliados. Contudo, foram constatadas variações na severidade dessa doença (Tabela 2).

Nesse período, a temperatura máxima variou entre 11,8 e 37,8 °C, com média de 23,2 °C. A temperatura mínima variou de 2,7 a 22,4 °C, com média de 13,2 °C. A temperatura média diária, durante todo o ciclo da cultura, variou entre 7,7 e 28 °C, com média geral de 17,35 °C. A média mensal variou de 13,7 (julho) a 21,7 °C (novembro). O volume de chuva acumulada no ciclo da cultura foi de 813,4 mm. Os maiores valores foram verificadas no mês de julho (294 mm), seguido de setembro (222,8 mm), junho (204,6 mm), outubro (104,6 mm), agosto (78,2 mm) e novembro (52,4 mm) (Apêndice AO).

Na Tabela 2 encontram-se os valores médios da AACPD, seguido dos valores normalizados e corrigidos, para cada genótipo avaliado em 2020, evidenciando as variações na suscetibilidade à mancha negra registradas a campo. Entre os 42 genótipos, a AACPD média foi de 702,16, variando entre 52,46 (UFRGS 16Q6010-1) a 1606,27 (LA 09082SBS-U8). A média da AACPD-n foi de 9,02, variando entre 2,05 (URS Brava) a 17,65. (LA 09082SBS-U8). A média da AACPD-nc foi de 798,21, variando entre 8,17 (UFRGS 176334-4) a 1606,27 (LA 09082SBS-U8). Foram selecionados sete genótipos, os quais demonstraram comportamento contrastante e que foram considerados representativos dos demais, para uma análise mais detalhada (ver legenda na Tabela 2). Na Figura 3 estão

apresentadas as curvas de progresso da mancha negra, da ferrugem da folha e ferrugem do colmo para esses genótipos.

TABELA 2. Valores da área abaixo da curva de progresso da severidade da mancha negra nos 42 genótipos de aveia branca avaliados em 2020. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2020.

Genótipos	Médias das áreas*		
	AACPD	AACPD-n	AACPD-nc
LA 09082SBS-U8	1606,27 a	17,65 a	1606,27 a
FL1013-U13-225 (=Q071/2015)	1495,07 a	16,42 a	1495,07 a
MNBT1020-1 (=Q007/2017)	1482,40 a	16,29 a	1482,40 a
UFRGS 087313-1	1325,82 b	14,56 b	1325,82 b
UFRGS 16Q6025-	1140,85 c	13,58 b	1235,92 b
SD120129 (Q026/2016) <sup>1</sup>	1145,06 c	12,58 c	1145,06 c
UFRGS 176350-2	938,51 d	12,18 c	1109,15 c
UFRGS 16Q6003-2	1015,88 c	12,09 c	1100,54 c
LA06065SBSBSB-47 (=Q57/2013)	1091,73 c	11,99 c	1091,73 c
LA90105C4-1-1-2-1 (=Q45/2003)	1091,38 c	11,99 c	1091,38 c
UFRGS 16Q6020-1	998,40 c	11,88 c	1081,60 c
UFRGS 16Q6026-2	910,30 d	11,82 c	1075,80 c
UFRGS 16Q6020-3	962,53 d	11,45 c	1042,74 c
UFRGS 16Q6031	858,88 d	11,15 c	1015,04 c
UFRGS176325-1	858,883 d	11,15 c	1015,04 c
UFRGS 176351-2	834,95 d	10,84 d	986,75 d
UFRGS 176060-3	811,63 d	10,54 d	959,20 d
UFRGS 176334-4	884,46 d	10,52 d	958,17 d
UFRGS 18QF7009-4 <sup>1</sup>	798,40 d	10,36 d	943,57 d
LA10041SSBS-80 (=Q072/2017)	863,75 d	10,28 d	935,73 d
UFRGS 18QF7009-5	725,78 e	9,42 d	857,74 d
UFRGS 18QF7009-1	702,68 e	9,12 d	830,44 d
UFRGS 146171-1	691,35 e	8,97 d	817,05 d
UFRGS 16Q6005-2	663,06 e	8,61 e	783,62 e
UFRGS 16Q6030-2 <sup>1</sup>	696,77 e	8,29 e	754,83 e
UFRGS 166098-3 <sup>1</sup>	629,95 e	8,18 e	744,49 e
UFRGS 16Q6010-3	590,42 f	7,66 e	697,77 e
UFRGS 16Q6003-1	566,00 f	7,35 e	668,91 e

Continuação TABELA 2. Área abaixo da curva de progresso da severidade da mancha negra nos 42 genótipos de aveia branca avaliados em 2020. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2020.

LA09082SBS-U11 (=Q096/2016)	565,75 f	7,34 e	668,61 e
UFRGS 16Q6010-1 <sup>1</sup>	552,45 f	7,17 e	652,90 e
UFRGS 166102B-1	541,75 f	7,03 e	640,25 e
FL 1013-5 (=Q091/2017)	514,68 f	6,68 e	608,26 e
FL 0610SS-N2	480,19 f	6,23 e	567,49 e
UFRGS 16Q6010-2	472,01 f	6,13 e	557,83 e
UFRGS 186013-3	252,55 g	9 3,60 f	328,32 f
UFRGS 186014-1	222,18 g	10 3,17 f	288,83 f
UFRGS 186097-1	195,58 g	14 2,79 f	254,25 f
UFRGS 186099-6	176,18 g	15 2,51 f	229,03 f
UFRGS 186014-3	174,10 g	12 2,48 f	226,33 f
UFRGS 186014-2 <sup>1</sup>	166,60 g	11 2,38 f	216,58 f
UFRGS 186094-6	152,02 g	13 2,17 f	197,63 f
URS BRAVA <sup>1</sup>	143,53 g	23 2,05 f	186,59 f
<b>CV (%)</b>	<b>20,93</b>	<b>21,21</b>	<b>21,21</b>

<sup>1</sup> Genótipos selecionados para análise no segundo ano. AACPD: Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença; AACPD-n: Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença normalizada; AACPD-nc: Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença normalizada e corrigida. \*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

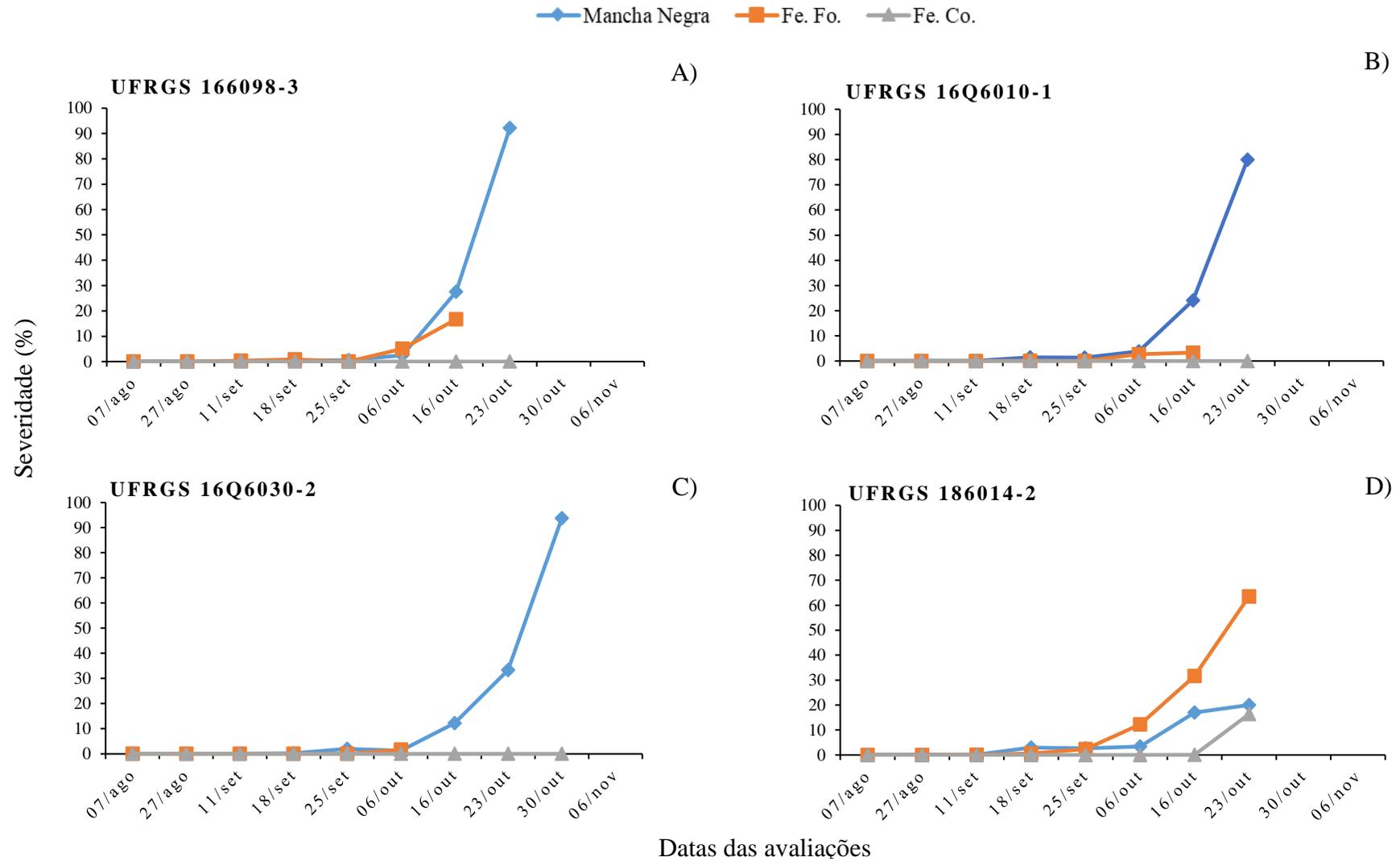
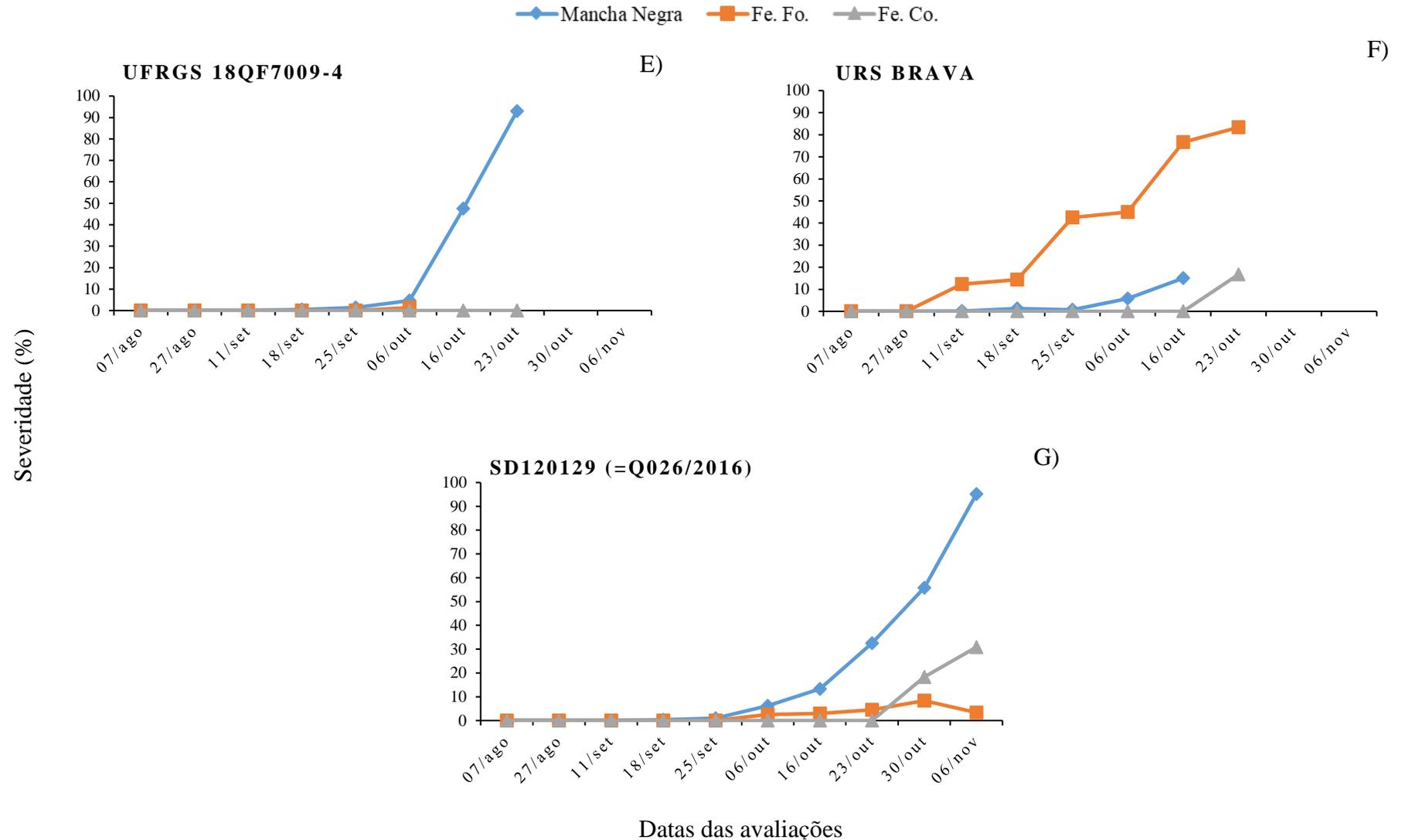


FIGURA 3. Curvas de progresso da severidade das doenças mancha negra (Mancha negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) sobre os genótipos de aveia branca UFRGS 166098-3 (A), UFRGS 16Q6010-1 (B), UFRGS 16Q6030-2 (C), UFRGS 186014-2 (D), UFRGS 18QF7009-4 (E), URS BRAVA (F), SD120129 (=Q026/2016) (G) no ano de 2020. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2020.



Continuação FIGURA 3. Curvas de progresso da severidade das doenças mancha negra (Mancha negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) sobre os genótipos de aveia branca UFRGS 166098-3 (A), UFRGS 16Q6010-1 (B), UFRGS 16Q6030-2 (C), UFRGS 186014-2 (D), UFRGS 18QF7009-4 (E), URS BRAVA (F), SD120129 (=Q026/2016) (G) no ano de 2020. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2020.

As curvas de progresso das doenças construídas para os outros 35 genótipos avaliados nesse ano encontram-se na seção de Apêndices (Apêndice C– AL). Dos sete genótipos selecionados, observa-se que UFRGS 166098-3 (1A), UFRGS 16Q6010-1 (1B), UFRGS 16Q6030-2 (1C) e UFRGS 18QF7009-4 (1E) demonstraram níveis altos de suscetibilidade à mancha negra e resistência à ferrugem da folha. Sobre eles, houve um aumento da severidade da mancha negra a partir do início de outubro, evoluindo, em menos de um mês, de severidades baixas, entre 1 e 3% para níveis altos, entre 80 e 93,75% de severidade, para UFRGS 16Q6010-1 e UFRGS 16Q6030-2, respectivamente.

O genótipo SD120129 (=Q026/2016), à semelhança dos quatro primeiros apresentados, demonstrou alta suscetibilidade à mancha negra, desde o início do ciclo, e teve o maior período de duração da epidemia da doença entre os demais (91 dias). Assim, na avaliação do dia seis de outubro, correspondente ao estágio de emborrachamento, a severidade estava em 6,17%, tendo aumentos progressivos até o dia seis de novembro, no estágio de grão massa mole, em que chegou a 95,17% de severidade. Esse mesmo genótipo destacou-se pela suscetibilidade à ferrugem do colmo, chegando a atingir 31,83% de severidade na última avaliação.

Diferentemente dos quatro genótipos anteriores, os genótipos UFRGS 186014-2 (1D) e URS Brava (1F) apresentaram comportamento diferenciado, por serem muito suscetíveis à ferrugem da folha, essa doença evoluiu sobre UFRGS 186014-2 rapidamente, com 2,6% de severidade a partir do estágio de florescimento, chegando a atingir 60% no estágio de grão massa dura, 38 dias após. Sobre URS Brava, a ferrugem da folha iniciou muito mais cedo, a partir do emborrachamento, no início do mês de setembro, chegando a 83% de severidade na avaliação do dia 23 de outubro. A ferrugem do colmo apareceu de forma significativa na fase final da cultura, a uma taxa de 16,67% em Brava e de 16,33% em UFRGS 186014-2.

#### **4.2 Avaliação da severidade da mancha negra no ano de 2021**

A primeira doença a se manifestar foi a ferrugem da folha seguida da mancha negra e da ferrugem do colmo. O período entre a semeadura e a colheita variou entre 134 e 141 dias, entre os genótipos selecionados. Os dados meteorológicos (Apêndice AP) mostraram que a temperatura máxima variou entre 9,3 e 36,3 °C, com média de 23,01 °C. A temperatura mínima variou entre 2,3 e 21,7 °C, com média de 13,47 °C. A temperatura média diária, durante todo o ciclo da cultura, variou entre 6,7 e 27,2 °C, com média geral de 17,37 °C. A média mensal variou de 13,6 (julho) a 21,9 °C (novembro). O volume de chuva acumulada

durante o ciclo da cultura foi de 562,00 mm, distribuídos entre os meses setembro (195,8 mm), seguido de junho (172,2 mm), agosto (135 mm), novembro (85 mm), outubro (66,8 mm) e julho (47,6 mm).

No ano de 2021, as temperaturas no início do período experimental (julho e agosto) foram semelhantes as do ano anterior. Já o volume pluviométrico foi menor em junho e julho, mas em agosto veio a se recuperar, com chuvas a partir da segunda quinzena de agosto (na primeira quinzena foram apenas 10 mm) com um acúmulo de 125 mm, sendo 99,2 mm apenas entre os dias 25 e 26. Apesar disso, o volume de chuvas foi menor nesse ano.

A primeira avaliação das doenças foi realizada sobre todos os genótipos após decorridos 46 dias da semeadura, sendo realizada na data de 10 de agosto. Da mesma forma que no ano anterior, a mancha negra incidiu sobre todos os sete genótipos avaliados e foram observadas variações na severidade dessa doença (Figura 4).

A AACPD média foi de 346,30, variando entre 87,42 (UFRGS 16Q6030-2) a 1024,96 (UFRGS 18QF7009-4). A média da AACPD-n foi de 9,35, variando entre 2,08 (UFRGS 16Q6030-2) a 24,40.(UFRGS 18QF7009-4). A média da AACPD-nc foi de 392,71, variando entre 87,42 (UFRGS 16Q6030-2) a 1024,96 (UFRGS 18QF7009-4).

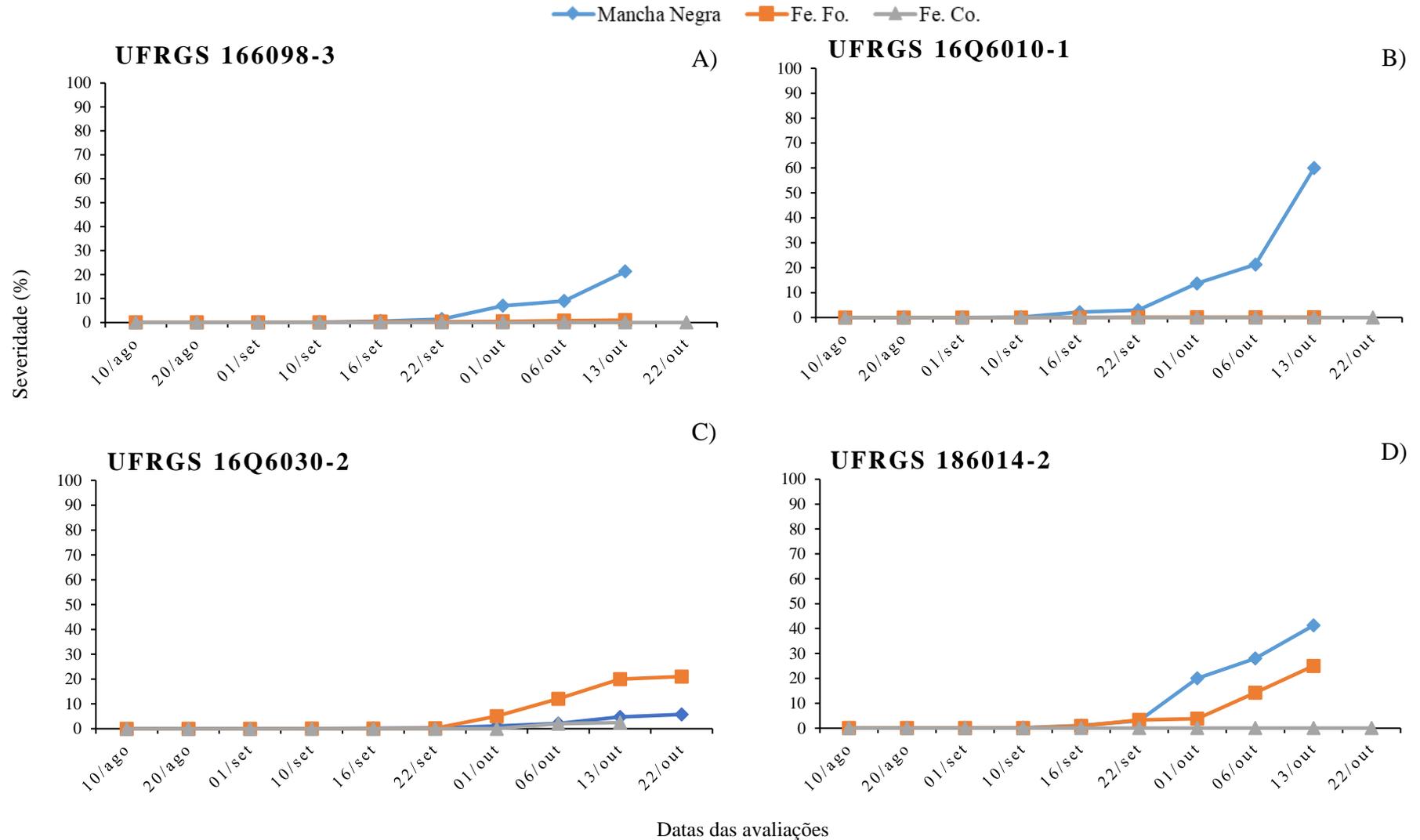
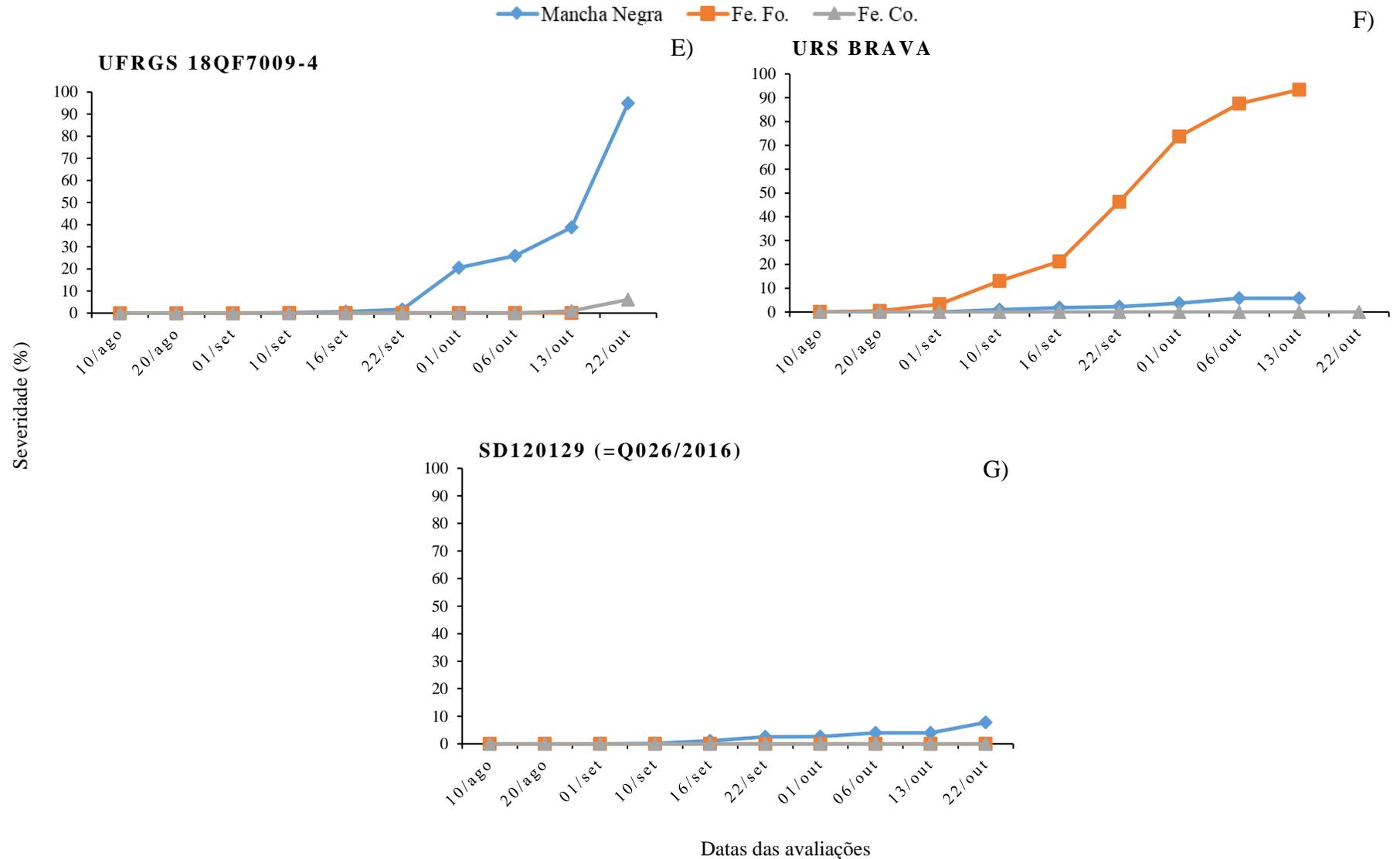


FIGURA 4. Curvas de progresso da severidade das doenças mancha negra (Mancha negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) sobre genótipos de aveia branca UFRGS 166098-3 (A), UFRGS 16Q6010-1 (B), UFRGS 16Q6030-2 (C), UFRGS 186014-2 (D), UFRGS 18QF7009-4 (E), URS BRAVA (F), SD120129 (=Q026/2016) (G) no ano de 2021. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2021.



Continuação FIGURA 4. Curvas de progresso da severidade das doenças mancha negra (Mancha negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) sobre genótipos de aveia branca UFRGS 166098-3 (A), UFRGS 16Q6010-1 (B), UFRGS 16Q6030-2 (C), UFRGS 186014-2 (D), UFRGS 18QF7009-4 (E), URS BRAVA (F), SD120129 (=Q026/2016) (G) no ano de 2021. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2021.

O genótipo UFRGS 18QF7009-4 (Figura 4E) foi um dos genótipos mais suscetíveis, com uma severidade média final de 95,00%. O genótipo UFRGS 16Q6010-1 (Figura 4B) apresentou severidade média final intermediária, de 60,00%, e, no outro extremo, agruparam-se genótipos que apresentaram severidades inferiores, como UFRGS 186014-2 (41,25%) (Figura 4D), UFRGS 166098-3 (21,25%) (Figura 4A), SD120129 (=Q026/2016) (7,5%) (Figura 4G), UFRGS 16Q6030-2 (5,75%) (Figura 4C) e URS Brava (5,75%) (Figura 4F).

