

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**Silvane Isabel Brand**

**MANCHAS FOLIARES DE ALTERNÁRIA E SEPTÓRIA EM  
GIRASSOL: MODELAGEM DA SEVERIDADE E  
REDUÇÃO DA PRODUTIVIDADE**

**Santa Maria, RS  
2017**

**Silvane Isabel Brand**

**MANCHAS FOLIARES DE ALTERNÁRIA E SEPTÓRIA EM GIRASSOL:  
MODELAGEM DA SEVERIDADE E REDUÇÃO DA PRODUTIVIDADE**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Engenharia Agrícola**

Orientador: Prof. Dr. Arno Bernardo Heldwein

Santa Maria, RS  
2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Brand, Silvane Isabel  
Manchas foliares de alternária e septória em girassol:  
Modelagem da severidade e redução da produtividade /  
Silvane Isabel Brand.- 2017.  
97 f.; 30 cm

Orientador: Arno Bernardo Heldwein  
Coorientadores: Nereu Augusto Streck, Sidinei Zwick  
Radons  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2017

1. Septoria helianthi 2. Alternaria helianthi 3.  
Severidade de Dano 4. Previsão Agrometeorológica 5.  
Diminuição do Rendimento I. Heldwein, Arno Bernardo II.  
Streck, Nereu Augusto III. Zwick Radons, Sidinei IV.  
Título.

---

© 2017

Todos os direitos autorais reservados a Silvane Isabel Brand. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

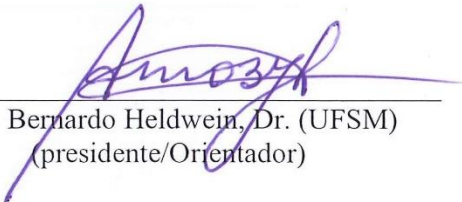
E-mail: silvanebrand@yahoo.com.br


Silvane Isabel Brand

**MANCHAS FOLIARES DE ALTERNÁRIA E SEPTÓRIA EM GIRASSOL:  
MODELAGEM DA SEVERIDADE E REDUÇÃO DA PRODUTIVIDADE**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Engenharia Agrícola**

**Aprovado em 17 de janeiro de 2017:**

  
Arno Bernardo Heldwein, Dr. (UFSM)  
(presidente/Orientador)

  
Ivan Carlos Maldaner, Dr. (IFFarroupilha –SVS)

  
Sidinei Zwick Radons, Dr. (UFFS – CL)

Santa Maria, RS  
2017

## **DEDICATÓRIA**

*Aos meus pais*

***Guido Afonso Brand e Romana Franke Brand***

*Minha irmã*

***Simone Cristiane Brand***

*Meu noivo*

***Adriano Scherer***

*Pelo exemplo de vida, confiança, amor, caráter e exemplos de superação em todo os dias da  
minha vida.*

*Por todo o apoio que vocês têm me dado durante todas as etapas da minha vida.*

*Dedico a vocês com todo o meu amor.*

## AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por todos os momentos de alegria e superação proporcionados ao longo destes anos.

Agradeço a minha mãe Romana, meu pai Guido que mesmo não tendo a oportunidade de estudo não mediram esforços para que eu pudesse ter a oportunidade de estudar. Muito obrigada por todo carinho, apoio e incentivo durante toda a minha caminhada.

A minha irmã Simone que sempre me auxiliou durante toda a graduação e agora durante a pós-graduação. Minha colega de profissão. Muito obrigada por tudo.

Agradeço ao meu noivo Adriano, por todo amor, apoio, auxílio e paciência durante toda a graduação e agora na pós graduação sempre me incentivando em todos os momentos.

A Universidade Federal de Santa Maria e ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Santa Maria pela oportunidade de aprendizado durante o mestrado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão de bolsa de estudo.

Ao professor Arno Bernardo Heldwein agradeço pela orientação, ensinamentos, contribuindo para o meu crescimento pessoal e profissional.

Ao professor Sidinei Zwick Radons agradeço a orientação durante toda a graduação e a coorientação durante a pós-graduação. E por me despertar para a área da agrometeorologia.