Dentre todos os genótipos, SD120129 (=Q026/2016) destacou-se nessa seleção, uma vez que demonstrou alta resistência para ambas as doenças, mancha negra e ferrugem da folha. De forma semelhante, o genótipo UFRGS 166098-3, apresentou bons níveis de resistência, com valor severidade final para mancha negra de 21,25% e de 1% para a ferrugem da folha até o momento anterior à colheita.

No ano de 2020 a severidade final média da mancha negra variou entre 15 (URS Brava) a 95,17% SD120129 (=Q026/2016), com média de  $69,87 \pm 36,15$  % (média  $\pm$  desvio padrão) entre os sete genótipos selecionados. Considerando-se os 42 genótipos avaliados, a média ficou em  $80,38\% \pm 25,90\%$ , com valores variando de 5 a 90%.

As média da severidade final e AACPD normalizada e corrigida, para os sete genótipos avaliados no ano de 2021, é apresentada na Tabela 3.

TABELA 3. Médias da severidade final (%) e da AACPD corrigida para genótipos de aveia branca no ano de 2021. Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2021.

Genótipos	Severidade final	AACPD
	(%) <sup>1</sup>	corrigida
	<b>2021</b>	
UFRGS 18QF7009-4	95,00 a	1024,96 a
UFRGS 16Q6010-1	60,00 b	597,67 b
UFRGS 186014-2	41,25 c	542,15 b
UFRGS 166098-3	21,25 d	251,57 c
UFRGS 16Q6030-2	5,75 e	87,42 c
URS Brava	5,75 e	124,54 c
SD 120129 (Q026/2016)	7,75 e	120,66 c
<b>Média</b>	33,82	392,71
<b>CV (%)</b>	9,64	20,75

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>1</sup> Os dados originais foram transformados utilizando  $\log_{10}$ .

No ano de 2021, a severidade final média, entre os sete genótipos analisados, variou de 5,75 (UFRGS 16Q6030-2 e URS Brava) a 95,00 % (UFRGS 18QF7009-4), com média geral de  $33,83\% \pm 33,90\%$ . O genótipo com a maior severidade média final foi UFRGS 18QF7009-4 (95%), que diferiu significativamente de UFRGS 16Q6010-1 (60%). O genótipo UFRGS 186014-2 também diferiu significativamente dos demais, apresentando severidade final média de 42,25%. UFRGS 166098-3 apresentou valores médios de 21,25%, também diferindo significativamente dos outros genótipos. Os menores valores de severidade final média não diferiram entre SD120129 (=Q026/2016) (7,75%) e os genótipos UFRGS 16Q6030-2 e URS Brava, com 5,75% de severidade final.

A AACPD corrigida seguiu, de modo geral, o comportamento das severidades finais, de forma que as maiores áreas foram registradas para UFRGS 18QF7009-4 (1024,96) e a menor para UFRGS 166098-3 (251,57), UFRGS 16Q6030-2 (87,42), URS Brava (124,54) e SD120129 (=Q026/2016) (120,66).

O rendimento de grãos da aveia (Tabela 4) foi mais severamente impactado naqueles genótipos atacados por mais de um patógeno, conforme destacado anteriormente para a cultivar URS Brava, com valores variando entre 2250,00 (UFRGS 18QF7009-4) a 1226,67  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (URS Brava), respectivamente. Os menores valores de peso de mil sementes foram verificados para os genótipos URS Brava (26,77g) e SD120129 (Q026/2016) (36,54g), não diferindo significativamente de UFRGS 186014-2 (44,47g).

TABELA 4. Médias do rendimento e peso de mil sementes para os genótipos de aveia branca selecionados. Laboratório de Cereais de Inverno/UFRGS, 2021.

<b>Genótipos</b>	<b>Rendimento (<math>\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}</math>)*</b>	<b>Peso de mil sementes (g)*</b>
UFRGS 16Q6030-2	5240,00 a	53,86 a
UFRGS 166098-3	4617,67 ab	53,17 a
SD 120129 (Q026/2016)	4573,33 ab	36,54 bc
UFRGS 186014-2	4371,67 b	44,87 ab
UFRGS 16Q6010-1	4255,00 b	57,28 a
UFRGS 18QF7009-4	2250,00 c	57,55 a
URS Brava	1226,67 c	26,77 c
<b>Média</b>	3790,48	47,14
<b>CV (%)</b>	11,12	12,73

\* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 4.3 Comparativo entre os resultados dos anos 2020 e 2021

As médias das diferentes áreas de cada genótipo foram comparadas entre os dois anos pelo teste *t* e são apresentadas na Figura 5 (A-C). As comparações das AACPD mostraram o comportamento dos genótipos dependendo do tipo de área calculada, se total (Figura 5A), AACPD-n (Figura 5B) ou AACPD-nc (Figura 5C). Os valores da AACPD, normalizada e corrigida pouco diferiram entre si na avaliação dos diferentes genótipos quanto à reação de resistência à mancha negra.

Em 2020, SD120129 (=Q026/2016) foi o genótipo com a maior AACPD média total, demonstrando ter sido o mais infectado pela mancha negra (Figura 5A). A normalização da AACPD no genótipo UFRGS 18QF7009-4 (Figura 5B) equiparou esse genótipo ao SD120129 (=Q026/2016), os quais foram considerados mais suscetíveis naquele ano. Esse mesmo comportamento de UFRGS 18QF7009-4 permaneceu quando a área desse genótipo foi corrigida (Figura 5C). O demais seis genótipos não diferiram entre si, para as três áreas determinadas. O genótipo UFRGS 186014-2 e a cultivar URS Brava mantiveram-se com as menores áreas (total, normalizada e corrigida) em 2020.

No ano de 2021 não foram verificadas diferenças entre os três tipos de áreas, uma vez que os resultados dos genótipos não variaram daquele expresso pela área total. Nesse ano, o genótipo URS Brava, assim como verificado em 2020, integralizou uma das menores áreas registradas, além dos genótipos UFRGS 166098-3, UFRGS 16Q6030-2 e SD120129 (=Q026/2016), que apresentaram as menores áreas, não diferindo entre si.

Considerando-se a AACPD total, verifica-se que houve diferença significativa entre os anos de 2020 e de 2021, prevalecendo áreas maiores em 2020 para os genótipos UFRGS 166098-3, UFRGS 16Q6030-2, URS Brava e SD 120129 (=Q026/2016). A área total de UFRGS 186014-2 foi maior em 2021. A partir das áreas normalizadas, os genótipos UFRGS 16Q6010-1, UFRGS 186014-2, UFRGS 18QF7009-4 e URS Brava diferiram para áreas maiores em 2021. Com as AACPD corrigidas, as diferenças entre os anos de 2020 e 2021 mantiveram-se as descritas para a AACPD total.

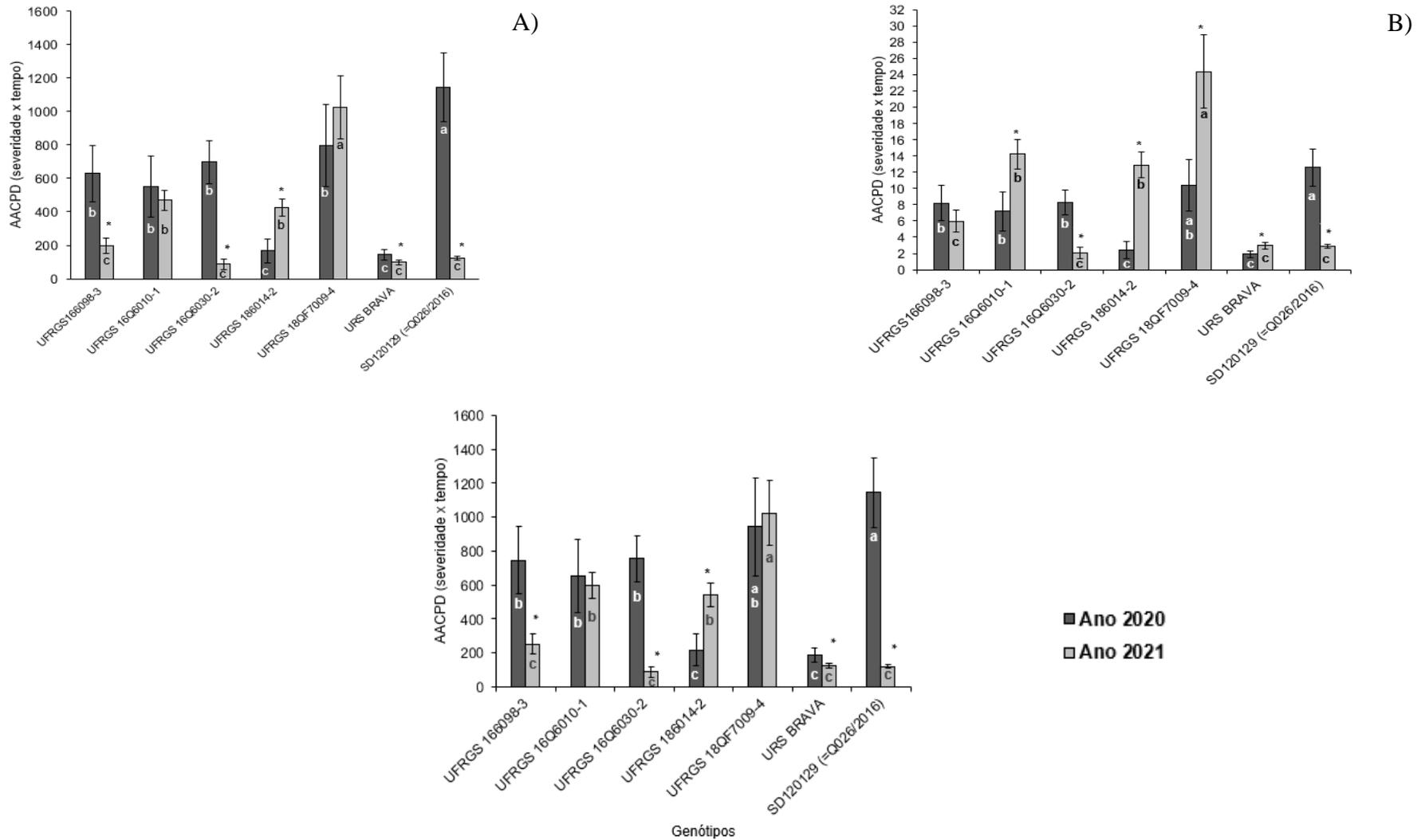


FIGURA 5. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) mancha negra (*P. chaetomioides* Speg.) (A), AACPD-n (B) e AACPD-nc (C) em sete genótipos de aveia branca (*Avena sativa* L.), quantificada nos anos de 2020 e 2021. Médias seguidas de letras distintas dentro de cada ano, diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Diferença significativa (\*) do genótipo entre os anos pelo teste *t* a 5% de probabilidade. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2020/21.

#### 4.4 Incidência de *P. chaetomioides* e outros patógenos nas sementes

Nas sementes colhidas em 2020, o patógeno *P. chaetomioides* apareceu com maior incidência, (92,07%), seguido de *Alternaria* sp. (88,57%) e *Fusarium* sp. (5,50%). Na Figura 6 encontram-se os resultados de incidência de *P. chaetomioides* nas sementes dos sete genótipos de aveia branca. Os genótipos UFRGS 166098-3 e UFRGS 16Q6010-1 apresentaram a menor incidência do patógeno.

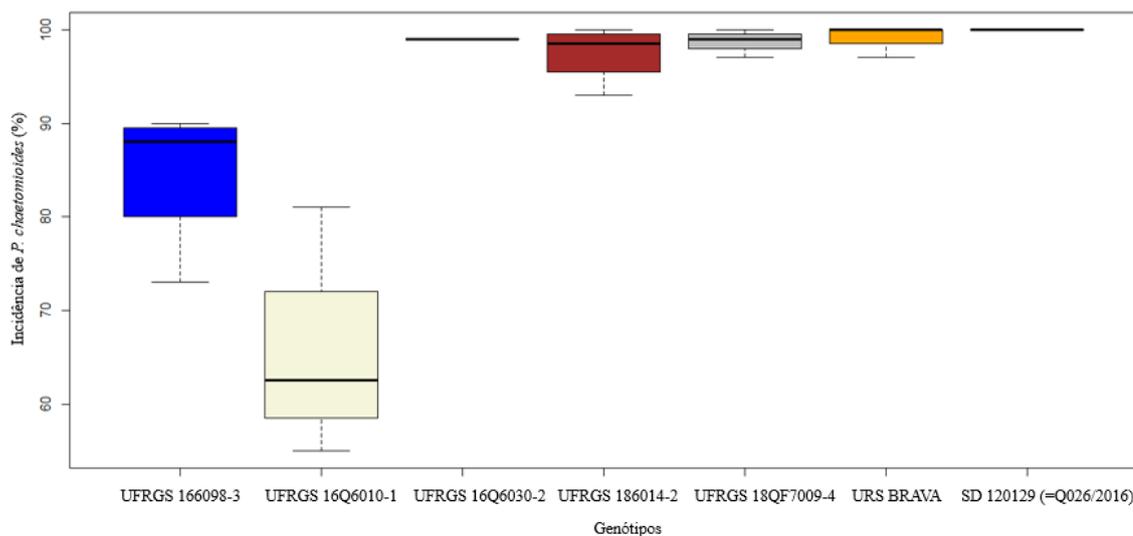


FIGURA 6. Incidência de *P. chaetomioides* nos genótipos de aveia branca UFRGS 166098-3, UFRGS 16Q6010-1, UFRGS 16Q6030-2, UFRGS 186014-2, UFRGS 18QF7009-4, URS Brava e SD 120129 (=Q026/2016). Laboratório de Cereais de Inverno, 2020.

Para a *Alternaria* sp. (Figura 7) podemos destacar uma tendência de comportamento bastante semelhante ao observado para *P. chaetomioides*. Nos dois primeiros genótipos, UFRGS 166098-3 e UFRGS 16Q610-1, a incidência variou de 60 a 90 %. Os outros cinco genótipos, na sequência, também apresentaram valores elevados de incidência de *Alternaria* sp. Nesses, a incidência ficou entre 90 a 100%. Além disso, os genótipos UFRGS 186014-2, UFRGS 18QF7009-4 e URS Brava apresentaram valores de incidência do patógeno próximos aos verificados para UFRGS 166098-3.

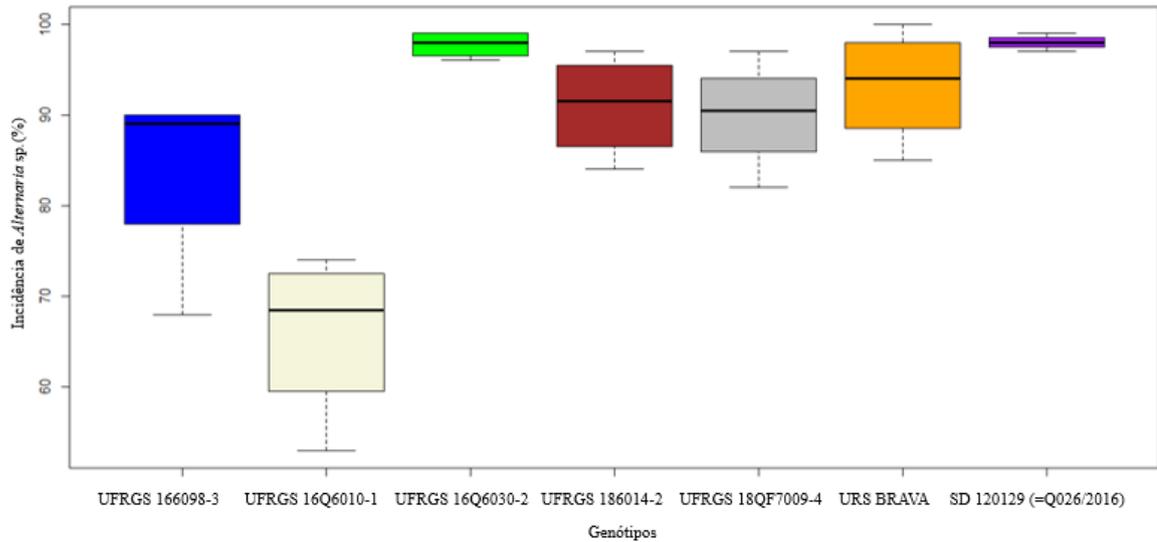


FIGURA 7. Incidência de *Alternaria* sp. nos genótipos de aveia branca UFRGS 166098-3, UFRGS 16Q6010-1, UFRGS 16Q6030-2, UFRGS 186014-2, UFRGS 18QF7009-4, URS Brava e SD 120129 (=Q026/2016). Laboratório de Cereais de Inverno, 2020.

As incidências de *Fusarium* sp. nas sementes foram baixas, quando comparadas com *P. chaetomioides* e *Alternaria* sp. e, de um modo geral, muito variáveis, como pode ser visualizado na Figura 8 abaixo.

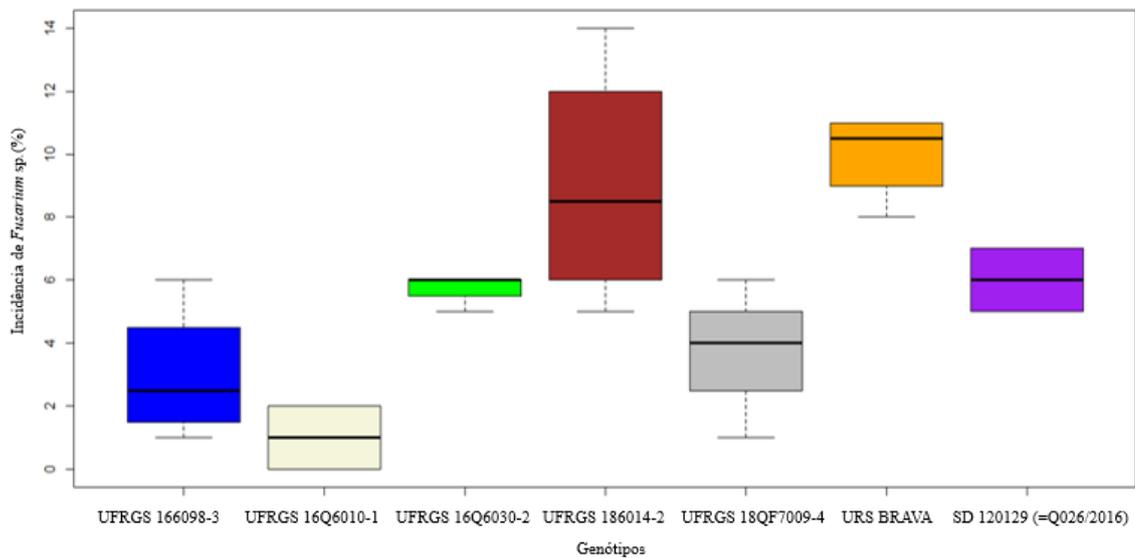


FIGURA 8. Incidência de *Fusarium* sp. nos genótipos de aveia branca UFRGS 166098-3, UFRGS 16Q6010-1, UFRGS 16Q6030-2, UFRGS 186014-2, UFRGS 18QF7009-4, URS Brava e SD 120129 (=Q026/2016). Laboratório de Cereais de Inverno, 2020.

Quanto às sementes colhidas no ano de 2021, a incidência média do patógeno *Alternaria* sp. foi de 73,59%, superando inclusive os valores registrados para *P. chaetomioides* (62,14%). A incidência de *Fusarium* sp. foi 29,34% nesse ano.

Para o patógeno *Alternaria* sp. (Figura 9), os dois genótipos, UFRGS 166098-3 e UFRGS 16Q6010-1 foram os que apresentaram os menores valores de incidência, contudo diferiram estatisticamente entre si, sendo o genótipo UFRGS 16Q6010-1 o que apresentou a menor incidência dentre todos os genótipos. As taxas de incidência variaram de 43,88 (UFRGS 16Q6010-1) a 86,50% (UFRGS 18QF7009-4). Foi verificada diferença estatística significativa entre os genótipos, sendo que as maiores médias foram observadas para UFRGS 16Q6030-2 (83%), UFRGS 186014-2 (76,50%), UFRGS 18QF7009-4 (86,50%), URS Brava (82,25%) e SD 12019 (=Q026/2016) (82,75%), todas semelhantes entre si. Na sequência, com uma taxa de incidência significativamente menor, há o genótipo UFRGS 166098-3. O genótipo UFRGS 16Q6010-1 foi o que apresentou a menor incidência (44,88%).

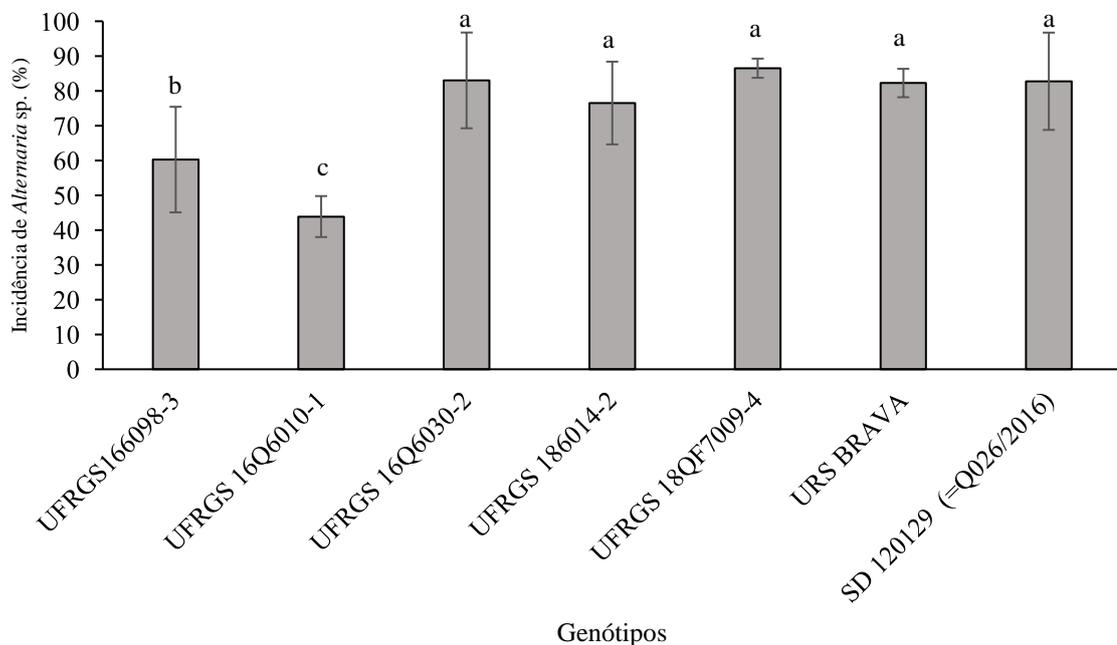


FIGURA 9. Incidência de *Alternaria* sp. em sementes de aveia branca dos genótipos UFRGS 166098-3, UFRGS 16Q6010-1, UFRGS 16Q6030-2, UFRGS 186014-2, UFRGS 18QF7009-4, URS Brava e SD 120129 (=Q026/2016) em 2021. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Laboratório de Cereais de Inverno, 2021.

A incidência de *P. chaetomioides* (Figura 10) sobre as sementes teve um comportamento bastante semelhante ao verificado para *Alternaria* sp., no momento em que os dois genótipos, UFRGS 166098-3 (36,88%) e UFRGS 16Q6010-1 (26,00%), apresentaram as menores incidências dos patógenos. Ambos os genótipos mostraram-se estatisticamente iguais e diferentes dos demais. Os valores de incidência dentre os genótipos variaram de 26,00 (UFRGS 16Q6010-1) a 86,63% (UFRGS 18QF7009-4). Houve diferença

estatística significativa para o genótipo UFRGS 18QF7009-4, que apresentou o maior valor de incidência de *P. chaetomioides* (86,63%).

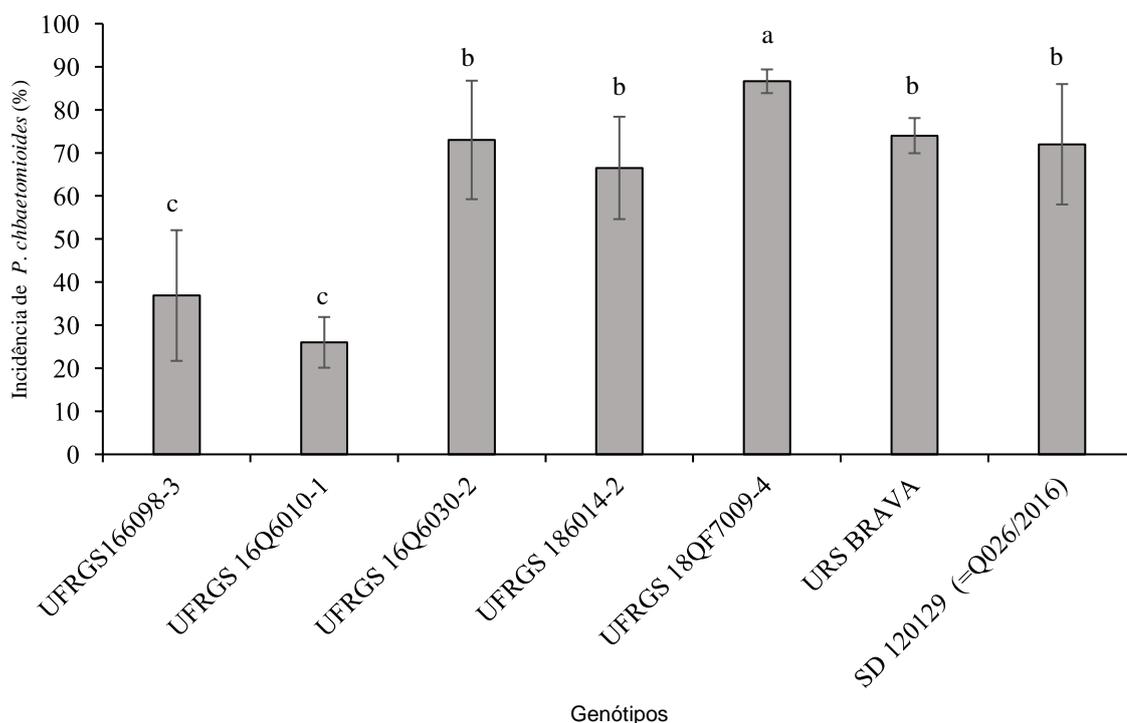


FIGURA 10. Incidência de *P. chaetomioides* em sementes de aveia branca dos genótipos UFRGS 166098-3, UFRGS 16Q6010-1, UFRGS 16Q6030-2, UFRGS 186014-2, UFRGS 18QF7009-4, URS Brava e SD 120129 (=Q026/2016) em 2021. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Laboratório de Cereais de Inverno, 2021.

A incidência do patógeno *Fusarium* sp. (Figura 11) nas sementes de aveia branca dos genótipos variou de 17,88 (URS Brava) a 44,50% (UFRGS 166098-3) com média de 29,34%, sendo esse o patógeno encontrado em menor frequência, dentre os três analisados. Além disso, destaca-se que os dados de incidência de *Fusarium* sp. sobre as sementes apresentaram elevado coeficiente de variação (21,27%), comparativamente aos valores encontrados para *Alternaria* sp. (7,99%) e *P. chaetomioides* (8,68%). Os genótipos que apresentaram as maiores incidências do patógeno *Fusarium* sp. foram UFRGS 166098-3 (44,50%), UFRGS 16Q6010-1 (39,50%) e SD120129 (=Q026/2016) (36,88%), não diferindo estatisticamente entre si. Ao mesmo tempo, UFRGS 16Q6010-1 não diferiu de UFRGS 16Q6030-2 (26,75%) e de SD120129 (=Q026/2016). Além disso, os genótipos que apresentaram as menores incidências do patógeno nesse trabalho, UFRGS 16Q6030-2, UFRGS 186014-2 (20,25%), UFRGS 18QF7009-4 (19,63%) e URS Brava (17,88%), também não diferiram significativamente entre si.