Agradeço a disponibilidade dos dados utilizados dos experimentos de Fabricio Ivan Guse, Ivan Carlos Maldaner, Sidinei Zwick Radons e Fernando Hinnah.

A Jocélia pelo ensinamento e auxílio nas avaliações de severidade durante todos os experimentos.

A Adriana, Bruno, Cadmo, Francilene, Gabriel, Jocélia, Junior, Leidiana, Mateus Leonardi, Pedro, Victor por todo o auxílio nos experimentos e amizade.

As meninas da fitotecnia Jocélia, Leidiana, Adriana e Francilene pela amizade, auxílio nos experimentos e momentos de desconcentração.

Aos amigos da fitotecnia Luis, Samuel, Mateus Bortoluzzi, pelos momentos de amizade e descontração.

Agradeço ao pessoal do Laboratório de Fitopatologia da UFSM e ao Tales pelo auxílio no isolamento e repicagem dos fungos.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram ao longo desta caminhada e para a construção deste trabalho.

## RESUMO

### MANCHAS FOLIARES DE ALTERNÁRIA E SEPTÓRIA EM GIRASSOL: MODELAGEM DA SEVERIDADE E REDUÇÃO DA PRODUTIVIDADE

AUTORA: Silvane Isabel Brand  
ORIENTADOR: Arno Bernardo Heldwein

Objetivou-se com esse trabalho avaliar o progresso da doença sob diferentes molhamentos foliares com ajuste de um sistema de previsão agrometeorológica da mancha de septória no girassol com base em variáveis meteorológicas, em dois experimentos, na região central do RS. Adicionalmente, buscou-se avaliar o efeito de manchas foliares de alternária e septória, Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) e a Duração da Área Foliar Sadia (DAFS), na produtividade da cultura do girassol em anos sob diferentes condições meteorológicas na região central do RS. Os experimentos foram conduzidos sob condições parcialmente controladas de molhamento foliar artificial aplicado por microaspersão acima das plantas de girassol. Os oito tratamentos constaram de: uma testemunha sem molhamento foliar e 7 tratamentos com tempos de molhamento artificial (8 h, 12 h, 16 h, 20 h, 24 h, 28 h e 32 h). Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. Cada parcela foi composta de 60 plantas espaçadas em 0,33 m na linha e 0,7 m entre linhas. No estágio reprodutivo foi realizada a inoculação com *Septoria helianthi*. Em todas as parcelas experimentais foram realizadas avaliações de severidade (SEV) e incidência da mancha de septória a cada dois dias e observações fenológicas e fenométricas semanais. Foram também calculadas a AACPD e a DAFS. Os modelos de previsão foram ajustados de acordo com as variáveis meteorológicas, temperatura média diária do ar, umidade relativa média diária do ar e precipitação pluvial diária acumulada. Com os dados de SEV, AACPD, DAFS, foi realizada análise de regressão e ajuste de função e avaliação dos parâmetros estatísticos. Também foi avaliando os modelos de crescimento da mancha de septória, monito, logito e gompito, nos diferentes molhamentos foliares. Com os dados de severidade estimada pelo modelo foi realizada a correlação com a severidade observada, com avaliação dos parâmetros estatísticos. Foi realizada a colheita e debulha de 10 capítulos por parcela e avaliados os componentes de produtividade. Para análise dos 25 experimentos realizados em diferentes anos, avaliou-se mancha de alternária e septória e o efeito da produtividade da cultura e a relação com a SEV, AACPD e DAFS através do uso de gráficos limite máximo. No experimento de janeiro a severidade e AACPD foram maiores que a do experimento de novembro, sendo o oposto observado para a DAFS. O sistema de previsão em ambos os experimentos apresentou bom ajuste, com coeficiente de determinação variando de 0,95 a 0,99, sendo que o ajuste foi melhor no experimento de janeiro. A mancha de septória promoveu redução na produtividade de até 95%, mas somente foi estatisticamente significativo no experimento de janeiro. O modelo de crescimento da mancha de septória que se ajustou a maioria dos molhamentos adicionais foi o modelo logito. A severidade de até 24% não resulta em diminuição na produtividade, após isto acréscimos de 1% na SEV resulta em diminuição de 69 kg ha<sup>-1</sup> na produtividade do girassol. Acréscimo na AACPD também resulta em diminuição na produtividade do girassol. Com DAFS de 100 ocorre a maior produtividade do girassol.