O genótipo UFRGS 16Q6010-1 apresentou, no ano de 2021, uma elevada incidência de *Fusarium* sp. em suas inflorescências. Sua ocorrência foi registrada desde o início de outubro, momento em que o genótipo encontrava-se no estágio de grão leitoso. Vale relatar que após a colheita das parcelas, no ano de 2021, observou-se que as semente do genótipo SD 120129 (=Q026/2016) apresentaram-se extremamente escuras e manchadas quando comparadas com os demais genótipos (Apêndice AQ).

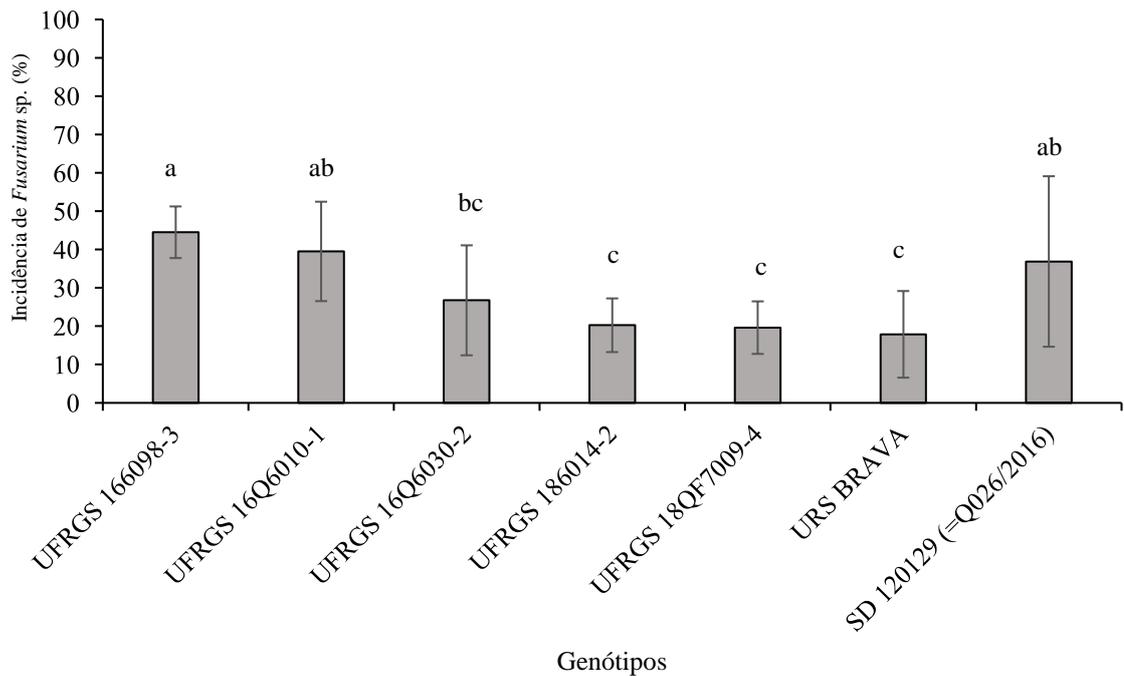


FIGURA 11. Incidência de *Fusarium* sp. em sementes de aveia branca dos genótipos UFRGS 166098-3, UFRGS 16Q6010-1, UFRGS 16Q6030-2, UFRGS 186014-2, UFRGS 18QF7009-4, URS Brava e SD 120129 (=Q026/2016) em 2021. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Laboratório de Cereais de Inverno, 2021.

## 5 DISCUSSÃO

Os genótipos de aveia suscetíveis, juntamente com as condições de temperatura e de precipitação prevalentes durante o ciclo da cultura, bem como a presença de inóculo de *P. chaetomioides* propiciaram a ocorrência da epidemia da mancha negra, bem como das ferrugens (da folha e do colmo). Campbell e Madden (1990) destaca que em todo ambiente de cultivo, o grande impasse é completar o chamado triângulo das relações patógeno-hospedeiro, havendo não apenas a necessidade do patógeno virulento, mas também do hospedeiro suscetível e de um ambiente favorável para que a doença se estabeleça.

A partir da análise dos boletins meteorológicos (Apêndices AO e AP) é possível fazer inferências relacionadas às condições ambientais que ocorreram durante a realização dos experimentos e que servem de suporte para explicar os comportamentos epidemiológicos observados.

As temperaturas no início do ciclo da aveia no ano de 2020 foram relativamente baixas, tendo sido registradas inclusive temperaturas mínimas de 2,7 °C em 15 e 30 de julho e em agosto, nos dias 21 e 22, com 4 °C. Isso fez com que não apenas o desenvolvimento inicial da epidemia de mancha negra, fosse influenciado negativamente, apesar de haver disponibilidade de umidade pela ocorrência de precipitação distribuída nos meses de julho (294 mm) e agosto (78,2 mm).

No início de agosto, na primeira avaliação, verificou-se severidades baixas de mancha negra, registradas como “traços”, correspondentes ao valor de 0,01% de severidade para a maioria dos 42 genótipos avaliados. Em julho, apesar de haver disponibilidade de umidade, tendo em vista um volume de chuva acumulada de 201,4 mm apenas na primeira quinzena, a temperatura se manteve em médias baixas, não possibilitando grandes acréscimos na severidade de *P. chaetomioides* na cultura. Na primeira quinzena do mês de setembro de 2020, as temperaturas elevaram-se e vieram acompanhadas de um volume de chuvas que totalizou 54 mm, proporcionando o aumento expressivo da severidade média da mancha negra na maioria dos genótipos. As chuvas acumularam na primeira quinzena, com 143,8 mm e mais 79 mm até o fim de setembro. Portanto, acredita-se que a temperatura e a

umidade relativa acima de 80%, conjugada às lesões já existentes, estimularam a conidiogênese e a disseminação dos conídios de *P. chaetomioides* para as folhas superiores, resultando em aumento da severidade média da doença. Ocorreu precipitação entre os dias 1 a 5 de outubro e entre os dias 8 e 10 desse mês, totalizando 52,2 mm. As temperaturas registradas (16,8 a 24,4 °C), especialmente a partir da segunda quinzena do mês de outubro contemplaram o intervalo requerido para o ótimo desenvolvimento da epidemia. Como resultado, na avaliação do dia 23 de outubro a severidade média registrada foi de 80% entre os 42 genótipos, variando de 5 a 100 %. Mehta (1999) destacou que a severidade da mancha negra pode variar de acordo com o genótipo, podendo chegar a valores de 80% da área foliar afetada. No presente estudo, esses valores chegaram a 100% da área foliar afetada em 2020. Portanto, verifica-se que as condições realmente foram favoráveis ao estabelecimento da epidemia da mancha negra no primeiro ano de experimento, mostrando que sob condições favoráveis ao desenvolvimento do patógeno, a mancha negra torna-se uma doença bastante destrutiva.

Em 2020, todos os genótipos apresentaram elevadas severidades de mancha negra e naqueles que não apresentaram altas severidades finais, pressupõe-se que tenha sido por conta da ferrugem da folha que incidiu previamente sobre esses genótipos suscetíveis. No entanto, o fato mais agravante nesse ano foi uma situação atípica que desencadeou sintomatologias de clorose, seguida da senescência foliar no terço médio inferior das plantas, no início do ciclo da cultura. Essa sintomatologia foi observada de forma generalizada no campo e influenciou no progresso da mancha negra. Inicialmente pressupunha-se que os sintomas, observados pela primeira vez na avaliação do dia 27 de agosto, tinham origem patogênica. Nesse sentido, após tentativas de isolamento do possível patógeno e de observações a campo da progressão não característica da mancha negra, por volta da sexta avaliação, na data de 06 de outubro daquele ano, verificou-se que se tratava, na verdade, de uma reação ao estresse abiótico. Nesse sentido, é possível que tal estresse tenha sido provocado por uma combinação de estresses por baixas temperaturas associadas a uma condição de seca logo na fase de emergência da cultura, a partir do estágio fenológico 10 de Zadoks, Chang e Konzak (1974). Nesse sentido, é importante destacar que a cultura passou por temperaturas baixas e geadas consecutivas nas semanas do dia 03 e 15 de julho, que potencializaram o estresse hídrico que já estava ocorrendo. Segundo Conab (2021), as condições climáticas em 2020 não foram favoráveis à cultura da aveia, devido à ocorrência de geadas e a prolongada falta de chuvas em algumas regiões brasileiras.

Assim, observa-se que a antecipada senescência das folhas basais da aveia foi um componente importante na análise do patossistema *P. chaetomioides* x *Avena sativa*. Uma

hipótese plausível é a de que a condição de estresse estabelecida tenha sido determinante para os resultados observados, visto que a mancha negra teve um aumento explosivo, mediante uma grande disponibilidade de inóculo a partir das folhas do terço médio inferior senescentes, que serviram de substrato para a fase necrotrófica de *P. chaetomioides*. Dessa forma, em meados de outubro, a disponibilidade de umidade e o acréscimo na temperatura, potencializaram o ciclo do patógeno, submetendo os tecidos sadios a uma grande quantidade de inóculo.

Ainda em 2020, outro fator que pode ter interferido na determinação da severidade da mancha negra foi a presença antecipada de pústulas de ferrugem da folha em alguns genótipos suscetíveis a essa doença, como o genótipo UFRGS 186014-2 (Figura 3D), em que se registrou severidade média final de 63,50%, mas principalmente a cultivar URS Brava (Figura 3F), que alcançou a severidade média final de 93,33%. Conforme destacado por Mehta (2001), as doenças foliares da aveia mais importantes no estado do Paraná são a ferrugem da folha e a mancha negra.

Além disso, destaca-se que a senescência foliar precoce pode ter interferido de outra forma nas determinações da severidade da mancha negra sobre os genótipos de aveia. Isso está relacionado ao fato de que, no processo de senescência, a folha perde água e, conseqüentemente, área, assim tende a aumentar a proporção da lesão da mancha negra em relação à área da folha não ocupada pela lesão, o que pode ter gerado uma superestimativa da severidade da doença nos estágios de desenvolvimento subsequentes da cultura.

As avaliações de severidade da mancha negra em 2021 tiveram início no dia 15 de agosto ou 40 dias após a emergência, quando a cultura da aveia apresentava entre cinco e seis folhas expandidas. As temperaturas médias do ar nos primeiros dias do mês de setembro foram consideravelmente mais altas do que em 2020, enquanto a precipitação foi menor do que em 2020, com os maiores valores (157,6 mm) concentrando-se na primeira quinzena e o restante (32,8 mm) até o final do mês de setembro. Dentre os genótipos avaliados nesse segundo experimento, destaca-se o material UFRGS 18QF7009-4 (Figura 4 E), que na primeira avaliação do mês de outubro, ocorrida no primeiro dia daquele mês, teve a severidade de mancha negra aumentada mais de doze vezes quando comparada ao valor de 1,63%, obtido na avaliação anterior (22 de setembro). Nessa data, o genótipo encontrava-se na fase de início da extrusão da panícula, correspondente à fase de desenvolvimento 50 de Zadoks, Chang e Konzak (1974). Nesse período, com exceção do genótipo SD120129 (=Q026/2016), que se encontrava na fase de emborrachamento, os demais genótipos já estavam na fase reprodutiva.

Nos primeiros 13 dias do mês de outubro de 2021, as precipitações ocorreram em menor volume do que em 2020, contudo parece terem sido suficientes para o acréscimo na severidade da mancha negra constatada nos genótipos UFRGS 166098-3, UFRGS 16Q6010-1, UFRGS 186014-2 e especialmente em UFRGS 18QF7009-4, que alcançou 95% de severidade de mancha negra no estágio de desenvolvimento 75, conforme escala de Zadoks, Chang e Konzak (1974), ou estágio de grão leitoso. Segundo Rosa (2002), a maior produção de conídios em folhas de aveia branca é positivamente influenciada pela precipitação e ocorre quando as culturas encontram-se nos estádios de grão leitoso e grão em massa mole do desenvolvimento das cariopses.

Em 2021, o progresso da mancha negra também parece ter sido interferido pela presença da ferrugem da folha, como por exemplo em UFRGS 186014-2, a qual chegou a atingir 25% de severidade dessa doença no final do ciclo, enquanto a mancha negra atingiu severidade de 41,25%. De forma semelhante, o genótipo UFRGS 16Q6030-2 apresentou severidade da ferrugem da folha de 20% e de mancha negra de 5,75%. Também destaca-se a cultivar URS Brava que, da mesma forma ocorrida em 2020, sofreu alta severidade de ferrugem da folha, chegando ao valor de severidade final média de 93,33%, o que foi determinante para a severidade reduzida observada para a mancha negra, que foi de apenas 5,80%. Assim, é provável que o não avanço da mancha negra nesses materiais citados tenha sido ocasionado pela prevalência da ferrugem da folha em detrimento da mancha negra.

É válido destacar que em 2021 o progresso da mancha negra foi contrastante entre os genótipos UFRGS 16Q6030-2 e SD120129 (=Q026/2016), comparativamente ao genótipo UFRGS 18QF7009-4. Nos primeiros genótipos, aparentemente mais resistentes, verificou-se uma baixa infecção por *P. chaetomioides*. Como consequência, pôde-se observar o progresso lento da mancha negra sobre esses genótipos e severidade final e AACPD reduzidas (Tabela 4). Os efeitos tornam-se ainda mais evidentes quando o progresso da mancha negra nos referidos genótipos foi comparado aos resultados do genótipo UFRGS 18QF7009-4, que demonstrou um comportamento de elevada suscetibilidade em 2020 e que foi o mais suscetível em 2021. Em 2021 foi constatada uma observação bastante particular para esse genótipo, tendo em vista a predominância de lesões de grande tamanho causadas por *P. chaetomioides*, distintas dos demais genótipos, que logo coalesceram, chegando a ocupar grande parte do tecido foliar. Como resultado, em UFRGS 18QF7009-4 as lesões da mancha negra progrediram até atingir 95% de severidade na última avaliação do ano de 2021 e AACPD maior em 2021 do que em 2020. De modo semelhante, Silva (2009), verificou que as lesões de mancha negra ocorreram em maior quantidade e tamanho no padrão suscetível, sendo claramente distintas do padrão resistente. A mesma autora considera que o

lento progresso da mancha negra seja o efeito primário da resistência quantitativa em plantas resistentes ou parcialmente resistentes (Silva, 2012). Segundo Thomé *et al.* (1999), o tamanho e a quantidade de lesões refletem a resistência da planta à colonização e à multiplicação do patógeno.

Analisando-se o comportamento das curvas de progresso da mancha negra para os genótipos UFRGS 166098-3 e SD120129 (=Q026/2016) em 2021, ambos genótipos não infectados pelas ferrugens, pode-se inferir que possuem um nível satisfatório de resistência à mancha negra. Essa percepção está de acordo com Silva *et al.* (2012), ao demonstrarem que há resistência à mancha negra a campo em genótipos bem adaptados ao ambiente, que apresentam um baixo progresso da doença, representado pelos baixos valores de AACPD. Como pode ser observado, no ano de 2021 foi possível diferenciar os genótipos com maior acurácia, no momento em que puderam ser apontados genótipos com níveis satisfatórios de resistência à *P. chaetomioides*, bem como genótipos suscetíveis.

A partir da análise conjunta dos dados, observou-se que a mancha negra incidiu sobre todos os 42 genótipos avaliados nesse trabalho, com variações na severidade, mostrando que há variabilidade genética fenotípica para a suscetibilidade a essa doença em genótipos de aveia branca. A ausência de imunidade também foi observada por Silva (2009) e por Nunes (2014), quando testaram a resistência à mancha negra de 26 e 34 genótipos de aveia, respectivamente, sob condições naturais de infecção. Conforme relata Nunes (2014), a seleção para a resistência à *P. chaetomioides* não é uma tarefa fácil, inclusive pela dificuldade de avaliação eficiente da moléstia, sendo difícil distinguir pequenas diferenças na resistência entre genótipos.

Quando analisada a precipitação no ano de 2021, o volume foi menor, sendo registrado 562 mm, comparativamente a 813,4 mm em 2020 (diferença de 251,4 mm), tornando-se assim perceptível a disparidade entre os dados de severidade entre os dois anos. Segundo Conab (2022a) na safra de 2021, houveram precipitações abaixo do esperado para a cultura da aveia no Rio Grande do Sul. Assim, na comparação entre os dois anos, a severidade da mancha negra nos sete genótipos em 2021, permaneceu em níveis baixos e menores do que em 2020. De forma semelhante, Cegieáko, Kiecana e Kachlicki (2011) investigando a infecção de genótipos de aveia por *P. chaetomioides* em duas safras, verificou a presença da doença nos dois anos, embora menos comum na estação de crescimento mais seca.

Os dados obtidos no segundo ano, 2021, foram obtidos a partir de parcelas maiores, o que pressupõe um maior nível de confiabilidade das observações desse experimento do que as do ano anterior. Além disso, destaca-se que foram avaliados um número seletivo de

genótipos, permitindo uma determinação mais assertiva do comportamento desses frente às doenças incidentes naquela safra. As condições meteorológicas prevalentes em 2021 foram características de um clima mais estável, embora tenha ocorrido déficit hídrico em alguns estádios de desenvolvimento da cultura. Mudanças em qualquer fator ambiental podem favorecer o hospedeiro, o patógeno, ou ambos, ou ser mais favorável para um do que para outro (Agrios, 2005). Essa informação reforça a constatação considerada mais coerente para os resultados obtidos, de que tamanha variabilidade de resposta dos genótipos de aveia à infecção por *P. chaetomioides* entre os dois anos tenha sido ocasionada pelas diferenças nas condições ambientais entre 2020 e 2021.

Por outro lado, qualquer inferência, a respeito da existência de uma reação de resistência à mancha negra naqueles genótipos infectados pela ferrugem da folha, em 2020 e 2021, ficou prejudicada. A influência de distintas doenças no progresso da mancha negra já foi relatada por Coffman (1961), no momento que destaca que a presença da ferrugem da folha provoca o secamento precoce das folhas da aveia, comprometendo a área foliar verde na qual o patógeno *P. chaetomioides* colonizaria e provocaria um progresso típico da mancha negra.

Nesse contexto, o genótipo URS Brava destacou-se por apresentar, em ambos os anos, senescência foliar antecipada por conta da elevada severidade da ferrugem da folha incidente sobre sua parte aérea, situação em que chegou a atingir até mesmo os colmos das plantas, e que, aliado à incidência da ferrugem do colmo (registrada em 2020), conduziu ao acamamento das plantas desse genótipo nos dois anos avaliados. Nunes (2014) classificou a cultivar URS Brava como resistente à mancha negra. No trabalho, a autora salienta que as lesões da doença eram em número reduzido e que permaneceram em tamanho relativamente pequeno. No trabalho, a autora não relata a ocorrência da ferrugem da folha sobre esse genótipo, nem sequer a aplicação de fungicidas sobre as plantas. Assim, é provável que, na época, a cultivar apresentava um bom controle genético da ferrugem da folha, visto que o seu lançamento como cultivar havia ocorrido recentemente, no ano de 2012 (Danielowski *et al.*, 2021). Segundo Graichen *et al.* (2011), a ocorrência anual de *P. coronata* associada à grande variabilidade do patógeno predispõe ao progresso de epidemias severas de ferrugem da folha e faz com que as cultivares apresentem resistência de curta duração, demandando processos contínuos de seleção para o melhoramento genético (Danielowski *et al.*, 2021). Wahl *et al.* (1984) salienta que, na condição de biotróficos, os patógenos causadores das ferrugens coevoluíram com seus hospedeiros como componentes de um sistema altamente influenciado pelas condições ecológicas, o que significa que qualquer mudança na população

predominante do hospedeiro, resulta em mudanças subsequentes na população do patógeno, para que o equilíbrio seja reestabelecido.

O acréscimo no aparecimento da ferrugem da folha sobre genótipos suscetíveis à doença foi registrado, nos dois anos, no mês de outubro, justamente quando as temperaturas médias do ar aumentaram em relação aos meses anteriores, ficando em 19,4 (2020) e 19,7 °C (2021). Essas temperaturas mais altas aceleraram o processo de infecção e desenvolvimento do patógeno *P. coronata* e, conseqüentemente, comprometeram o normal estabelecimento da mancha negra nos tecidos já infectados pela ferrugem da folha nesses genótipos. Segundo Ranzi (2015), o conhecimento de como a temperatura influencia nos componentes da epidemia permite um melhor entendimento do aumento da doença em certas situações ou anos. Além disso, conforme Simons (1985), no patossistema *P. coronata* x *A. sativa*, a temperatura é a variável climática mais importante e está relacionada com a ocorrência de epidemias de ferrugem da folha da aveia, ocasionando a redução da área fotossintética e a interferência na translocação dos produtos sintetizados das folhas para os grãos em formação.

É importante destacar que a incidência das ferrugens, da folha e do colmo, necessitam de uma transição da temperatura e uma evolução das condições climáticas para a ocorrência, pois a ferrugem da folha da aveia é considerada uma doença de temperaturas amenas e elevada umidade (Benin *et al.*, 2005), enquanto a ferrugem do colmo é considerada de temperaturas altas (Wallwork, 2000; Figueroa; Hammond-Kosack; Solomon, 2018). Assim, enquanto a ferrugem da folha é mais severa entre temperaturas entre 18 e 22 °C, a ferrugem do colmo apresenta temperatura ótima entre 26 a 30 °C (Danielowski *et al.*, 2021; Reis; Casa, 2016). Perante essas informações surge um ponto importante, pois segundo Rosa (2002), a produção de conídios de *P. chaetomioides* depende da ocorrência conjunta de vários fatores ambientais, dentre eles, temperaturas próximas de 21 °C e umidade relativa acima de 80%. Logo, torna-se clara a influência da ferrugem da folha sobre a evolução da mancha negra nos genótipos suscetíveis àquela doença, uma vez que compartilham de condições semelhantes para sua ocorrência. Aliás, a ferrugem da folha foi registrada em genótipos suscetíveis no momento de aumento da temperatura média mensal, entre os meses de setembro e outubro, passando de 16,9 para 19,4 °C em 2020, e de 18,2 para 19,7 °C, em 2021.

O comportamento da ferrugem do colmo também foi bastante característico, sendo registrado acréscimos na severidade de forma significativa somente na fase final da cultura, a partir da segunda quinzena de outubro, tendo em vista a ocorrência de elevadas temperaturas. Assim, embora essa doença não chegue a ser comprometida pelas doenças

foliares, o fato de ocorrência tardia no ciclo da cultura não implicou em maiores danos. Os resultados mostrados por Arruda (2011) elucidaram que o patógeno *P. graminis* f. sp. *avenae* não infecta a cultura até praticamente todo o ciclo da planta, sendo detectada apenas nas últimas semanas de avaliações, quando são registradas elevadas temperaturas. Essas condições foram mais satisfatórias no ano de 2020, com a moléstia incidindo a uma frequência de 61,90%, o que representou 26 dos 42 genótipos avaliados naquele ano. Dentre os sete genótipos selecionados para os ensaios de campo no segundo ano, três genótipos mostraram-se suscetíveis à ferrugem do colmo 2020 (UFRGS 186014-2: 16,32%; URS Brava: 16,67% e SD120129(=Q026/2016): 30,83%). Em 2021 as severidades mantiveram-se baixas, sendo registrada apenas em dois genótipos: UFRGS 16Q6030-2, com 2,51 % e UFRGS 18QF7009-4, com 6,13%.

O comportamento epidemiológico da mancha negra, nos dois anos, demonstrou um crescimento bastante acentuado da doença na fase final do ciclo dos genótipos mais suscetíveis, coincidente com as condições de temperatura mais elevadas e também com o período em que a maioria dos genótipos encontravam-se entre os estádios de florescimento, início da extrusão da panícula, florescimento e de cariopses em grão leitoso. Essas situações, aliadas à presença de umidade, acabaram por favorecer a infecção dos tecidos sadios da cultura e a produção de grande quantidade de inóculo, a partir das folhas basais mortas. Esses dados estão de acordo com Nunes (2014), que observou a existência de uma forte inflexão da curva de progresso da mancha negra entre a penúltima e a última data de avaliação da severidade dessa doença.

Quando analisadas as severidades finais médias dos dois anos para os sete genótipos selecionados verifica-se que foram mais elevadas no ano de 2020. Isso está associado, em parte, com o maior período de ocorrência das epidemias no primeiro ano. A Figura 4 ilustra os valores mais baixos de severidade de mancha negra ao longo das avaliações de 2021, comparativamente aos valores observados em 2020 (Figura 3), com um incremento apenas a partir do início do mês de outubro, para a maioria dos genótipos.

Pelo fato da mancha negra apresentar um crescimento concentrado na fase final do desenvolvimento da cultura, seria possível presumir que a folha já não tem tanta importância, pois a planta já se encontra redistribuindo seus nutrientes para os grãos. Contudo, deve-se atentar para o fato de que essa alta severidade na folha representa um alto risco para o estabelecimento do fungo no grão que está em formação. Segundo Rosa *et al.* (2003), o período de maior suscetibilidade dos grãos de aveia branca para o patógeno *P. chaetomioides* concentra-se entre a quarta e a sexta semanas após a extrusão das panículas, que correspondem aos estádios de grão leitoso e grão em massa mole. Nesse sentido, visualmente

foi comum observar, em ambos os anos, os componentes florais da aveia infectados pelo patógeno *P. chaetomioides* antes mesmo do estágio destacado pelos autores, uma vez que a cultura se encontrava no estágio de florescimento. É provável que isso tenha ocorrido porque a quantidade de inóculo era muito grande. Segundo Bocchese *et al.* (2006), *P. chaetomioides* ocasiona manchas em todos os componentes florais da aveia branca. Isso possui um grande potencial de formar um grão mais escurecido, o que deprecia o valor comercial do produto.

O aumento expressivo das severidades de mancha negra sobre a maioria dos genótipos avaliados no mês de outubro também pode ser devido a maior presença de conídios de *P. chaetomioides* a partir desse período que é quando se intensifica a quantidade de material senescente, constituído especialmente das folhas no terço inferior da cultura, que já ultrapassa 90 dias de seu ciclo, por conta da senescência natural. Observando-se o comportamento das curvas de progresso da mancha negra (Figuras 3 e 4) verifica-se que a severidade dessa doença seguiu um padrão ascendente, com valores aumentando gradativamente após cada dia de avaliação e assim foi progredindo a cada novo estágio fenológico da cultura até a chegada da colheita. Esse comportamento verificado em ambos os anos de avaliações sugerem fortemente que a quantidade de inóculo do patógeno *P. chaetomioides* presente na área também sofreu acréscimos no decorrer do período e manteve-se maior em 2020, em virtude da maior quantidade de folhas basais mortas disponíveis para *P. chaetomioides*, desde o início do ciclo. Segundo Münch *et al.* (2008), na fase final de infecção, os patógenos hemibiotróficos encontram-se sob transição fisiológica da fase biotrófica para a fase necrotrófica, que tem como característica ser altamente destrutiva. Raymond *et al.* (1985) estudando a relação dos estágios fenológicos e a infecção do trigo pelo patógeno *Pyrenophora tritici-repentis*, agente causador da mancha amarela naquele cultura, verificou que as folhas mais velhas foram mais suscetíveis à infecção e ao desenvolvimento da epidemia do que as folhas mais jovens. Da mesma forma que a idade da folha influencia a infecção do trigo por *P. tritici-repentis*, no patossistema *P. chaetomioides* x *A. sativa* as folhas mais velhas parecem ser mais suscetíveis à infecção e posterior colonização quando o patógeno assume a fase necrotrófica.