**Palavras-chave:** *Septoria helianthi*. *Alternaria helianthi*. Severidade de Dano. Previsão Agrometeorológica. Diminuição do Rendimento.

## ABSTRACT

### **ALTERNARIA AND SEPTÓRIA LEAF SPOT IN SUNFLOWER: SEVERITY MODELING AND PRODUCTIVITY REDUCTION**

AUTHOR: Silvane Isabel Brand  
ADVISOR: Arno Bernardo Heldwein

The objective of this work was to evaluate the progression of the disease under different leaf wetness with adjustment of an agrometeorological forecasting system of the septoria spot on the sunflower based on meteorological variables, in two experiments, in the central RS region. In addition, the objective of this study was to evaluate the effect of alternaria and septoria leaf spot, Area under the Disease Progression Curve (AACPD) and Duration of Healthy Foliar Area (DAFS) on the productivity of sunflower in years under different meteorological conditions in the central region of RS. The experiments were conducted under partially controlled conditions of artificial leaf wetting applied by microaspiration above the sunflower plants. The eight treatments consisted of: one control without leaf wetting and seven treatments with artificial wetting times (8 h, 12 h, 16 h, 20 h, 24 h, 28 h and 32 h). The experimental design was completely randomized, with four replications. Each plot was composed of 60 plants spaced 0.33 m apart in the row and 0.7 m between rows. Inoculation with *Septoria helianthi* was carried out in the reproductive stage. In all the experimental plots, severity (SEV) and incidence of septoria spot were evaluated every two days and phenological and phenometric observations on a weekly basis. AACPD and DAFS were also calculated. The forecast models were adjusted according to the meteorological variables, daily average air temperature, daily average relative air humidity and accumulated daily rainfall. With the data of SEV, AACPD and DAFS, it was performed the regression analysis and function adjustment and evaluation of the statistical parameters. It was also evaluated the growth patterns of the septoria leaf spot, monito, logito and gompito, in the different leaf wetness. With the severity data estimated by the model it was performed the correlation with the observed severity, with evaluation of the statistical parameters. Harvesting and threshing of 10 capitulum per plot was performed and productivity components were evaluated. For the analysis of the 25 experiments carried out in different years, it was evaluated the alternaria and septoria leaf spot and the effect of crop productivity and the relationship with SEV, AACPD and DAFS through the use of maximum limit graphs. In the January experiment, the severity and AACPD were higher than that of the November experiment, the opposite being observed for the DAFS. The prediction system in both experiments presented a good adjustment, with a coefficient of determination ranging from 0.95 to 0.99, and the adjustment was better in the January experiment. The septoria leaf spot promoted a reduction in productivity of up to 95%, but was only statistically significant in the January experiment. The growth pattern of the septoria leaf spot that adjustment most of the additional wetting was the logito model. The severity of up to 24% does not result in a decrease in productivity, after which increases of 1% in SEV results in a reduction of 69 kg ha<sup>-1</sup> in sunflower productivity. Addition in AACPD also results in decreased sunflower productivity. With DAFS of 100, the highest sunflower productivity occurs.

Keywords: *Septoria helianthi*. *Alternaria helianthi*. Severity of Damage. Agrometeorological Forecast. Decrease of Yield.



## LISTA DE FIGURAS

### **CAPÍTULO 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Figura 1 – Ciclo epidemiológico da *Alternaria helianthi* e *Septoria helianthi*, sobrevivência, infecção, colonização, reprodução, no ciclo primário e secundário. ....25

### **CAPÍTULO 2. INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DO MOLHAMENTO FOLIAR E MODELAGEM DA SEVERIDADE MANCHA DE SEPTÓRIA NO GIRASSOL**

Figura 1 – Sistema de aplicação de molhamento foliar artificial em girassol com os cinco microaspersores instalados a 1,5 m de altura em cada parcela, desligado (A) e em funcionamento (B e C) .....33

## LISTA DE GRÁFICOS

### **CAPÍTULO 2. INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DO MOLHAMENTO FOLIAR E MODELAGEM DA SEVERIDADE MANCHA DE SEPTÓRIA NO GIRASSOL**