Quando as AACPD foram normalizadas, considerando-se o tempo de epidemia dos genótipos em cada ano, os valores de AACPD entre 2020 e 2021 ficaram mais próximos, de forma que deixaram de serem distintos (Figura 5B). Esses valores de AACPD indicando maior intensidade da mancha negra em 2020, estão relacionados com o maior período de ocorrência das epidemias nesse primeiro ano de avaliações. Em 2020, com exceção daqueles genótipos prejudicados pela ferrugem da folha, a maioria dos genótipos apresentaram altas

severidades finais de mancha negra e grande AACPD, não permitindo apontar genótipos que apresentassem algum nível de resistência.

Estando as áreas normalizadas e corrigidas, com o objetivo de comparar os genótipos quando submetidos ao período da maior epidemia da mancha negra dentre os sete genótipos selecionados, sendo de 91 dias no primeiro ano e de 42 dias no segundo ano, um número maior de genótipos diferiu entre os dois anos. A AACPD se mostrou menor no ano de 2021, em cinco dos sete genótipos analisados. Isso pode estar relacionado ao fato de que, no ano de 2021, a mancha negra estabeleceu-se mais tardiamente, quando comparada ao ano anterior, que teve um estabelecimento precoce estimulado por fatores abióticos, possibilitando um maior período de epidemia, influenciando consequentemente na maior progressão da mancha negra observada no primeiro ano de estudo. Nunes (2014) destacou que, embora a variabilidade fenotípica à AACPD e a taxa de infecção sejam reflexos das diferenças genéticas, acaba ocorrendo elevada influência do ambiente na expressão da resistência para essas duas variáveis. Silva (2009) verificou que os genótipos considerados suscetíveis, tiveram classificações mais estáveis, enquanto que a maioria dos genótipos classificados como resistentes apresentaram grande variabilidade em suas classificações, entre os componentes de resistência e entre os diferentes experimentos.

Blum (1997), mediante coletas de material vegetal em dois municípios do Rio Grande do Sul, constatou que o tempo necessário para a decomposição total da palhada de aveia varia de 16 (Porto Alegre/RS) até 18 meses (Passo Fundo/RS). Dessa forma, a autora destaca que a rotação de culturas, de apenas um ano, não é suficiente para quebrar o ciclo desse patógeno no estado do Rio Grande do Sul. Nas áreas da EEA, onde foram desenvolvidos os experimentos nos anos de 2020 e 2021, a cultura da aveia não retorna antes de transcorridos cerca de 18 meses. Para tanto, não se pode descartar a hipótese de que parte do inóculo responsável pelo desenvolvimento da epidemia de mancha negra em ambos os anos possam ser provenientes do resto de palhada e não somente das sementes utilizadas para a implantação dos experimentos.

Mehta (2001) desenvolveu um estudo da mesma natureza do presente trabalho. Naquele estudo, o autor avaliou a severidade da mancha negra em 18 genótipos de aveia branca, verificando níveis de resistência moderada e genótipos de alta suscetibilidade. Contudo, até o momento não há relato na literatura que descreva alguma característica de imunidade de aveia branca à *P. chaetomioides*. Silva (2009), comparou genótipos que apresentaram resistência e genótipos suscetíveis à mancha negra e observou no primeiro reduzidos os componentes de resistência de taxa de expansão da lesão, tamanhos inicial e final de lesão e valores de AACPD. A autora sugere que esses resultados são indícios de que

a resistência à mancha negra trata-se de herança genética quantitativa (parcial). Esse tipo de resistência é controlada por muitos genes com efeitos moderados a pequenos e age de forma a não suprimir o patógeno, mas sim de impedir que esse atinja níveis destrutivos da cultura (Leonard, 2002).

Os menores rendimentos do segundo ano foram verificados para os genótipos UFRGS 18QF7009-4 e URS Brava. Mesmo que o genótipo UFRGS 18QF7009-4 tenha sido um dos mais suscetíveis à mancha negra, em termos de severidade média final e de AACPD, no ano de 2021, não é possível determinar que os danos ao rendimento foram, exclusivamente, decorrentes da mancha negra, uma vez que os experimentos não permitem essas comparações. Isso está associado ao fato de não haver uma testemunha tratada com fungicida, uma vez que a maioria dos fungicidas registrados para o controle da ferrugem da folha também apresenta ação sobre a mancha negra (Danielowski *et al.*, 2021; Forcellini; Reis, 2016) e desta forma haveria influência sobre o normal progresso das epidemias. Em URS Brava, é provável que o decréscimo no rendimento tenha sido provocado pelos elevados danos da ferrugem da folha. Benin *et al.* (2005) destaca que, mesmo em plantas moderadamente atacadas, a ferrugem da folha da aveia pode ocasionar perdas no rendimento, por reduzir o peso e a qualidade dos grãos.

As principais características ligadas ao rendimento mais afetadas em virtude da ocorrência de doenças em aveia são o peso médio de panículas e o peso de mil grãos (Cruz; Federizzi; Milach, 1999).

O patógeno *P. chaetomioides* é frequentemente encontrado em sementes de aveia branca. A média de ocorrência do fungo no lote de sementes analisado foi de 92,07% (2020) e 62,14% (2021). Com isso, verifica-se que o agente causal da mancha negra encontra-se em íntima associação com as sementes de aveia branca, o que possibilita que seja transportado a longas distâncias.

No estudo, observou-se que os genótipos com menor severidade de mancha negra na parte aérea, em 2020, que foram UFRGS 186014-2 e URS Brava, não necessariamente apresentaram a menor incidência de mancha negra sobre as sementes. A condição sanitária das sementes de aveia é característica fundamental para o estabelecimento de plântulas normais a campo (Danielowski *et al.*, 2021). Dessa forma, a alta incidência do patógeno nas sementes representa um grande risco para cultivos subsequentes realizados com essas sementes infectadas.

Em 2021, o intervalo das datas de colheita poderia influenciar nos resultados de incidência de *P. chaetomioides* sobre as sementes analisadas. Porém, observa-se, por exemplo, que os genótipos UFRGS 166098-3 (colhido em 20 de outubro) e UFRGS

16Q6010-1 (colhido em 27 de outubro) não difeririam quanto à incidência do patógeno. Isso pode estar associado com o fato de não ter ocorrido volumes de chuva expressivos nesse intervalo. Bocchese *et al.* (2006), relata que em 2002 o atraso na colheita da aveia aumentou a incidência de *P. chaetomioides* e o percentual de grãos manchados.

O genótipo UFRGS 18QF7009-4, foi um dos mais infectados pela mancha negra nos dois anos de avaliação e apresentou a maior incidência de *P. chaetomioides* nas sementes. Por outro lado, o genótipo SD 120129 (=Q026/2016), que apresentou valores baixos de severidade foliar em 2021, demonstrou uma elevada incidência de *P. chaetomioides* nas sementes. O mesmo foi registrado para os demais genótipos, que apresentaram altas incidências de grãos infectados por *P. chaetomioides*. A partir desses resultados contrastantes entre a severidade da mancha negra nas folhas e a incidência de *P. chaetomioides* nas sementes, ressalta-se que não foi encontrada correspondência com as sementes infectadas. Assim, sugere não haver correspondências diretas entre a severidade da mancha negra nas cariopses com a resistência observada na parte aérea. Esses resultados gerais estão de acordo com Blum (1997), bem como Rosa *et al.* (2003), no momento em que ambos relatam inexistir correlação entre a severidade de mancha negra nas folhas e a incidência de *P. chaetomioides* nos grãos de genótipos de aveia branca.

Relacionando com as práticas de manejo da doença, embora um ano de rotação de cultura possa reduzir significativamente o inóculo de *P. chaetomioides* (Blum, 1997), esse patógeno pode permanecer nas sementes, e em alta incidência, como mostraram os dados de incidência. O patógeno também foi frequentemente encontrado em sementes de aveia na Argentina (Carmona; Zweegman; Reis, 2004). Nos estudos dos autores, a prevalência de *P. chaetomioides* no lote de sementes infectado foi de 54%, variando de 0 a 52% entre amostras de diferentes regiões. Tais valores são superiores ao registrado no presente trabalho, em que *P. chaetomioides* incidiu sobre 92,07% (2020) e 62,1% (2021) das sementes analisadas. Em estudos subsequentes, os autores demonstraram que o patógeno foi eficientemente transmitido a uma taxa de 55% da semente para as pontas dos coleótilos em plântulas assintomáticas e de 12,5% para as plúmulas. Esse fato destaca a importância da semente infectada e seu papel epidemiológico na epidemia de mancha negra.

A incidência de *P. chaetomioides* em sementes de aveia é bastante comum, como relatado por Almeida (2008), atingindo taxas de até 76% para aveia branca e 90% para a aveia preta, o que torna o processo de disseminação do patógeno bastante eficiente. Nesse sentido, Blum (1997) verificou elevada frequência de ocorrência de mancha negra na região do planalto gaúcho. A autora associa esse resultado ao fato dos produtores conduzirem as lavouras de aveia em monocultura, ou, mesmo em rotação, porém, utilizando-se de sementes

infectadas, sendo esse último motivo, provavelmente, o responsável pelo aumento da doença no decorrer dos anos.

Assim como *P. chaetomioides*, o patógeno *Alternaria* sp. foi observado em maior frequência nas sementes colhidas no ano de 2020 (88,57%). Almeida (2008) relatou ocorrência de 3 a 53% de *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. em sementes da cultivar de aveia branca UPF-20, a partir de amostras provenientes de vários municípios do estado do Rio Grande do Sul.

A *Alternaria* sp. trata-se de um fungo saprofítico comumente encontrado em sementes de cereais de inverno (Reis, 1998). Apesar disso, já foram relatadas a ocorrência de *A. alternata* causando manchas foliares em aveia (Boda Praveen *et al.*, 2021; Chen; Li; White, 2020; Raza *et al.*, 2018). No Brasil, até o momento não há registro desse fungo causando manchas foliares em aveia. Contudo, o monitoramento é necessário, dada a possibilidade do patógeno causar manchas foliares.

A incidência de *Fusarium* sp. nas sementes foi de menor importância no presente estudo, com a maior incidência registrada no ano de 2021 (29,34%). Rosa *et al.* (2003) observou o patógeno fúngico *Fusarium graminearum* Schwabe. com grande frequência nos últimos estádios de desenvolvimento das sementes de aveia branca. Em 2021 foi observada alta incidência de *Fusarium* sp. nos componentes florais no genótipo UFRGS 16Q6010-1, o qual apresentou uma das maiores médias de incidência nas sementes analisadas (Figura 11). Os autores inclusive destacam uma possível inibição de *F. graminearum* sobre *P. chaetomioides*, por conta da redução do segundo no estádio de grão em massa dura.

Espécies dos gêneros *Alternaria* e *Fusarium* são patógenos de plantas comumente encontrados como contaminantes em grãos, no solo e em tecidos de plantas mortas (Kosiak *et al.*, 2004). Os patógenos que infestam as sementes podem causar pequenos danos ou destruí-las completamente, causando decréscimos na qualidade fisiológica destas, além disso podem ser transmitidas às plântulas após a emergência da plântula, causando doenças na lavoura implantada (Sponchiado, 2012). Por conta disso, para *Fusarium* sp. recomenda-se a prática da rotação de culturas, bem como o uso de semente sadias, para reduzir o inóculo da doença e seus danos (Kosiak, *et al.*, 2004).

Características morfológicas associadas à resistência da aveia, como a cobertura da casca do grão, têm sido relatada como tendo uma forte influência na infecção por *Fusarium* e no acúmulo de micotoxinas (Loskutov *et al.*, 2016). No entanto, pouco se sabe sobre a influência de características morfológicas em outros patógenos transmitidos por sementes, como é o caso de *P. chaetomioides*.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal parâmetro utilizado neste trabalho para diferenciar níveis de resistência genética em aveia à mancha negra, a área abaixo da curva de progresso da doença, mostrou-se bastante útil. Embora todos os genótipos tenham permitido a evolução da doença da mancha negra ao longo do ciclo da planta, níveis menos impactantes foram observados tanto na folha quanto nas sementes. Nesse sentido, destacam-se os genótipos UFRGS 166098-3 e SD120129 por terem apresentado resistência à mancha negra na parte aérea. O genótipo UFRGS 166098-3 também apresentou níveis reduzidos de incidência de *P. chaetomioides* nas sementes, sendo o mesmo verificado para UFRGS 16Q6010-1. Tais genótipos que apresentam maiores níveis de resistência ao patógeno *P. chaetomioides*, provavelmente parcial ou quantitativa, revelam-se fontes potenciais e promissoras de resistência quantitativa à mancha negra em programas de melhoramento genético.

A presença concomitante de outras doenças foliares, como foi o caso da ferrugem da folha sobre genótipos de aveia suscetíveis, particularmente se antecipando e tomando os espaços da mancha negra, prejudicou sobremaneira a determinação das reações e dos níveis de resistência desta última sob condições de campo. Para tanto, recomenda-se isolar este efeito e proceder com estudos em ambiente controlado, os quais podem auxiliar na identificação e seleção de genótipos resistentes à mancha negra causada por *P. chaetomioides*.

## 7 REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5th ed. San Diego: Academic Press, 2005. 922 p.
- ALMEIDA, M. P. ***Drechslera avenae***: quantificação da incidência e controle da transmissão de sementes para órgãos aéreos em aveia. 2008. 111 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2008.
- ARRUDA, M. P. **Herança da resistência à ferrugem do colmo em genótipos brasileiros de aveia (*Avena sativa* L.)**. 2011. 113 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- BARBOSA NETO, J. F. *et al.* Progresso genético no melhoramento da aveia branca no sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 8, p. 1605-1612, ago. 2000.
- BENIN, G. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade em aveia em ambientes estratificados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 295-302, 2005.
- BERGAMASCHI, H. *et al.* **Boletins agrometeorológicos da Estação Experimental Agrônômica da UFRGS**: série histórica 1970 - 2012. Porto Alegre: UFRGS, 2013.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais**: epidemiologia e controle econômico. São Paulo: Ceres, 1996.
- BERGAMIN FILHO, A. *et al.* (ed.). **Manual de fitopatologia**: princípios e conceitos. São Paulo: Ceres, 1995. p. 80-83.
- BERGER, R. D.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Lesion expansion as an epidemic component. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 87, n. 10, p. 1005-1013, 1997.
- BLUM, M. M. C. ***Pyrenophora avenae***: ocorrência, inóculo, patogenicidade e sobrevivência. 1997. 111 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.
- BOCCHESE, C. A. C. *et al.* Virulência, atividade enzimática e padrões de isoesterases de isolados de *Pyrenophora chaetomioides*, agente etiológico da mancha de grãos e folhas de aveia. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, p. 11-16, 2003.

BOCCHESE, C. A. C. *et al.* Processo de infecção e formação de mancha em grãos de aveia branca com níveis diferenciados de resistência para *Pyrenophora chaetomioides*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 3, p. 284-290, maio/jun. 2006.

BOCCHESE, C. A. C. **Mancha de *Pyrenophora* em grãos de aveia**: período de suscetibilidade, características bioquímicas dos grãos e influência da época de colheita. 2003. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

BODA PRAVEEN, M. K. *et al.* First report of *Alternaria alternata* causing leaf spot on Oat (*Avena sativa*) in India. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 105, n. 10, [art.] 3301, Oct. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-21-0322-PDN>. Acesso em: 1º fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395 p.

BRIOSI, G.; CAVARA, F. **I funghi parassiti della piante coltivate od utili essiccati, delineati e descritti**. Milano: Tip. Bernardoni di C. Rebeschini, 1888.

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

CARMONA, M. A.; ZWEEGMAN, Juan; REIS, E. M. Detection and transmission of *Drechslera avenae* from oat seed. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 3, p. 319-321, 2004.

CARVALHO, F. I. F.; FEDERIZZI, L. C. Evolução da cultura da aveia no sul do Brasil. **Revista Trigo e Soja**, Porto Alegre, n. 102, p. 16-19, 1989.

CEGIEÁKO, M.; KIECANA, I.; KACHLICKI, P. Pathogenicity of *Drechslera avenae* for leaves of selected oat genotypes and its ability to produce anthraquinone compounds. **Acta Sci. Pol.**, Hortorum Cultus 10(2), p. 11-22, 2011,

CHEN, H.; LI, C. J.; WHITE, J. F. First report of *Alternaria alternata* causing leaf spot on oat (*Avena sativa*) in China. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 104, n. 5, p. 1544, 2020.

COFFMAN, F. A. **Oats and oat improvement**. Madison: The American Society of Agronomy, 1961.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Safra 2020/21: décimo segundo levantamento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos**, Brasília, DF, v. 8, n. 12, p. 1-97, set. 2021. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 31 jan. 2022.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Safra 2021/22: quarto levantamento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos**, Brasília, DF, v. 9, n. 4, p. 1-98, jan. 2022a. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 31 jan. 2022.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Série Histórica das Safras. **Série histórica – Aveia**. Brasília, DF: CONAB. Ministério da Agricultura,

Pecuária e Abastecimento, 2022b. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=10>. Acesso em: 28 jan. 2022.

COSTA NETO, J. P. Fungos observados em gramíneas e leguminosas no Rio Grande do Sul. **Revista da Faculdade de Agronomia e Veterinária**, Porto Alegre, v. 9, p. 51-67, 1967.

CRUZ, R. P.; FEDERIZZI, L. C.; MILACH, S. C. K. Severidade da ferrugem da folha e seus efeitos sobre caracteres da panícula de aveia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, p. 543-551, 1999.

DANIELOWSKI, R. *et al.* (org.). **Indicações técnicas para a cultura da aveia: 40<sup>a</sup>** Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa da Aveia. Três de Maio: Sociedade Educacional Três de Maio (SETREM), 2021. 190 p.

DE MORI, C.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da aveia**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. (Documentos Online, 136).

DIETZ, J. I.; SCHIERENBECK, M.; SIMÓN, M. R. Impact of foliar diseases and its interaction with nitrogen fertilization and fungicides mixtures on green leaf area dynamics and yield in oat genotypes with different resistance. **Crop Protection**, Guildford, v. 121, p. 80-88, 2019.

DUARTE, I. T. L. **Herança da resistência genética à mancha-negra (*Pyrenophora chaetomioides*) em aveia branca**. 2011. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

ELLIS, M. B.; WALLER, J. M. ***Pyrenophora avenae***. Wallingford: CAB International, 1973.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS STATISTICS. Oats production indices. In: FAO. FAOSTAT. [Base de dados]. Rome: FAO, 2019. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>.

FARR, D. F.; ROSSMAN, A. Y. **Fungal databases**. [Base de dados]. Washington, DC: USDA. U.S. National Fungus Collections Fungal Database, 2021. Disponível em: <https://nt.ars-grin.gov/fungalDATABASES/>. Acesso em: 23 jul. 2021.

FEDERIZZI, L. C. *et al.* Melhoramento da aveia. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 131-157.

FEDERIZZI, L. C.; MILACH, S. C. K.; BARBOSA NETO, J. F. Melhoramento genético de trigo e aveia no Brasil. In: Simpósio sobre atualização em genética e melhoramento de plantas, 1997, Lavras. **Anais** [...]. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1997. p. 127-146.

FEDERIZZI, L. C.; MUNDSTOCK, C. M. Fodder oats: an overview for South America. In: SUTTIE, J. M.; REYNOLDS, S. G. (ed.). **Fodder oats: a world overview**. Rome: FAO, 2004. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/008/y5765e/y5765e08.htm#bm08>. Acesso em: 4 jun. 2020.

- FERRARIS, T. **I parassiti vegetali delle piante coltivate od utili**: trattato di patologia e terapia vegetale ad uso delle scuole di agricoltura. Milano: U. Hoepli, 1915. v. 1.
- FIGUEROA, M.; HAMMOND-KOSACK, K. E.; SOLOMON, P. S. A review of wheat diseases - a field perspective. **Molecular Plant Pathology**, Oxford, v. 19, n. 6, p. 1523-1536, 2018.
- FLOR, H. H. The complementary genetic system in flax and flax rust. **Advances Genetics**, San Diego, v. 8, n. 1, p. 29-54, 1956.
- FLOSS, E. L. **A cultura da aveia**. Passo Fundo: Faculdade de Agronomia da Universidade de Passo Fundo, 1982. 52 p.
- FLOSS, E. L. *et al.* Produção e industrialização de aveia. *In*: FIOREZE, I. (ed.). **Pólo de desenvolvimento científico e tecnológico – núcleo de alimentos**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 1998. p. 55-88.
- FORCELLINI, C. A.; REIS, E. M. Doenças da aveia. *In*: KIMATI, H. *et al.* (ed.). **Manual de fitopatologia**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2016. v. 2, p. 106-107.
- FRY, W. E. Quantification on general resistance of potato cultivars and fungicide effect for integrated control of potato late blight. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 68, p. 1650-1655, 1978.
- GARCIA, A. **Fungicidas I**: utilização no controle químico de doenças e sua ação contra os fitopatógenos. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 1999. 32 p. (EMBRAPA-CPAF Rondônia. Documentos, 46).
- GRAICHEN, F. A. S. *et al.* Inheritance of resistance to oat crown rust in recombinant inbred lines. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, p. 435-440, 2010.
- GRAICHEN, F. A. S. *et al.* Epidemiological and histological components of crown rust resistance in oat genotypes. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 131, n. 3, p. 497-510, 2011.
- HARDER, D. E.; HABER, S. Oat diseases and pathologic techniques. *In*: MARSHALL, H. G.; SORRELLS, M. E. **Oat science and technology**. Madison: American Society of Agronomy. Crop Science Society of America, 1992. p. 307-402.
- HELBACK, H. Domestication of food plants in the old world. **Science**, New York, v. 130, p. 365-367, 1959.
- HOLDEN, J. Oats. *Avena* spp. (gramineae – Aveneae). *In*: SIMMONDS, N. W. **Evolution of crop plants**. New York: Longman, 1979.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/defaulttab.shtm>. Acesso em: 18 jan. 2022.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL. **Boletim de elementos meteorológicos da Estação automática A801 – Porto Alegre**. Brasília, DF: INMET, 2021.

ITO, S. On some new ascigerous stages of the species of *helminthosporium* parasitic on cereals. **Proceedings of the Imperial Academy of Japan**, Tokyo, v. 6, n. 8, p. 352-355, 1930.

IVANOFF, S. S. The cause os spikelet drop of oats. **Plant Disease Reporter**, Washington, DC, v. 3, p. 206-207, 1963.

KOSIAK, B. *et al.* Alternaria and Fusarium in Norwegian grains of reduced quality - a matched pair sample study. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 93, n. 1, p. 51-62, 2004.

KRUGNER, T. L.; BACCHI, L. M. A. Fungos. *In*: BERGAMIN FILHO, A. *et al.* (ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Ceres, 1995. p. 80-83.

LAGO, J. E. D.; STUTHMAN, D. D.; LEONARD, K. J. Evaluation of components of partial resistance to oat crown rust using digital image analysis. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 87, n. 3, p. 667-674, 2003.

LÂNGARO, N. C. *et al.* O uso de cultivares resistentes no controle de helmintosporiose da aveia. *In*: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 20., 2000, Pelotas. **Resultados Experimentais**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2000. p. 160-161.

LEONARD, K. J. Oat lines with effective adult plant resistance to crown rust. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 86, n. 6, p. 593-598, 2002.

LOSKUTOV, I. G. *et al.* The valuable characteristics of oats genotypes and resistance to Fusarium disease. **Vavilov Journal of Genetics and Breeding**, Novosibirsk, v. 20, n. 3, p. 286-294, 2016.

LUKE, H. H.; WALLACE, A. T.; CHAPMAN, W. H. A new symptom incited by the oat leaf blotch pathogen, *Helminthosporium avenae*. **Plant Disease Reporter**, Washington, DC, v. 2, p. 109-110, 1957.

MEHTA, Y. R. Molecular and pathogenic variability of *Drechslera* isolates from oats. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, p. 590-596, 2001.

MEHTA, Y. R. Ocorrência de *Drechslera* spp. em aveia branca no Estado do Paraná. **Summa Phytopathologica**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 265-267, 1999.

MÜNCH, S. *et al.* The hemibiotrophic lifestyle of *Colletotrichum* species. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 165, p. 41-51, 2008.

NERBASS JUNIOR, J. M. *et al.* White oat leaf diseases control and production damages in response to the rate and number of fungicide applications. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 7, n. 2, p. 127-134, 2008.

PALÁGYI, A. *et al.* Isolation and identification of *Pyrenophora chaetomioides* from winter oat in Hungary. **Cereal Research Communications**, Szeged, v. 48, p. 57–63, 2020.

PARLEVLJET, J. E. Present concepts in breeding for disease resistance private. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 30., 1997, Viçosa. **Anais [...]**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p. 7-15.

PETROVA, O. S.; AFANASENKO, O. S.; LOSKUTOV, I. G. Oat resistance to *Pyrenophora avenae* Ito et Kurib. **Oat Newsletter**, Winnipeg, v. 50, [p. 1-5], 2006. Disponível em [http://wheat.pw.usda.gov/ggpages/oatnewsletter/v50/Helminosp\\_artic.html](http://wheat.pw.usda.gov/ggpages/oatnewsletter/v50/Helminosp_artic.html). Acesso em: 5 out. 2020.

PIETERSE, C. M. J. *et al.* Networking by small-molecule hormones in plant immunity. **Nature Chemical Biology**, New York, v. 5, p. 308-316, 2009.

PRESTES, A. M.; SANTOS, H. P.; REIS, E. M. Práticas culturais e incidência de manchas foliares em trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 6, p. 791-797, 2002.

RANZI, C. **Efeito da temperatura e de fungicidas na epidemia da mancha-amarela do trigo e no rendimento de grãos**. 2015. 133 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2015.

RAYMOND, P. J. *et al.* Tan spot of winter wheat: procedures to determine host response. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 75, n. 6, p. 686-690, 1985.

RAZA, A. *et al.* Occurrence of leaf spot of oat caused by *Alternaria alternata* in Multan, Punjab, Pakistan. **Plant Protection**, [Pakistan], v. 2, n. 3, p. 83-86, 2018.

REES, R. G.; PLATZ, G. J. The epidemiology of yellow spot of wheat in Southern Queensland. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne v. 31, n. 2, p. 259-267, 1980.

REIS, E. M. **Patologia de sementes de cereais de inverno**. São Paulo: CNDA, 1987.

REIS, E. M.; CASA, R. T. Doenças do trigo. *In*: KIMATI, H. *et al.* (ed.). **Manual de fitopatologia**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2016. v. 2, p. 74.

ROSA, C. R. E. **Estabelecimento de *Pyrenophora avenae* Ito & Kurib em grãos de aveia (*Avena sativa* L.) em formação sob condições de campo**. 2002. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

ROSA, C. R. E. *et al.* Correlação entre a severidade nas folhas e incidência de *Pyrenophora avenae* nos grãos de genótipos de aveia branca. *In*: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 23., 2003, Gramado. **Resultados Experimentais [...]**. Gramado: [s.n.], 2003.

ROSA, C. R. E. *et al.* Estabelecimento de *Pyrenophora chaetomioides* em cariopses de aveia branca em condições de campo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, p. 442-445, 2003.

RSTUDIO. **Integrated Development Environment (IDE) for R Code**. Boston, MA: RStudio, 2020. Disponível em: <https://www.rstudio.com/products/rstudio/>. Acesso em: 31 jan. 2022.

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox Wheat. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 67, p. 1051-1056, 1977.

SILVA, A. E. L. *et al.* Identification and quantification of fungi associated with seeds of ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 40, n. 2, p. 156-162, 2014.

SILVA, M. R. *et al.* Lesion size as a criterion for screening oat genotypes for resistance to leaf spot. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 134, n. 1, p. 315- 327, 2012.

SILVA, M. R. **Expansão de lesão como critério de avaliação da resistência à mancha-negra em aveia**. 2009. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SIMONS, M. D. Crown rust. *In*: ROELFS, A. P., BUSHNELL, W. R. (ed.). **The cereal rusts: diseases, distribution, epidemiology and control**. New York: Academic Press, 1985. p. 132-172.

SIVANESAN, A. *et al.* **Graminicolous species of Bipolaris, Curvularia, Drechslera, Exserohilum and their teleomorphs**. Wallingford: CAB International, 1987.

SPONCHIADO, C. J. **Desempenho agrônômico e qualidade de sementes de aveia branca produzidas no planalto catarinense**. 2012. 94 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal – Área: Fisiologia de plantas cultivadas) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2012.

STRECK, E. V. *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008.

TAVARES, M. J. C. M. S.; ZANETTINI, M. H. B.; CARVALHO, F. I. F. Origem e evolução do gênero Avena: suas implicações no melhoramento genético. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n. 8, p. 499-507, 1993.

TAVARES, M. J. C.M. S. **Variabilidade genética em Avena sativa L., Avena sterilis L. e em seus híbridos**: avaliações agrônômicas, morfológicas, citogenéticas e eletroforéticas. 1991. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.

THOMAS, H. Oats. *In*: SMARTT, J.; SIMMONDS, N. W. **Evolution of crop plants**. 2. ed. Essex: Longman Scientific and Technical, 1995.

THOMÉ, G. C. H. *et al.* Melhoramento para resistência parcial a moléstias fúngicas em cereais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, p. 365-371, 1999.

NUNES, S. T. Caracterização do progresso da doença e herança da resistência à mancha negra (*Pyrenophora chaetomioides* Speg.) em aveia branca (*Avena sativa* L.). 2014. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014

WAHL, I. *et al.* Evolution at the center of origin. *In*: BUSHNELL, W. R.; ROELFS, A. P. (ed.). **The cereal rusts: origins, specificity, structure and physiology**. New York: Academic Press, 1984. p. 39-72.

WALLWORK, H. *et al.* (ed.). **Cereal leaf and stem diseases**. Kingston: Grains Research and Development Corporation, 2000.

WEBSTER, J.; WEBER, R. W. **Introduction to Fungi**. 3rd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

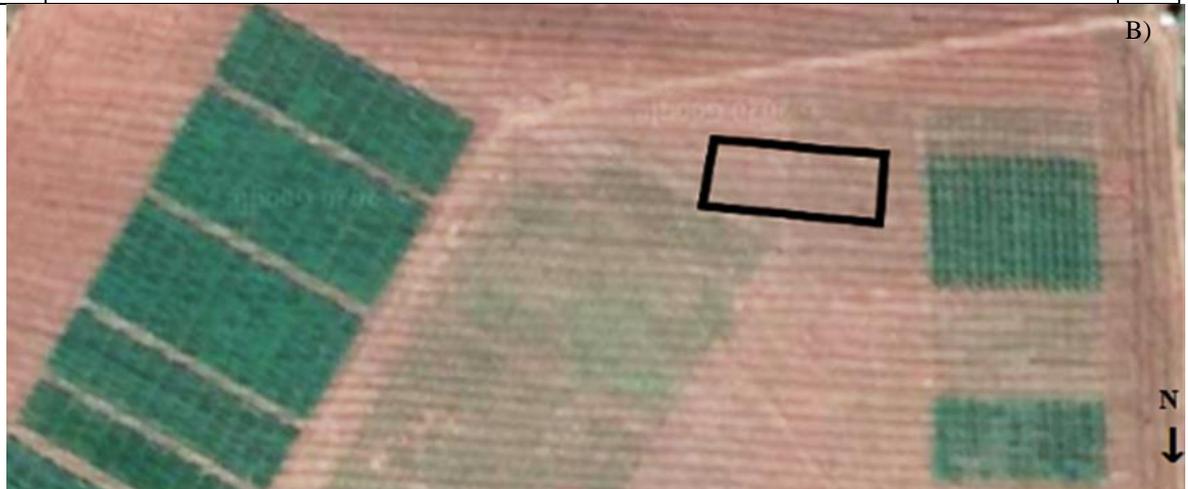
ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. **A decimal code for the growth stages of cereals**. Nova Jersey: John Wiley, 1974.

ZHANG, Y. *et al.* Multi-locus phylogeny of Pleosporales: a taxonomic, ecological and evolutionary re-evaluation. **Studies in Mycology**, Utrecht v. 64, p. 85-102, 2009.

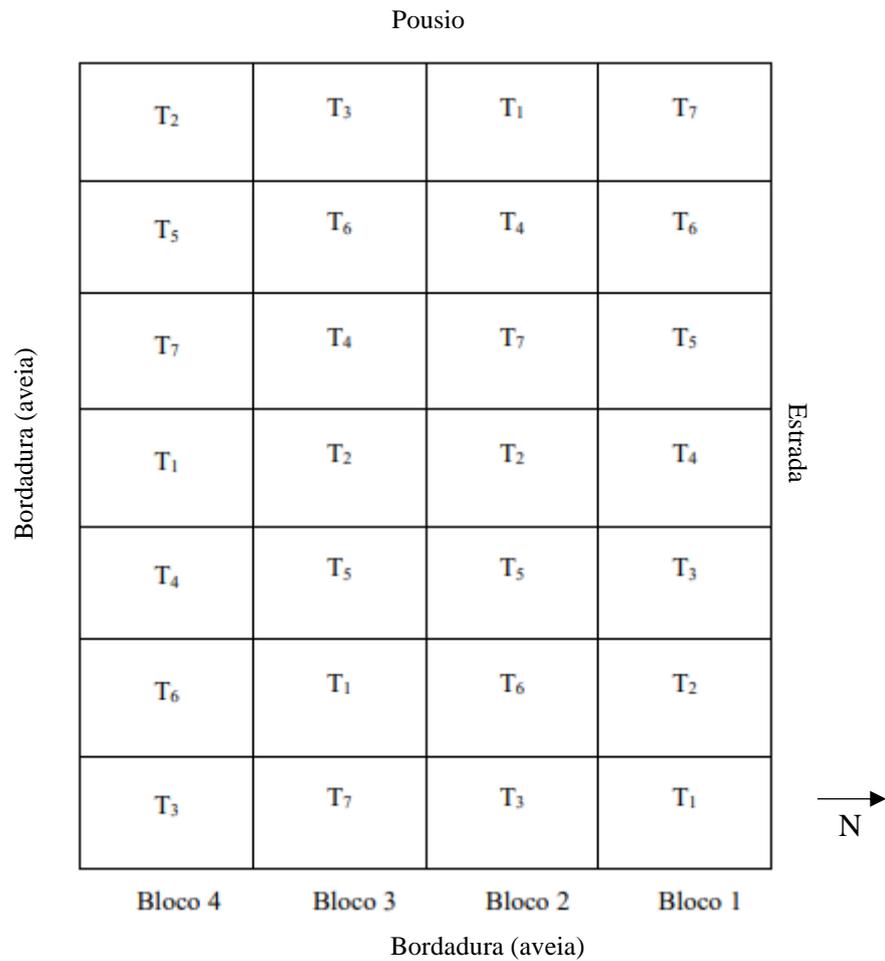
## 8 APÊNDICES

APÊNDICE A. Croqui do ensaio no ano de 2020 (A) indicando a disposição dos tratamentos e Área experimental delimitada pela linha preta (B) na Estação Agronômica Experimental (EEA) em Eldorado do Sul, RS. Fonte: Google Earth, 2020.

Bordadura (Trigo)																	A)
R1		R2				R3		R4				R5		R6			
t. 15	t. 16	t. 13	t. 1	t. 5	t. 11	t. 33	t. 15	t. 13	t. 15	t. 27	t. 23	t. 22	t. 25	t. 13	t. 37	Trigo.	Pousio
t. 14	t. 17	t. 17	t. 18	t. 8	t. 27	t. 16	t. 6	t. 41	t. 25	t. 10	t. 4	t. 7	t. 34	t. 25	t. 21	Trigo	
t. 13	t. 18	t. 7	t. 2	t. 25	t. 39	t. 21	t. 37	t. 18	t. 36	t. 20	t. 35	t. 35	t. 24	t. 29	t. 42	Trigo	
t. 12	t. 19	t. 42	t. 40	t. 9	t. 4	t. 22	t. 20	t. 8	t. 22	t. 17	t. 29	t. 15	t. 17	t. 16	t. 2	t. 30	
t. 11	t. 20	t. 41	t. 42	t. 10	t. 3	t. 28	t. 7	t. 2	t. 28	t. 39	t. 21	t. 41	t. 31	t. 10	t. 20	t. 3	
t. 10	t. 21	t. 40	t. 35	t. 14	t. 23	t. 25	t. 5	t. 24	t. 31	t. 7	t. 20	t. 13	t. 8	t. 27	t. 4	t. 26	
t. 9	t. 22	t. 39	t. 21	t. 16	t. 41	t. 36	t. 1	t. 11	t. 16	t. 32	t. 23	t. 1	t. 11	t. 17	t. 14	t. 12	
t. 8	t. 23	t. 38	t. 30	t. 15	t. 36	t. 24	t. 10	t. 1	t. 42	t. 19	t. 3	t. 9	t. 18	t. 34	t. 18	t. 19	
t. 7	t. 24	t. 37	t. 31	t. 33	t. 6	t. 26	t. 12	t. 26	t. 29	t. 33	t. 38	t. 39	t. 12	t. 24	t. 5	t. 9	
t. 6	t. 25	t. 36	t. 20	t. 37	t. 9	t. 30	t. 23	t. 3	t. 9	t. 9	t. 33	t. 30	t. 27	t. 35	t. 31	t. 39	
t. 5	t. 26	t. 35	t. 28	t. 32	t. 2	t. 32	t. 4	t. 13	t. 3	t. 21	t. 26	t. 10	t. 2	t. 28	t. 32	t. 36	
t. 4	t. 27	t. 34	t. 24	t. 19	t. 17	t. 31	t. 34	t. 39	t. 12	t. 34	t. 28	t. 5	t. 16	t. 7	t. 23	t. 6	
t. 3	t. 28	t. 33	t. 22	t. 29	t. 35	t. 11	t. 41	t. 40	t. 38	t. 14	t. 42	t. 19	t. 37	t. 38	t. 11	t. 41	
t. 2	t. 29	t. 32	t. 38	t. 26	t. 18	t. 38	t. 19	t. 8	t. 30	t. 5	t. 14	t. 32	t. 36	t. 15	t. 1	t. 33	
t. 1	t. 30	t. 31	t. 34	t. 12	t. 14	t. 27	t. 29	t. 42	t. 37	t. 40	t. 4	t. 40	t. 6	t. 40	t. 8	t. 22	
Bordadura (Trigo)																	

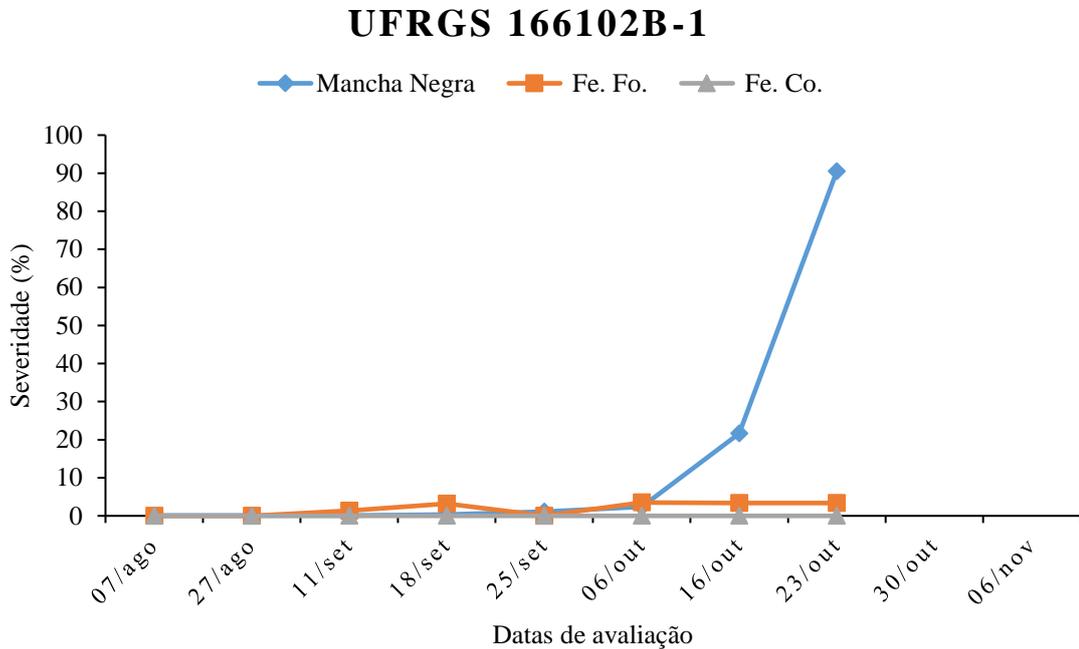


APÊNDICE B. Croqui do ensaio do ano 2021 indicando a disposição dos tratamentos na Estação Agronômica Experimental em Eldorado do Sul, RS.

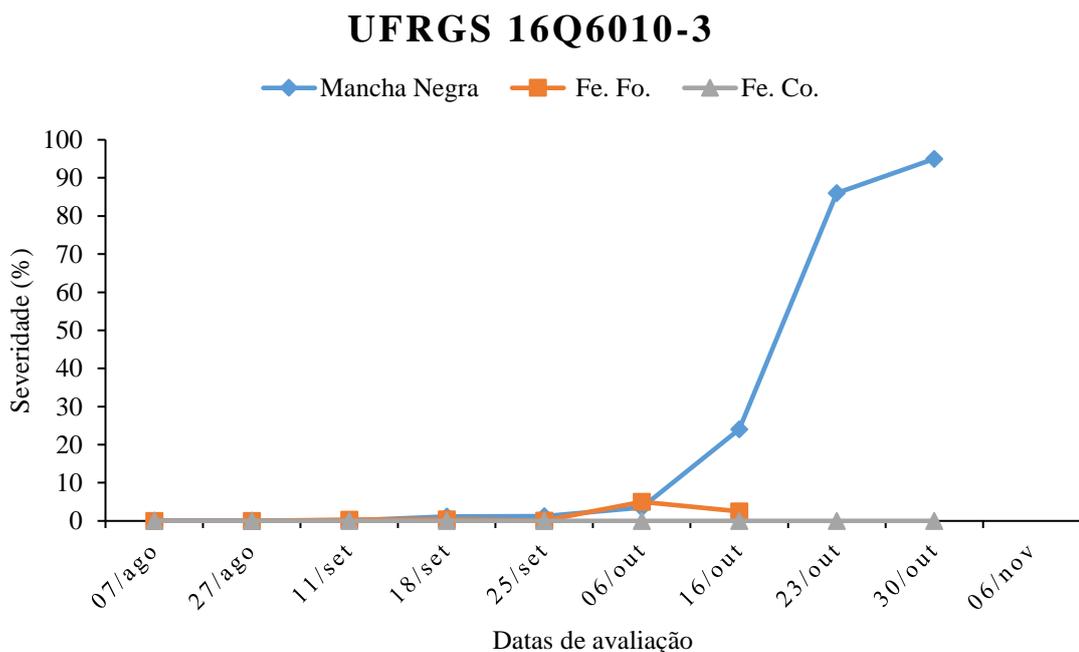


Legenda: T<sub>1</sub> = UFRGS 166098-3;  
 T<sub>2</sub> = UFRGS 16Q6010-1;  
 T<sub>3</sub> = UFRGS 16Q6030-2;  
 T<sub>4</sub> = UFRGS 186014-2;  
 T<sub>5</sub> = UFRGS 18QF7009-4;  
 T<sub>6</sub> = URS Brava;  
 T<sub>7</sub> = SD120129 (=Q026/2016).

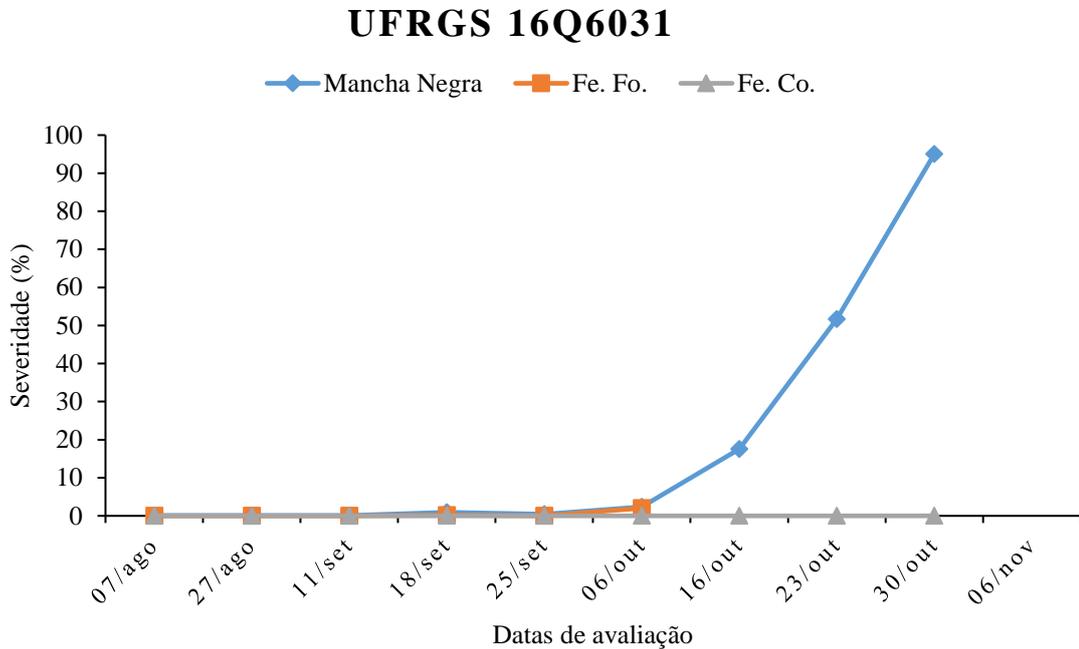
APÊNDICE C. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 166102B-1 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



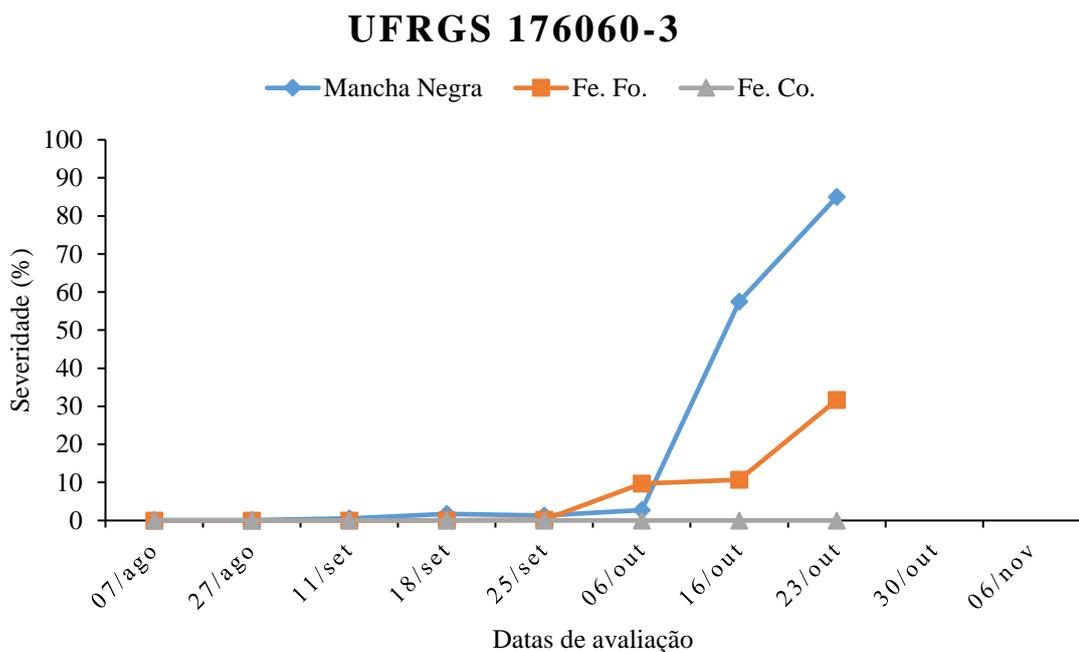
APÊNDICE D. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 16Q6010-3 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



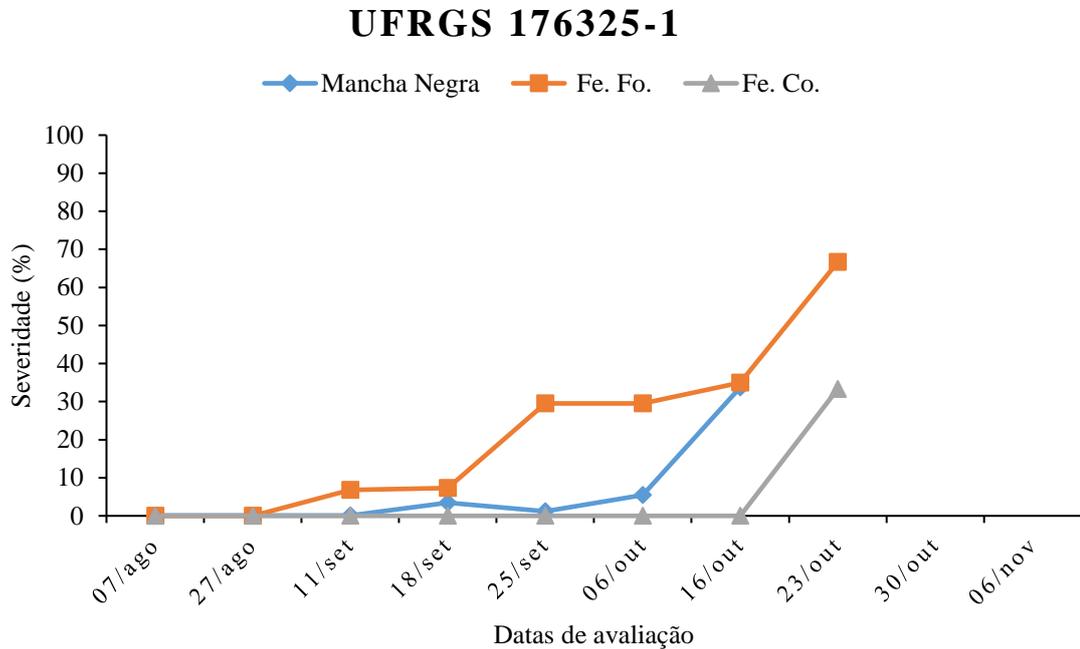
APÊNDICE E. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 16Q6031 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



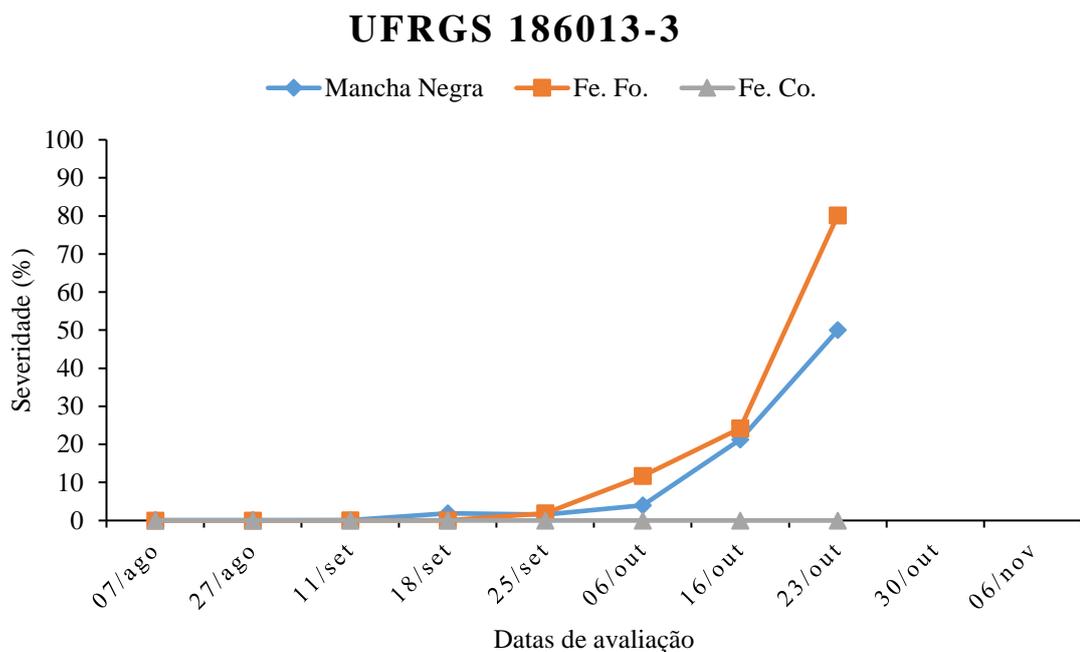
APÊNDICE F. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 176060-3 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



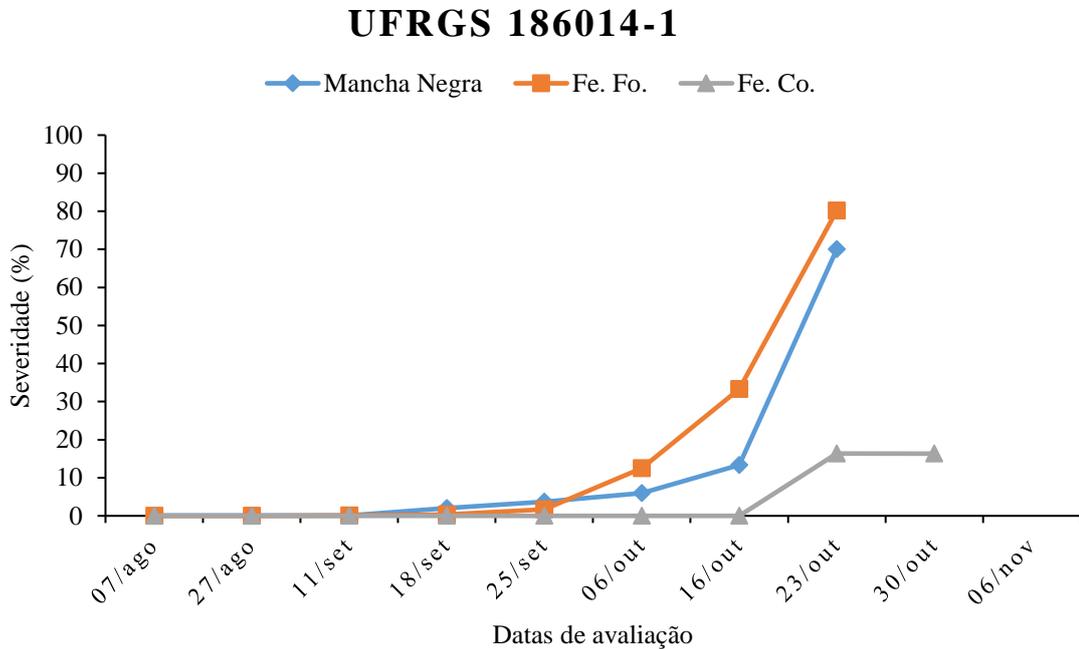
APÊNDICE G. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 176325-1 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



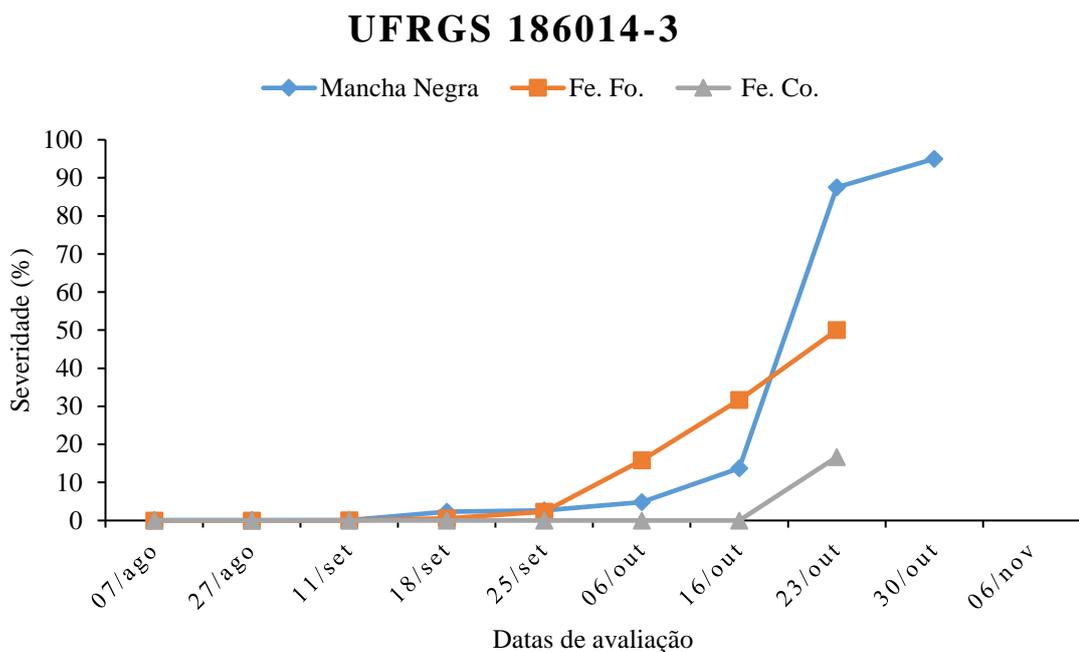
APÊNDICE H. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 186013-3 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



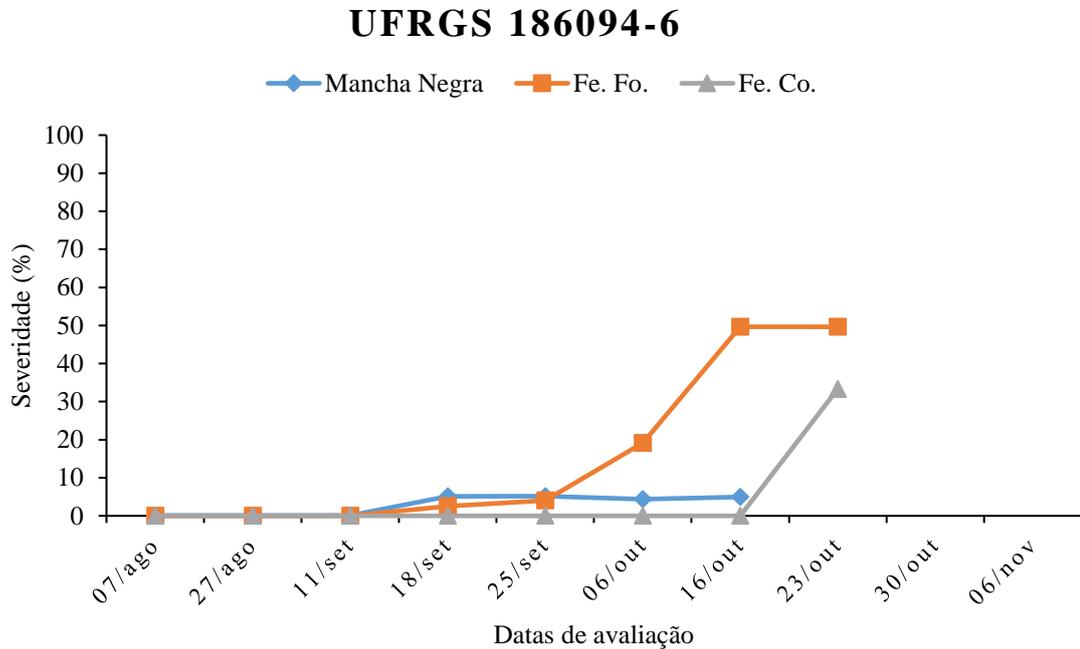
APÊNDICE I. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 186014-1 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



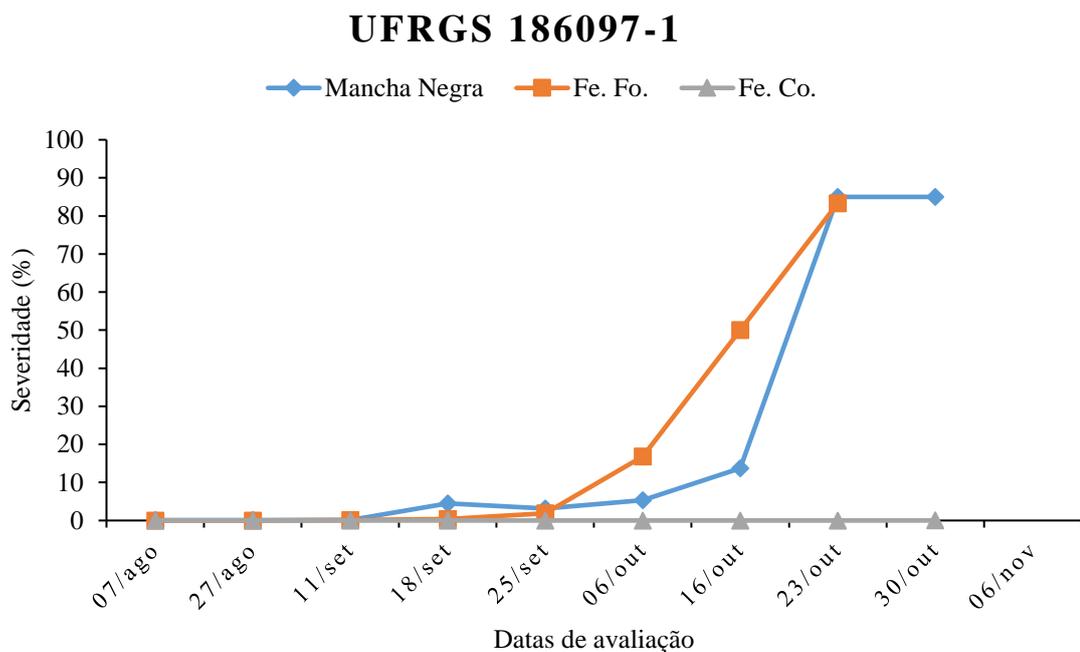
APÊNDICE J. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 186014-3 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



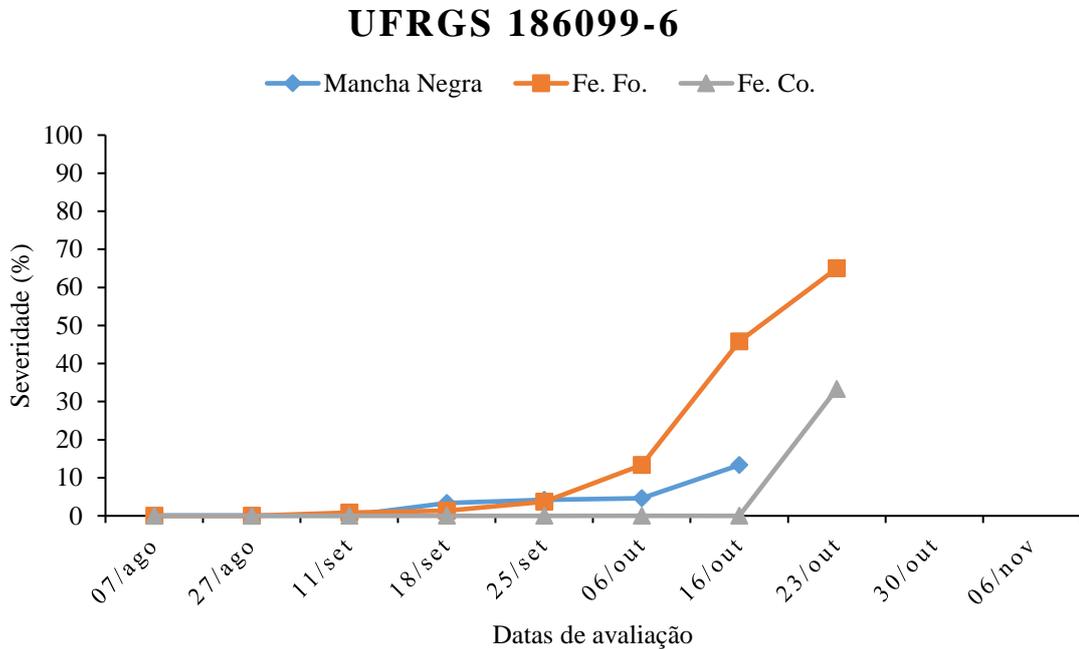
APÊNDICE K. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 186094-6 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



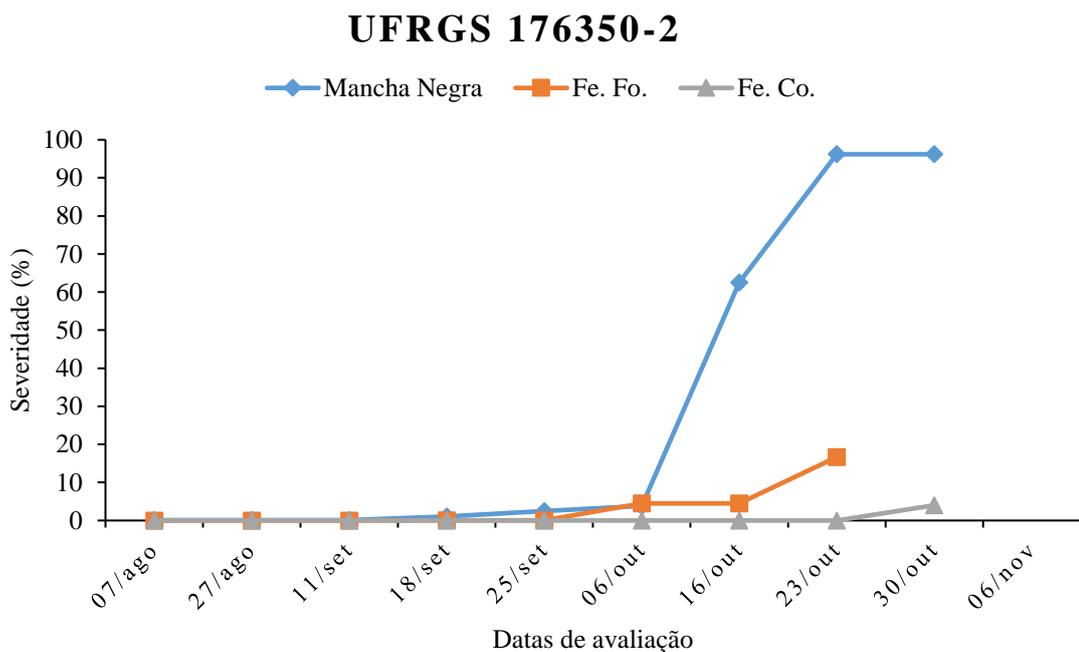
APÊNDICE L. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 186097-1 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



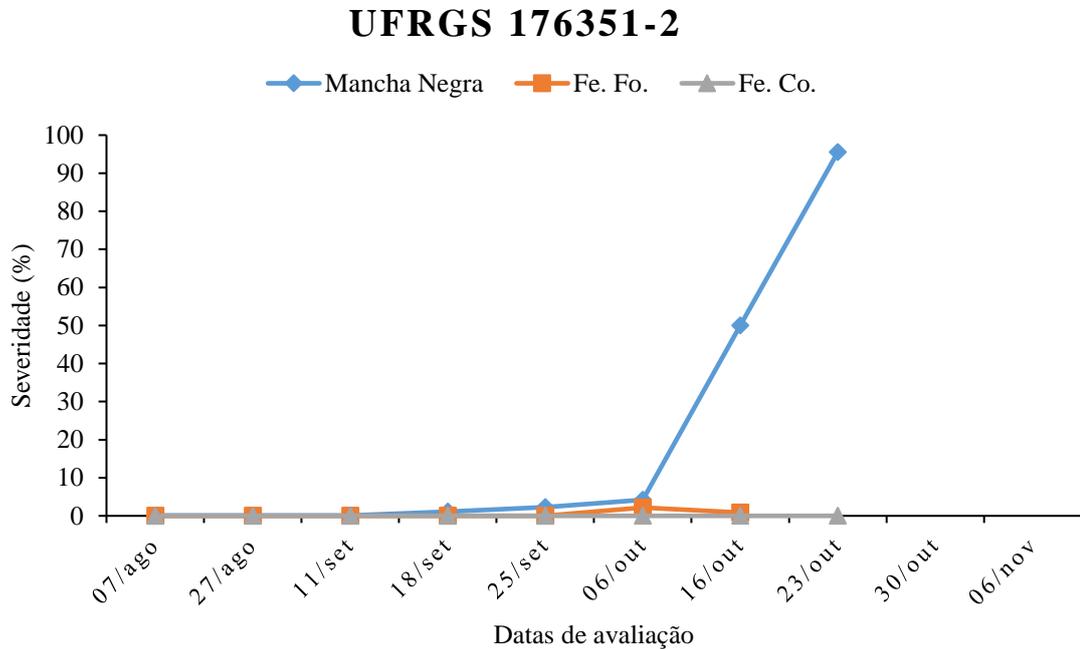
APÊNDICE M. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 186099-6 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



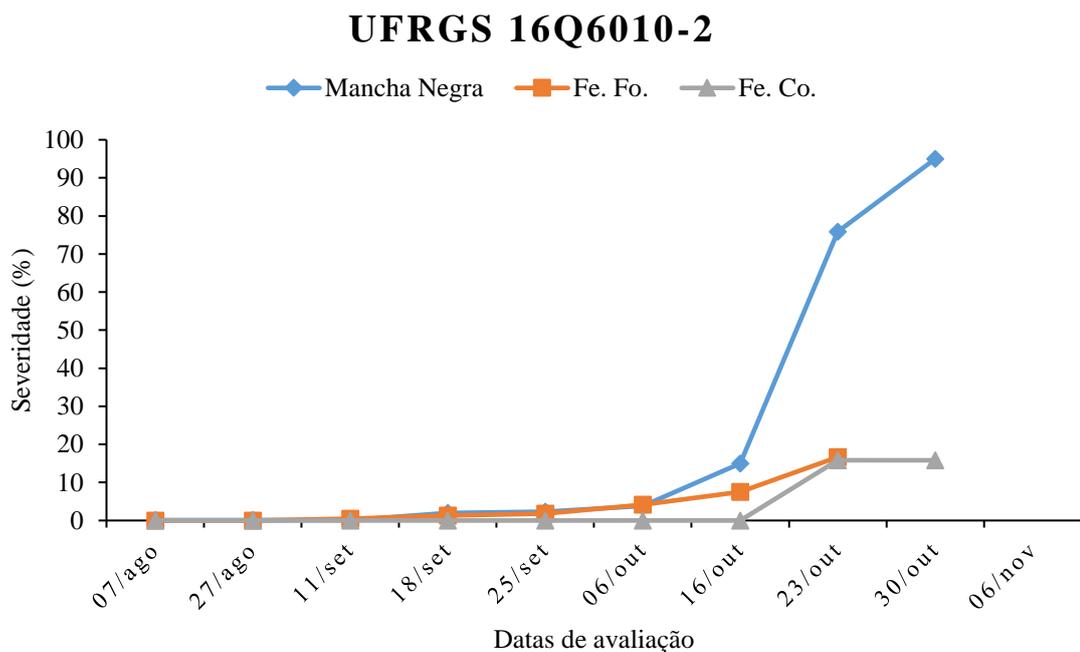
APÊNDICE N. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 176350-2 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



APÊNDICE O. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 176351-2 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.

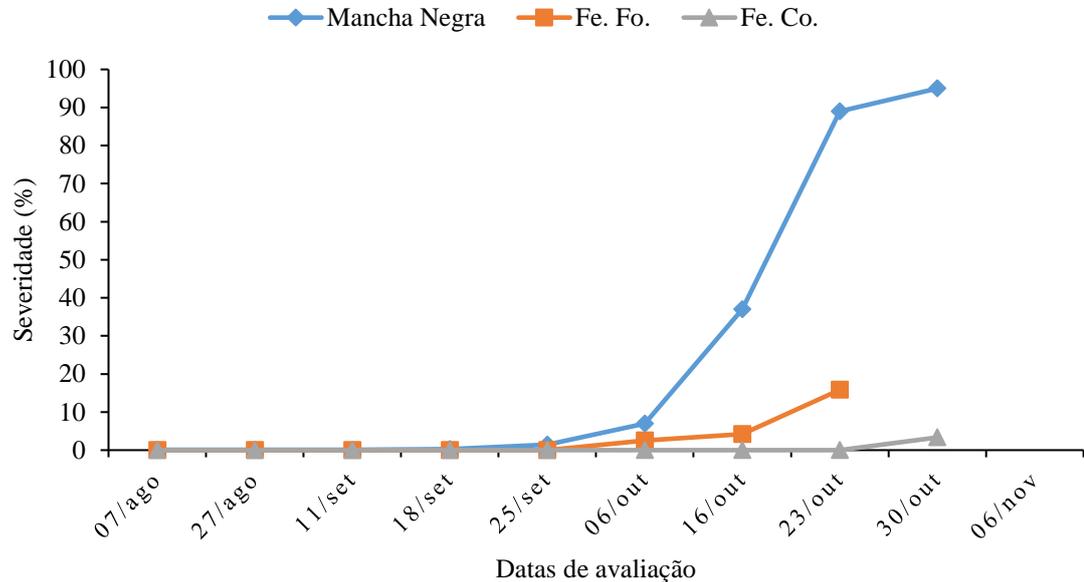


APÊNDICE P. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 16Q6010-2 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



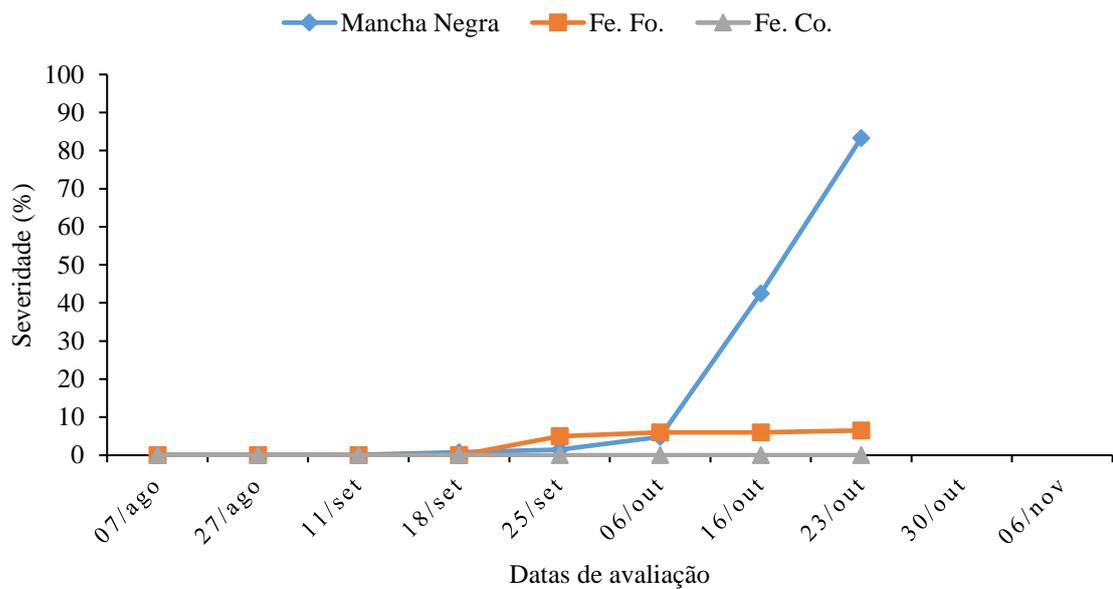
APÊNDICE Q. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 18QF7009-1 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.

### UFRGS 18QF7009-1

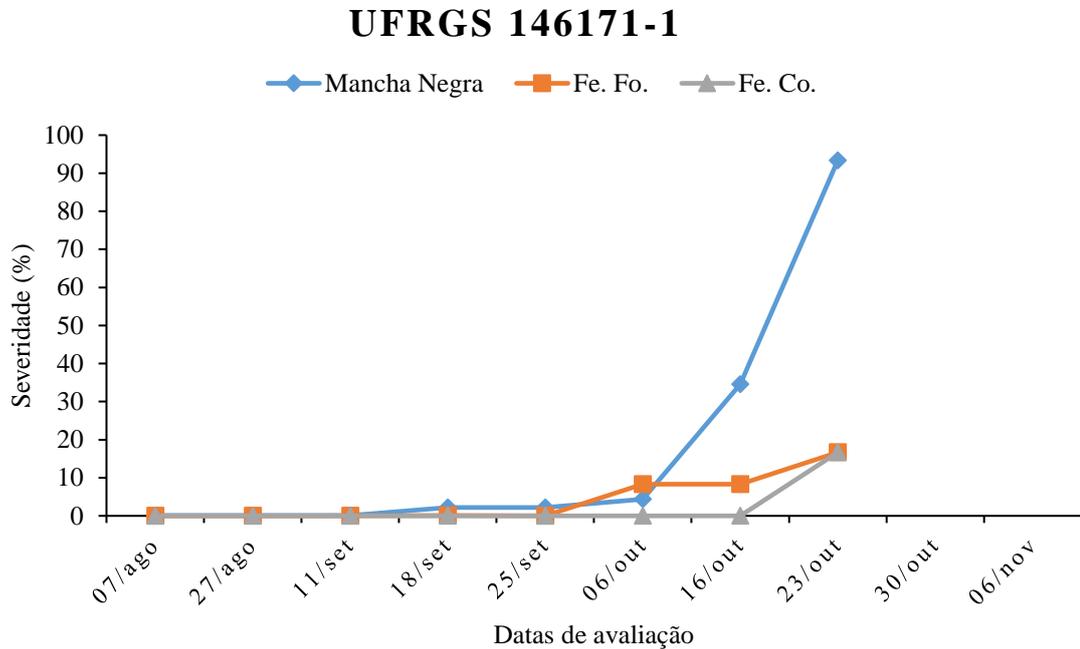


APÊNDICE R. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 18QF7009-5 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.

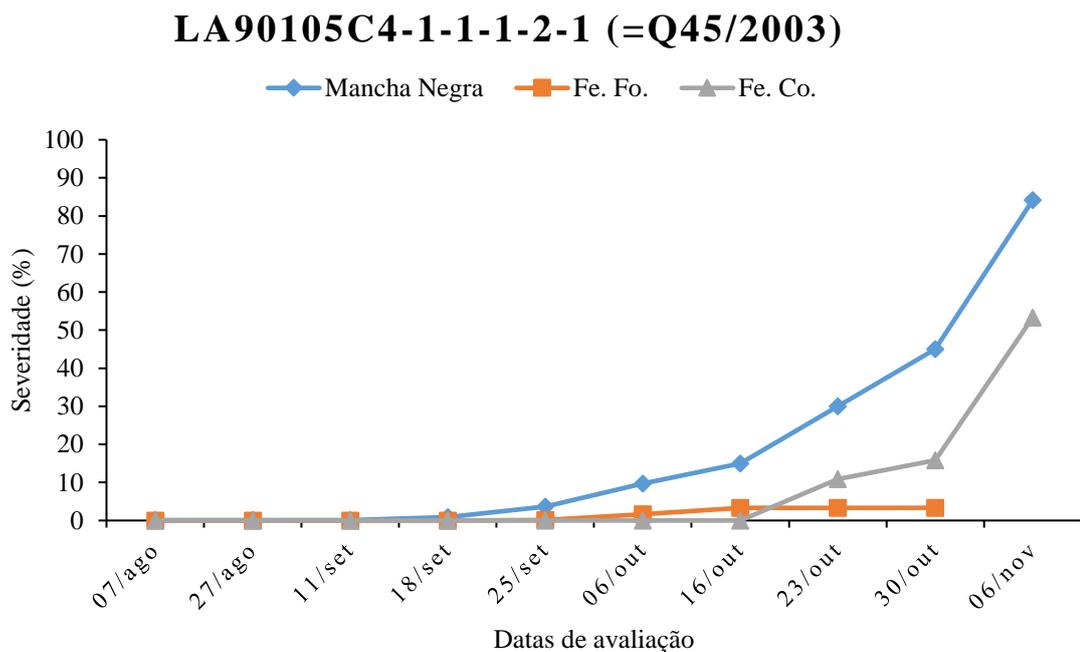
### UFRGS 18QF7009-5



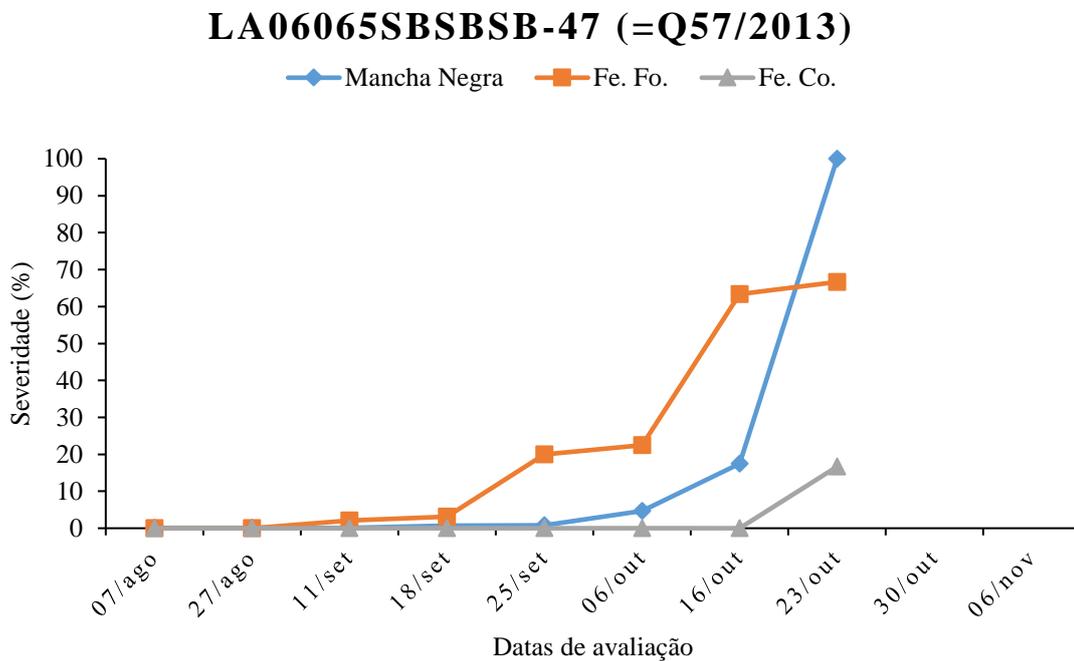
APÊNDICE S. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 146171-1 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



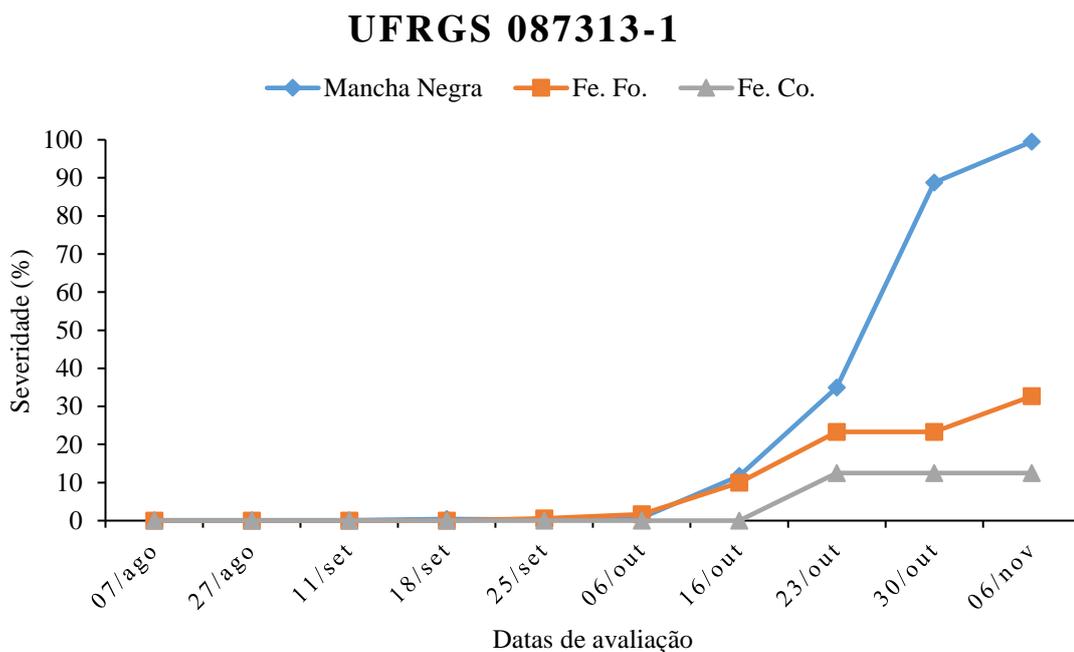
APÊNDICE T. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo LA90105C4-1-1-1-2-1 (=Q45/2003) na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



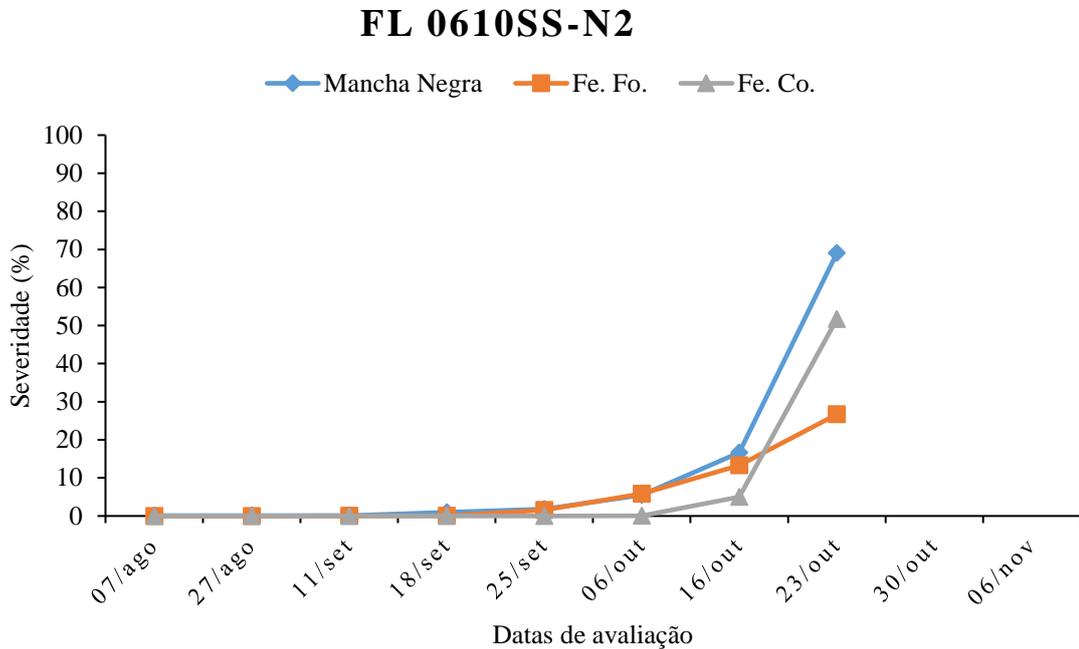
APÊNDICE U. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo LA06065SBSBSB-47 (=Q57/2013) na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



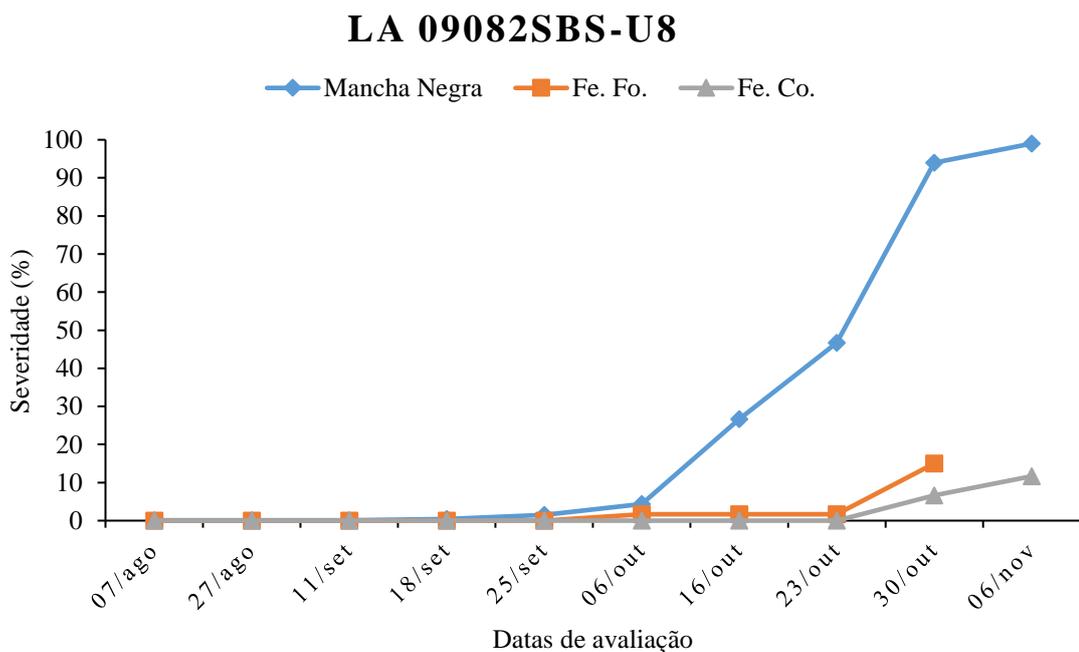
APÊNDICE V. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 087313- na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



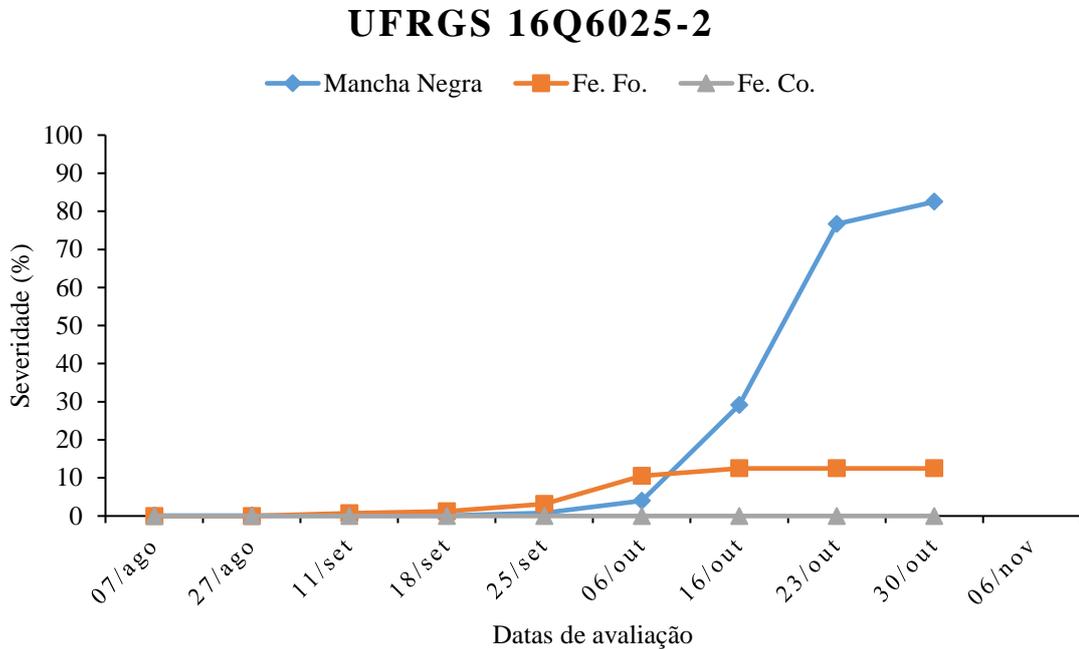
APÊNDICE W. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo FL 0610SS-N2 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



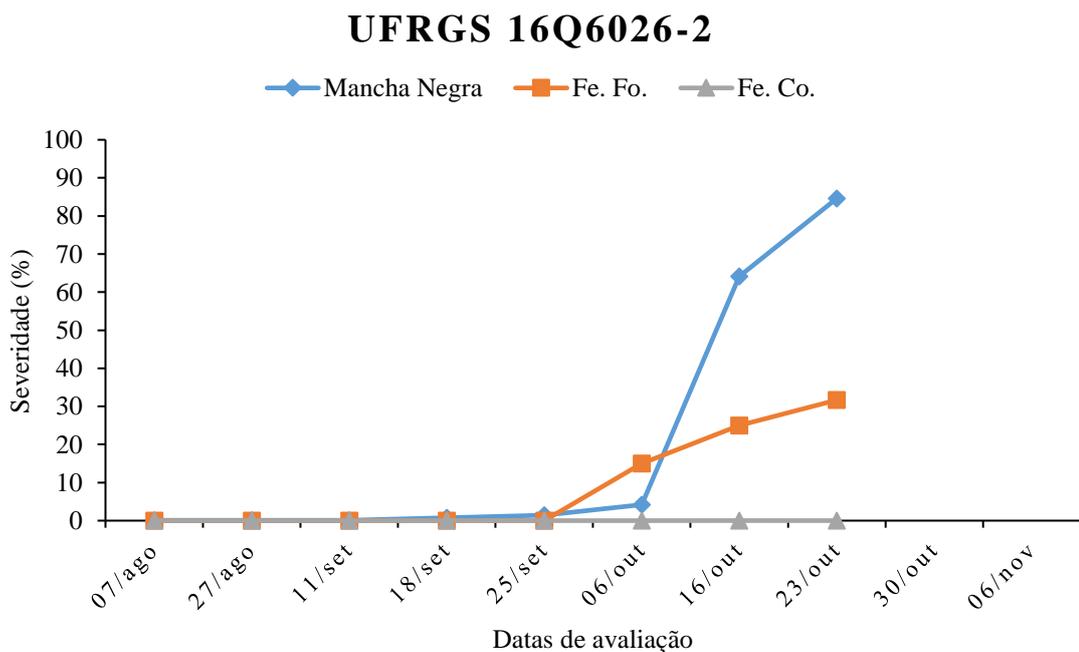
PÊNDICE X. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo LA 09082SBS-U8 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



APÊNDICE Y. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 16Q6025-2 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.

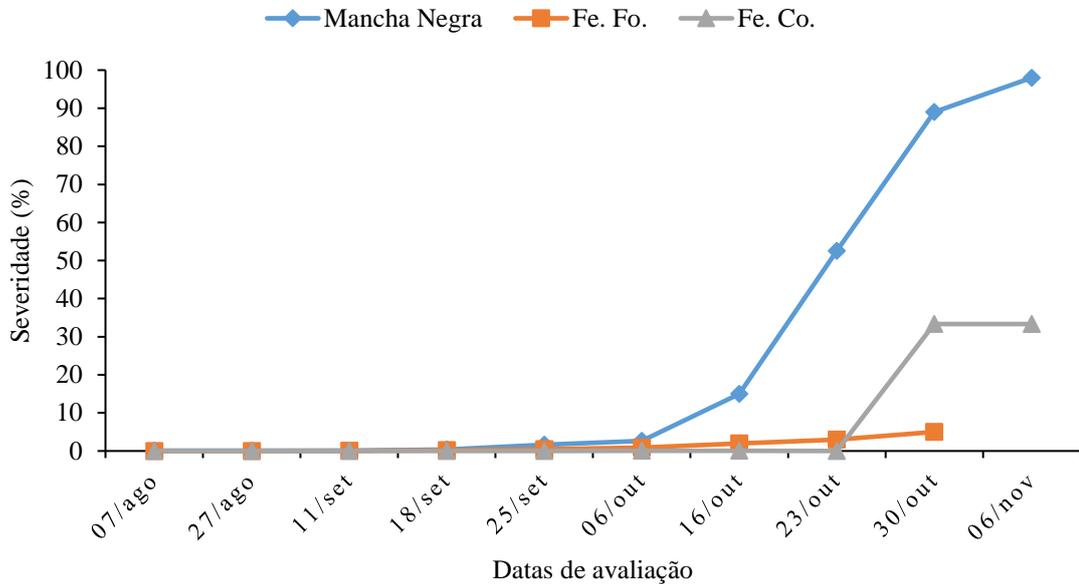


APÊNDICE Z. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 16Q6026-2 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



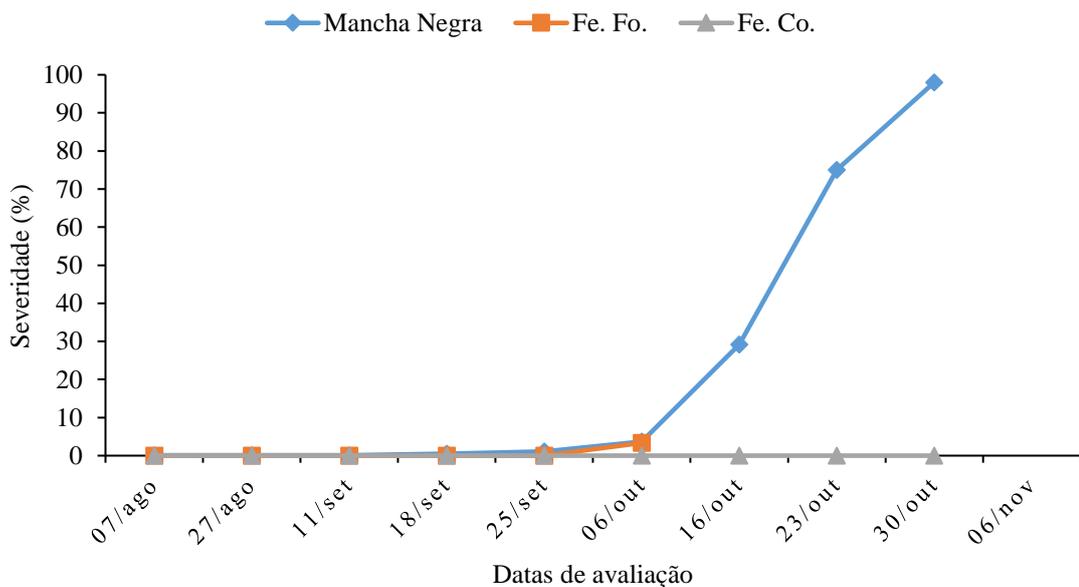
APÊNDICE AA. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo FL1013-U13-225 (=Q071/2015) na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.

### FL1013-U13-225 (=Q071/2015)

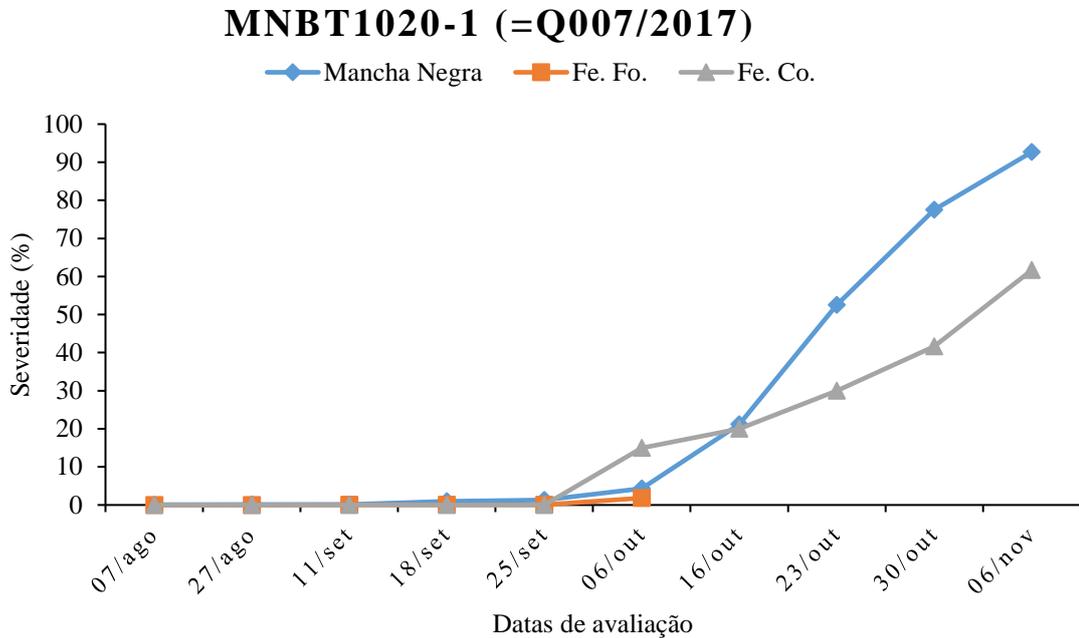


APÊNDICE AB. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo LA09082SBS-U11 (=Q096/2016) na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.

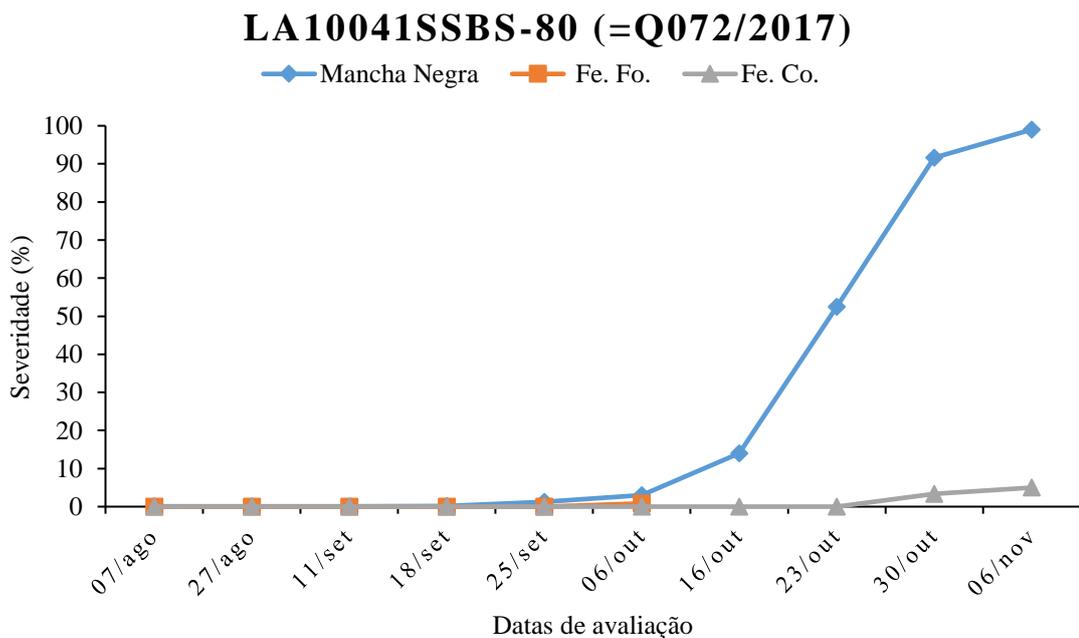
### LA09082SBS-U11 (=Q096/2016)



APÊNDICE AC. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo MNBT1020-1 (=Q007/2017) na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.

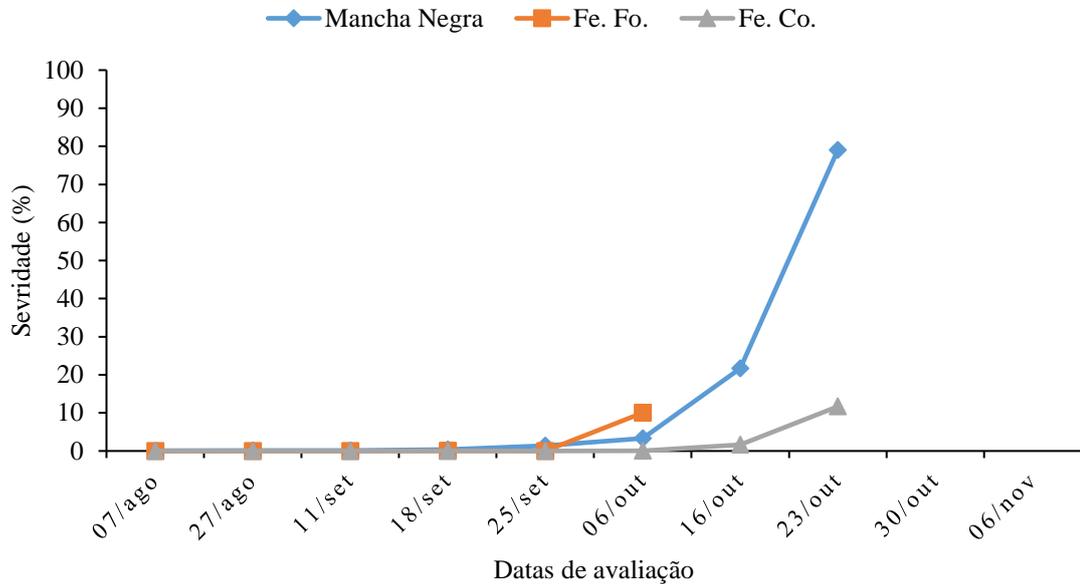


APÊNDICE AD. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo LA10041SSBS-80 (=Q072/2017) na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



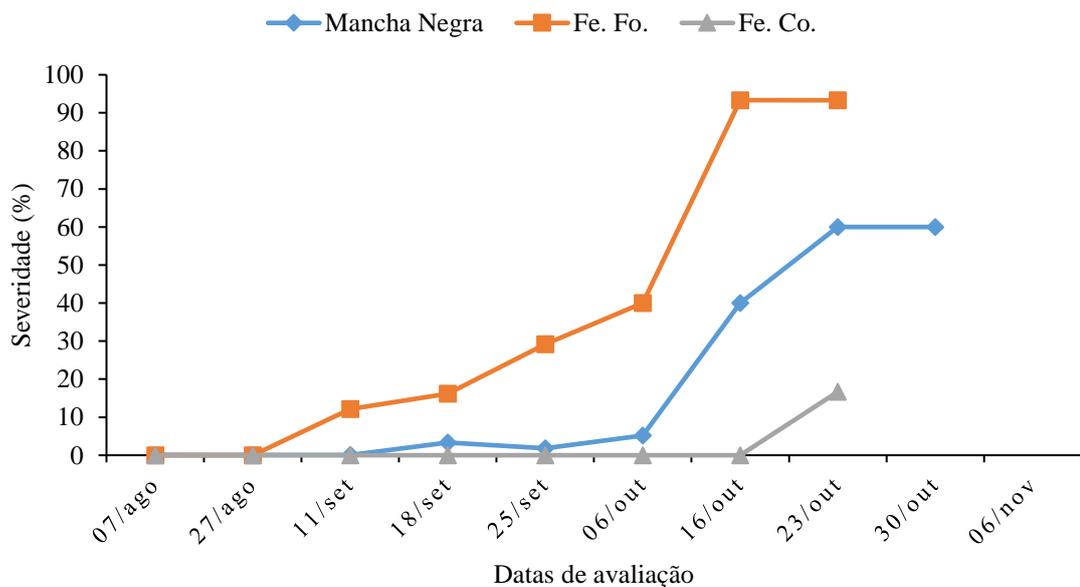
APÊNDICE AE. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo FL 1013-5 (=Q091/2017) na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.

### FL 1013-5 (=Q091/2017)

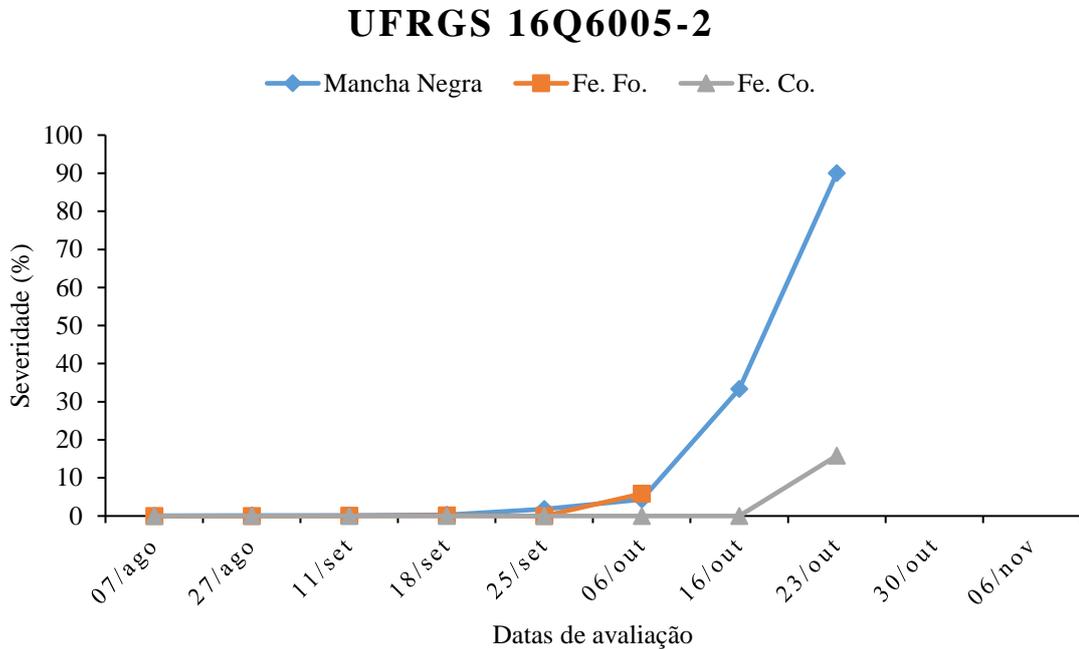


APÊNDICE AF. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 176334-4 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.

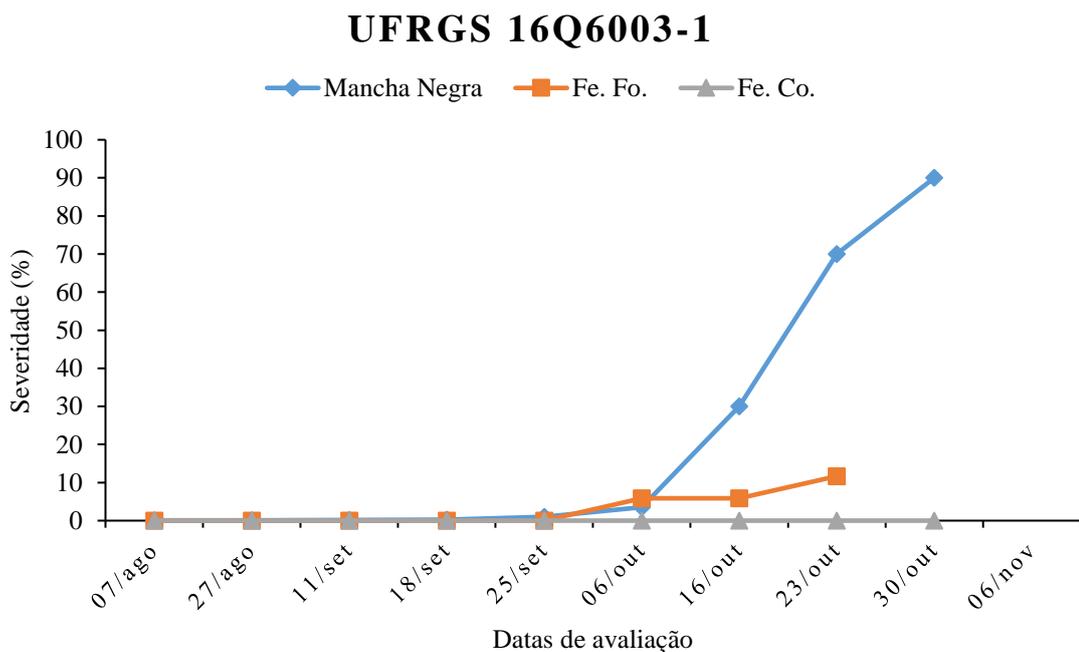
### UFRGS 176334-4



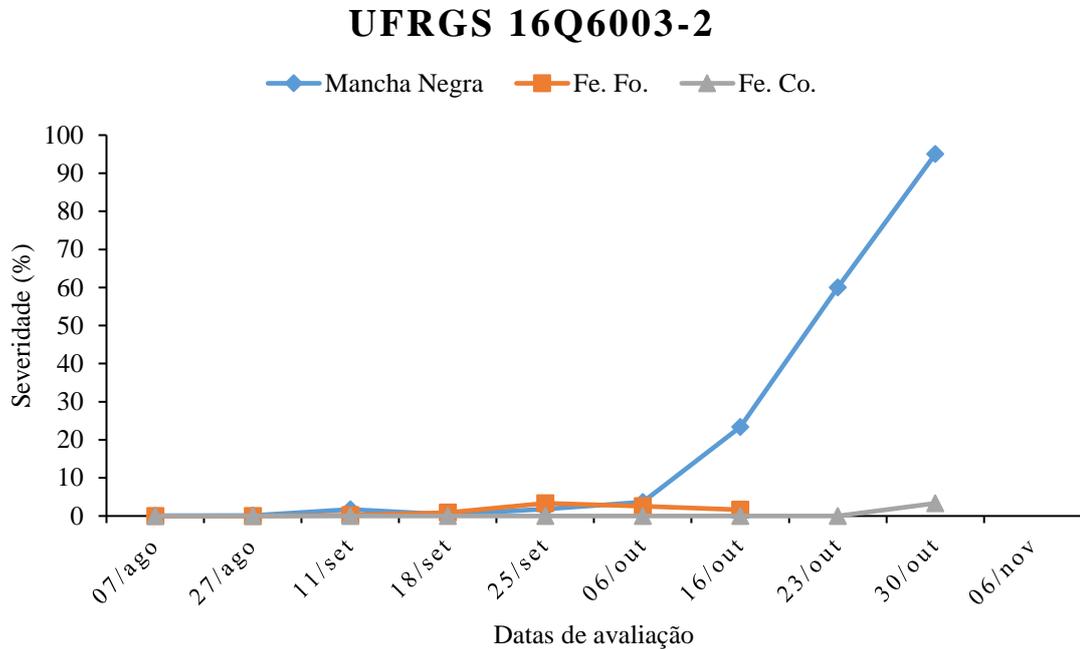
APÊNDICE AG. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 16Q6005-2 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



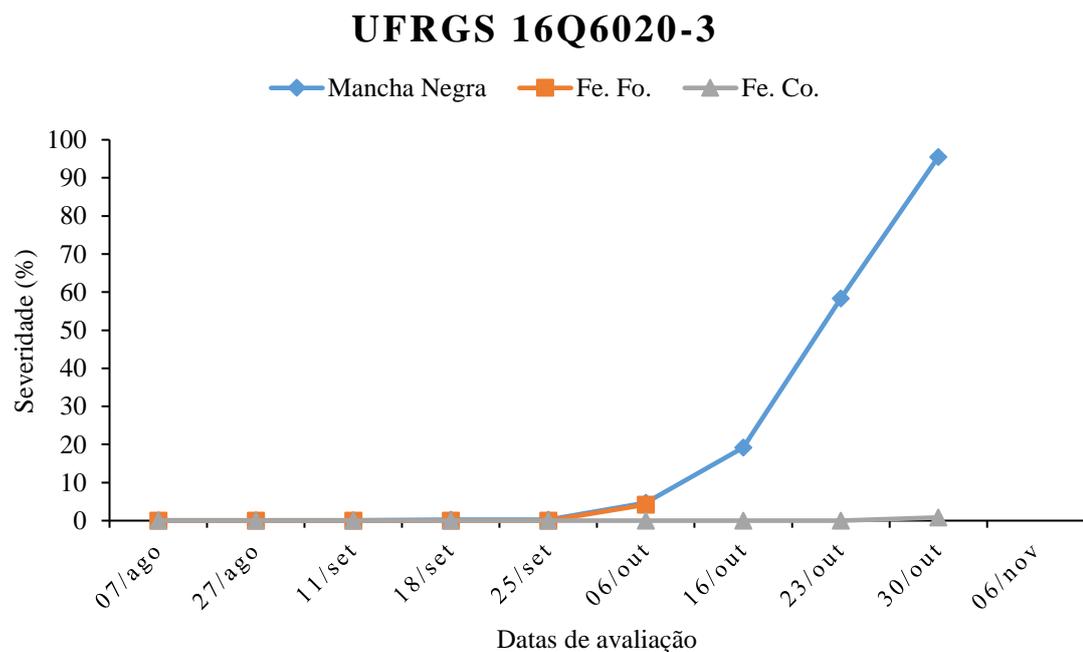
APÊNDICE AH. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 16Q6003-1 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



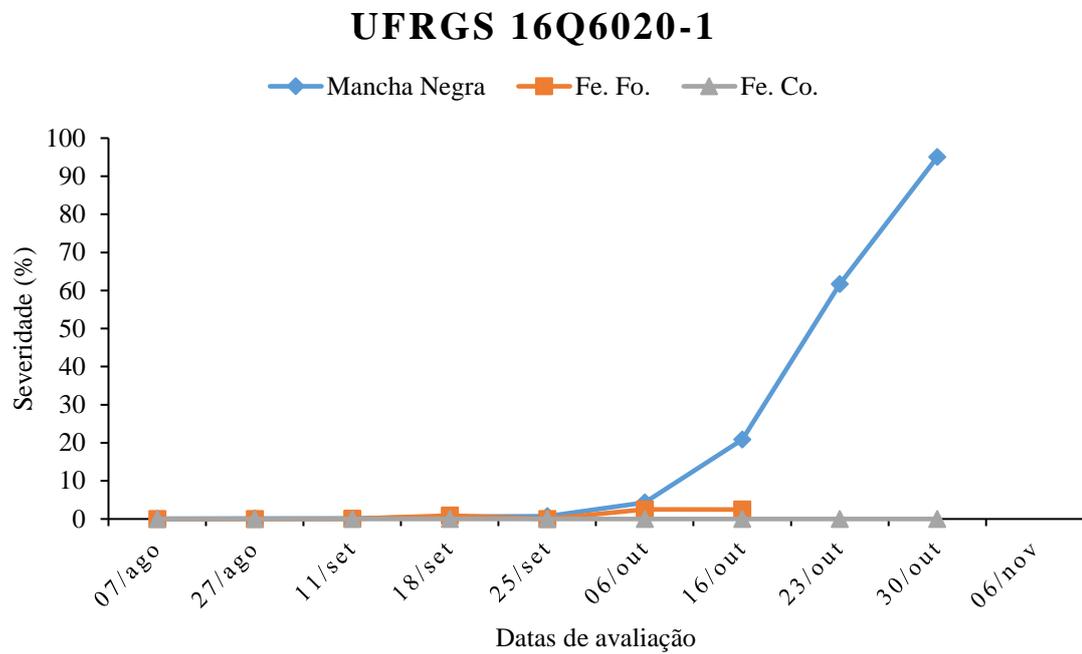
APÊNDICE AI. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 16Q6003-2 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



APÊNDICE AJ. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 16Q6020-3 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



APÊNDICE AK. Progressão das epidemias das doenças mancha negra (Mancha Negra), ferrugem da folha (Fe. Fo.) e ferrugem do colmo (Fe. Co.) para o genótipo UFRGS 16Q6020-1 na Estação Agronômica Experimental. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.



APÊNDICE AL. Estádios de desenvolvimento dos 42 genótipos no ano de 2020. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.

Genótipos	Datas das avaliações									
	07 ago	27 ago	11 set	18 set	25 set	06 out	16 out	23 out	30 out	06 nov
UFRGS 166098-3 <sup>1</sup>	5 fls.	EL*	EM	EM	IEP	F	GMM	GMD	GMD	GMD
UFRGS 166102B-1	5 fls.	EL	EL	EM	IEP	F	GMM	GMM	GMD	GMD
UFRGS 16Q6010-1 <sup>1</sup>	5 fls.	EL	F	F	F	GL	GMM	GMM	GMM	GMD
UFRGS 16Q6010-3	5 fls.	EL	F	F	F	GL	GMM	GMM	GMD	GMD
UFRGS 16Q6030-2 <sup>1</sup>	5 fls.	EL	EL	EL	IEP	F	GMM	GMM	GMD	GMD
UFRGS 16Q6031	5 fls.	P	EL	EL	EM	IEP	GMM	GMM	GMD	GMD
UFRGS 176060-3	5 fls.	EL	EM	IEP	F	GL	GMM	GMM	GMD	GMD
UFRGS176325-1	5 fls.	EL	F	F	F	GL	GMD	GMD	GMD	GMD
UFRGS 186013-3	5 fls.	EL	IEP	F	F	GL	GMM	GMD	GMD	GMD
UFRGS 186014-1	5 fls.	EL	IEP	F	F	GL	GMM	GMD	GMD	GMD
UFRGS 186014-2 <sup>1</sup>	5 fls.	EL	IEP	F	F	GL	GMM	GMD	GMD	GMD
UFRGS 186014-3	5 fls.	EL	IEP	F	F	GL	GL	GMD	GMD	GMD
UFRGS 186094-6	5 fls.	EL	EM	IEP	F	GL	GMM	GMM	GMD	GMD
UFRGS 186097-1	5 fls.	EL	EM	IEP	F	GL	GL	GMD	GMD	GMD
UFRGS 186099-6	5 fls.	EL	EM	IEP	F	GL	GMD	GMD	GMD	GMD
UFRGS 176350-2	5 fls.	EL	EM	IEP	F	GL	GMM	GMD	GMD	GMD
UFRGS 176351-2	5 fls.	EL	EM	IEP	F	GL	GMM	GMD	GMD	GMD
UFRGS 16Q6010-2	5 fls.	EL	F	F	F	GL	GMM	GMD	GMD	GMD
UFRGS 18QF7009-1	5 fls.	EL	EL	EL	EM	IEP	GL	GL	GMD	GMD
UFRGS 18QF7009-4 <sup>1</sup>	4 fls.	EL	EL	EL	EM	IEP	GMM	GMD	GMD	GMD
UFRGS 18QF7009-5	5 fls.	EL	EL	EL	EM	IEP	GMM	GMM	GMD	GMD
UFRGS 146171-1	4 fls.	EL	EM	IEP	F	GL	GMM	GMD	GMD	GMD
URS BRAVA <sup>1</sup>	5 fls.	EL	EM	EM	IEP	GL	GMM	GMD	GMD	GMD
LA90105C4-1-1-1-2-1 (=Q45/2003)	5 fls.	P	EL	EL	EL	EL	IEP	F	GL	GMM
LA06065SBSBSB-47 (=Q57/2013)	5 fls.	EL	EL	EM	IEP	F	GL	GMD	GMD	GMD
UFRGS 087313-1	5 fls.	P	EL	EL	EL	EM	F	F	GL	GMM
FL 0610SS-N2	5 fls.	EL	EL	EM	EM	F	GL	GMM	GMD	GF

Continuação APÊNDICE AL. Estádios de desenvolvimento dos 42 genótipos no ano de 2020. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2020.

LA 09082SBS-U8	5 fls.	P	EL	EL	EL	EM	IEP	GL	GMM	GMM	
UFRGS 16Q6025-2	5 fls.	EL	EL	EM	IEP	F		GMM	GMM	GMD	GF
UFRGS 16Q6026-2	5 fls.	EL	EL	EM	EM	F		GL	GMM	GMD	GF
SD120129 (=Q026/2016) <sup>1</sup>	5 fls.	EL	EL	EL	EM	EM	F	F-GL	GL	GMM	
FL1013-U13-225 (=Q071/2015)	5 fls.	EL	EL	EL	EM	IEP		GL	GMM	GMM	GMM
LA09082SBS-U11 (=Q096/2016)	5 fls.	EL	EL	EL	EM	IEP		GL	GMM	GMM	GMD
MNBT1020-1 (=Q007/2017)	5 fls.	EL	EL	EL	EL	EL	IEP	F	GL	GMM	
LA10041SSBS-80 (=Q072/2017)	5 fls.	EL	EL	EL	EL	EM	F	GL	GL	GMD	
FL 1013-5 (=Q091/2017)	5 fls.	EL	EL	EM	EM	F		GMM	GMM	GMD	GF
UFRGS 176334-4	5 fls.	EL	IEP	F	F	GMM	GMD	GMD	GMD	GF	
UFRGS 16Q6005-2	5 fls.	EL	EM	EM	IEP	F		GL	GMM	GMD	GF
UFRGS 16Q6003-1	5 fls.	EL	EL	EM	IEP	F		GL	GMM	GMD	GF
UFRGS 16Q6003-2	5 fls.	EL	EL	EM	EM	F		GL	GL	GMD	GF
UFRGS 16Q6020-3	4 fls.	EL	EL	EL	EL	IEP		GL	GMM	GMM	GMD
UFRGS 16Q620-1	5 fls.	P	EL	EL	EM	IEP		GL	GL	GMM	GMD

<sup>1</sup>Genótipos selecionados para análise no segundo ano. \*Estádios: fls = folhas; P=perfilhamento; EL=elongação; EM=emborrachamento; IEP=início da extrusão da panícula; F=florescimento; GL= grão leitoso; GMM= grão massa mole; GM= grão massa; GMD= grão massa dura e GF= grão farináceo.

APÊNDICE AM. Estádios de desenvolvimento dos sete genótipos no ano de 2021. Eldorado do Sul-RS, 2020.

Genótipos	Datas das avaliações									
	10 ago	20 ago	01 set	10 set	16 set	22 set	01 out	06 out	13 out	22 nov
UFRGS 166098-3	5 fls.	EL	EM	IEP	IEP	GL	GMM	GMM	GMD	GMD
UFRGS 16Q6010-1	5 fls.	EL	EM	IEP	F	F	GL	GMM	GMM	GMD
UFRGS 16Q6030-2	5 fls.	P	EL	EL	EM	IEP	F	F	GL	GMM
UFRGS 186014-2	5 fls.	P	EL	EM	IEP	F	GL	GL	GMM	GMD
UFRGS 18QF7009-4	5 fls.	P	EL	EL	EL	EM	IEP	GL	GL	GMM
URS BRAVA	5 fls.	P	EL	EM	EM	F	GL	GL	GL	GMD
SD120129 (=Q026/2016)	5 fls.	P	P	EL	EL	EL	EM	IEP	F	GL

\*Estádios: fls = folhas; P=perfilhamento; EL=elongação; EM=emborrachamento; IEP=início da extrusão da panícula; F=florescimento; GL= grão leitoso; GMM= grão massa mole; GM= grão massa; GMD= grão massa dura e GF= grão farináceo.

## APÊNDICE AN. Boletim de elementos meteorológicos observados durante 2020. Estação automática A801 – Porto Alegre. INMET, 2021.

Dia	Temperatura média do ar (°C) <sup>1</sup>						Precipitação pluviual (mm) <sup>2</sup>						Umidade relativa do ar média (%) <sup>3</sup>					
	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
1	11,6	12,7	17,1	13,5	22,9	18,1	1,8	34,8	2,4	10,2	7,6	0,0	76,2	79,6	76,6	87,1	82,1	72,8
2	11,7	10,2	18,1	19,2	19,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	80,5	74,3	71,1	79,5	92,0	66,5
3	14,1	8,3	19,2	14,0	13,0	18,3	1,2	0,0	0,0	6,4	14,8	0,0	88,3	75,5	77,4	90,5	93,1	73,8
4	16,2	10,4	19,4	14,1	15,2	17,5	0,0	0,0	0,0	13,2	22,2	0,0	83,9	72,6	73,1	85,5	88,0	63,0
5	17,2	13,7	18,2	12,9	19,4	16,6	11,0	8,8	0,2	8,4	2,2	0,8	92,0	89,4	71,7	93,5	80,4	74,9
6	15,6	12,5	19,0	15,0	16,8	19,2	26,6	13,6	0,0	37,6	0,0	2,4	80,3	83,7	67,9	96,1	75,7	72,4
7	15,5	12,4	17,6	14,5	16,4	22,0	0,2	16,6	0,0	7,8	0,0	0,0	83,4	93,0	81,1	93,5	86,4	73,1
8	14,9	13,8	15,2	17,1	18,3	21,9	0,0	106,2	0,0	8,0	0,2	0,0	85,2	94,7	86,8	89,9	79,4	75,2
9	15,6	10,8	17,2	20,6	17,5	20,5	0,0	2,2	0,0	0,2	0,0	0,0	86,3	75,1	77,9	82,8	72,3	85,5
10	15,5	11,4	21,0	19,3	16,7	23,5	0,0	0,2	0,0	27,0	0,2	1,2	89,2	77,2	64,9	83,4	65,8	77,3
11	18,3	13,8	14,4	18,4	17,5	22,5	12,0	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	92,5	88,3	67,9	86,3	68,4	76,4
12	21,0	13,2	9,5	17,1	20,3	22,6	1,0	11,8	34,2	0,4	0,0	0,0	86,6	95,2	94,6	92,7	69,6	77,8
13	18,1	12,6	13,5	18,8	17,8	23,9	41,4	0,4	14,8	13,6	0,0	0,0	72,5	78,2	96,5	92,3	70,9	76,3
14	10,0	8,9	16,3	16,0	17,8	24,8	0,0	0,0	0,2	11,0	0,0	0,0	65,1	57,3	90,0	79,0	73,9	74,0
15	12,4	7,7	17,3	12,7	18,1	24,9	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	79,3	74,8	81,0	74,4	78,1	77,9
16	17,4	9,9	14,0	16,3	20,2	22,0	0,0	0,0	0,0	31,8	0,0	12,8	79,9	86,7	74,4	95,3	72,1	90,6
17	19,7	14,3	13,7	17,9	20,1	19,6	0,0	9,4	0,2	13,4	0,0	11,0	78,0	91,0	71,9	87,1	66,2	71,5
18	22,3	19,9	17,4	19,5	22,7	19,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	66,0	81,6	80,3	81,3	63,0	68,6
19	18,8	22,5	15,4	16,3	24,4	20,1	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0	80,7	71,1	80,5	80,5	62,4	63,1
20	22,5	21,3	9,9	12,6	22,4	19,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	77,2	73,3	65,1	61,9	76,5	69,0
21	24,4	20,9	8,6	12,1	20,9	19,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	62,0	70,7	61,4	66,6	88,1	62,1
22	19,0	21,3	9,9	12,9	21,2	20,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	82,9	69,5	65,9	67,5	80,3	63,9
23	21,0	21,8	13,8	17,3	21,3	22,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	74,3	67,0	66,6	66,8	82,6	65,0
24	22,9	20,6	17,7	20,7	23,1	25,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	59,0	67,7	67,4	69,4	79,5	62,8
25	19,0	11,4	18,9	20,9	23,8	28,0	1,2	9,8	0,0	0,0	0,0	0,0	74,8	77,0	61,4	70,5	75,7	58,0
26	10,7	11,7	20,8	20,3	22,9	23,9	25,8	0,4	0,0	0,2	0,0	12,4	78,9	66,9	66,1	80,8	79,6	78,8
27	10,7	14,4	21,4	20,7	17,5	22,3	0,2	8,4	0,0	0,0	27,4	1,8	78,0	89,3	65,5	84,6	90,0	83,8
28	11,0	11,3	17,5	18,7	20,1	25,5	0,0	64,4	0,0	16,0	21,8	0,0	81,5	88,7	87,4	74,3	77,4	73,1
29	11,6	8,7	21,7	17,3	17,9	25,5	0,0	0,2	1,0	0,2	0,2	10,0	83,0	69,3	75,3	73,0	75,3	73,3
30	14,7	9,0	13,6	20,0	16,8	23,5	82,2	0,0	14,4	17,2	0,0	0,0	95,9	80,2	92,7	88,3	68,5	77,0
31		14,3	11,5		18,0			0,0	2,8		0,0			72,0	76,7		69,3	
Média <sup>1,3</sup> ou Soma <sup>2</sup>	16,4	13,7	16,1	16,9	19,4	21,7	204,6	294,0	78,2	222,8	104,6	52,4	79,8	78,4	75,4	81,8	76,9	72,6

## APÊNDICE AO. Boletim de elementos meteorológicos observados durante 2021. Estação automática A801 – Porto Alegre. INMET, 2021.

Dia	Temperatura média do ar (°C) <sup>1</sup>						Precipitação pluvial (mm) <sup>2</sup>						Umidade relativa do ar média (%) <sup>3</sup>					
	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
1	13,2	10,9	11,7	21,3	19,1	23,9	0,2	1,0	0,0	0,0	27,0	0,0	73,0	88,2	81,7	65,7	88,5	70,3
2	16,7	12,9	11,2	22,8	18,4	24,2	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	75,0	80,5	83,1	65,0	75,1	74,3
3	14,9	12,2	11,2	19,7	18,0	21,8	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,2	79,0	81,3	83,9	79,3	85,3	87,9
4	18,4	10,6	13,0	16,8	15,9	23,4	0,0	0,2	0,0	0,2	0,8	17,4	77,8	86,1	91,6	80,1	70,5	77,1
5	22,5	12,3	17,1	17,3	15,2	23,8	0,0	0,0	0,0	25,2	0,0	0,0	71,0	86,1	84,2	86,7	65,2	78,8
6	15,7	14,1	17,6	18,3	17,7	20,7	14,4	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	90,4	87,3	77,5	80,7	69,7	88,5
7	15,9	16,7	19,1	16,9	15,7	19,1	0,0	0,0	0,2	8,2	0,2	11,8	83,4	73,6	73,0	92,3	67,3	69,6
8	16,2	16,9	20,7	18,1	16,3	19,3	0,4	0,0	0,0	62,2	0,0	0,0	90,0	77,3	71,8	94,3	73,3	66,8
9	17,9	16,5	19,0	17,8	18,1	20,0	15,8	0,0	0,0	4,4	0,2	0,0	88,8	83,2	79,6	69,4	81,1	66,2
10	16,0	17,0	14,5	15,2	20,0	19,8	0,6	0,2	7,2	0,2	0,0	0,0	94,8	76,7	93,8	72,2	77,0	63,5
11	15,0	16,5	11,9	16,7	18,9	19,9	20,8	0,0	2,4	0,0	0,6	0,0	84,0	82,5	72,6	70,6	78,0	63,1
12	12,6	18,1	9,2	19,5	21,3	19,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	68,8	79,5	79,7	73,5	75,5	64,7
13	14,1	17,5	13,9	19,6	23,0	20,7	0,0	0,0	0,0	6,2	0,0	0,0	76,2	80,3	81,6	87,6	74,8	62,5
14	15,1	18,3	16,8	18,5	25,5	22,8	0,0	0,0	0,0	50,2	0,0	0,0	78,5	75,5	78,1	94,1	65,0	58,6
15	13,4	16,1	15,2	15,9	20,2	24,5	0,2	10,0	0,0	0,8	10,4	0,0	89,6	91,7	88,2	58,7	87,6	62,5
16	11,5	13,4	15,3	14,9	16,7	23,7	0,0	0,2	0,0	0,0	17,4	0,0	70,8	83,3	87,9	68,2	89,6	72,5
17	10,7	12,7	19,2	15,7	17,5	18,4	0,0	0,2	0,0	0,0	2,6	7,2	78,6	83,8	82,5	84,3	67,1	89,8
18	11,6	10,8	18,2	18,1	17,8	16,8	0,0	0,6	8,4	4,4	0,0	5,4	88,5	59,0	89,9	88,3	75,6	86,2
19	14,0	10,1	24,4	19,6	17,7	19,5	0,0	0,0	12,2	0,2	0,0	0,4	89,0	66,0	63,8	87,8	68,2	69,0
20	15,0	9,2	20,6	21,6	17,4	20,8	1,6	0,0	0,0	18,4	0,0	0,0	90,8	76,9	71,3	86,9	70,6	58,3
21	13,8	10,1	15,9	17,3	19,3	24,1	0,0	0,0	1,4	0,2	0,0	0,0	91,7	75,7	90,0	76,7	67,4	50,1
22	14,2	11,7	22,0	16,2	20,0	27,2	1,4	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	90,0	71,5	68,1	71,3	74,6	44,3
23	16,2	15,8	17,9	16,8	20,2	23,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	83,9	74,2	68,3	73,2	78,3	58,4
24	17,5	18,0	16,1	17,3	19,1	21,3	0,0	0,2	2,8	6,2	2,8	0,0	79,1	66,4	92,4	83,3	67,0	57,8
25	15,3	20,1	17,6	17,2	20,1	23,3	6,8	0,0	48,8	0,0	0,0	0,0	74,5	63,3	96,6	78,3	59,1	70,8
26	14,3	18,4	14,3	19,4	23,2	21,9	14,2	3,6	50,4	0,0	0,0	16,0	91,0	86,2	86,3	81,8	55,4	89,0
27	13,6	12,1	14,0	21,5	25,1	22,5	95,4	28,8	0,2	0,0	0,0	26,2	87,3	74,8	79,8	79,8	51,5	86,0
28	9,1	7,0	15,6	18,9	23,8	23,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	67,3	69,2	77,5	87,8	52,4	80,0
29	8,1	6,7	18,8	18,8	22,1	23,8	0,0	2,0	0,0	8,8	0,0	0,0	68,0	70,1	71,8	86,1	74,6	67,0
30	9,1	7,5	19,4	18,3	23,2	23,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	85,6	73,5	74,0	78,9	74,2	58,7
31		11,2	21,6		24,2			0,0	0,0		0,0			70,1	66,1		70,6	
Média <sup>1,3</sup> ou Soma <sup>2</sup>	14,4	13,6	16,5	18,2	19,7	21,9	172,2	47,6	135,0	195,8	66,8	85,0	81,9	77,2	80,2	79,4	71,9	69,7

APÊNDICE AP. Amostras de sementes dos sete genótipos avaliados nos anos de 2020 e de 2021. Sementes colhidas em 2021. Laboratório de Cereais de Inverno, 2021.



APÊNDICE AQ. Exemplo de Placa de Petri em que foi analisada a incidência de patógenos fúngicos nas sementes, sete dias após o plaqueamento. Laboratório de Cereais de Inverno, 2021.