- Gráfico 1 – Severidade observada (SEV) da mancha de septória no girassol sob molhamento natural, Temperatura média diária do ar (Tmed), Umidade Relativa média diária do ar (UR) e Precipitação pluvial acumulada diária (Prec) da estação meteorológica automática de Santa Maria-RS, nos Dias Após a Inoculação (DAI), nos experimentos de novembro (1) e de janeiro (2).....41
- Gráfico 2 – Severidade observada da mancha de septória no girassol em diferentes molhamentos foliares: molhamento natural (MN), molhamento artificial de 8 horas, 12, 16, 20, 24, 28 e 32 horas, em função do número de Dias Após a Inoculação (DAI), nos experimentos de novembro (1) e janeiro (2) em Santa Maria, RS. ....44
- Gráfico 3 – Severidade média observada da mancha de septória no girassol e sua relação com ao tempo de molhamento foliar artificial entre 0 e 32 horas, nos experimentos de novembro e janeiro, em Santa Maria, RS. ....45
- Gráfico 4 – Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) da mancha de septória no girassol e sua relação com ao tempo de molhamento foliar artificial entre 0 e 32 horas, nos experimentos de novembro e janeiro em Santa Maria, RS. ....47
- Gráfico 5 – Duração da Área Foliar Sadia (DAFS) da mancha de septória no girassol e sua relação com ao tempo de molhamento foliar artificial entre 0 e 32 horas, nos experimentos de novembro e janeiro em Santa Maria, RS.....49
- Gráfico 6 – Produtividade de cipselas de girassol com a inoculação de *Septoria helianthi* no girassol e sua relação com ao tempo de molhamento foliar artificial entre 0 e 32 horas, em experimento de janeiro, em Santa Maria, RS.....51
- Gráfico 7 – Correlação entre a severidade estimada pelo modelo e a severidade observada da mancha de septória no girassol, por molhamento foliar, molhamento natural (1), molhamento artificial de 8 horas (2), 12 h (3), 16 h (4), 20 h (5), 24 h (6), 28 h (7) e 32 horas (8), obtido no experimento de novembro em Santa Maria, RS.....54
- Gráfico 8 – Correlação entre a severidade estimada pelo modelo e a severidade observada da mancha de septória no girassol, por molhamento foliar, molhamento natural (1), molhamento artificial de 8 horas (2), 12 h (3), 16 h (4), 20 h (5), 24 h (6), 28 h (7) e 32 horas (8), obtido no experimento de janeiro em Santa Maria, RS.....56

### **CAPÍTULO 3. POTENCIAL DE PRODUTIVIDADE EM FUNÇÃO DAS MANCHAS DE ALTERNÁRIA E SEPTÓRIA NO GIRASSOL**

- Gráfico 1 – Dados meteorológicos de Temperatura média diária do ar (Tmed), Umidade Relativa média diária do ar (UR) e Precipitação pluvial acumulada diária (Prec) da Estação Meteorológica Automática (EMA)-INMET de Santa Maria, RS, nos 25 experimentos. Em que 1, 2, 3, 4, 5 e 6 correspondem aos períodos experimentais de 31/07/2007-10/05/2008; 02/09/2008-21/12/2008; 10/02/2009-20/05/2009; 24/10/2011-11/05/2012; 25/10/2012-16/05/2013 e 24/11/2015-29/04/2016, respectivamente .....69
- Gráfico 2 – Produtividade do girassol em relação a severidade final observada das manchas de alternária e septória em anos de El Niño, La Niña e Neutro, obtida nos diferentes tratamentos nos 25 experimentos, em Santa Maria, RS .....71
- Gráfico 3 – Produtividade do girassol em kg ha<sup>-1</sup> em relação a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) da mancha de alternária e septória em anos de El Niño, La Niña e Neutro, obtida nos diferentes tratamentos nos 25 experimentos em Santa Maria, RS .....72
- Gráfico 4 – Produtividade do girassol em kg ha<sup>-1</sup> em relação a Duração da Área Foliar Sadia (DAFS) da mancha de alternária e septória em anos de El Niño, La Niña e Neutro, obtida nos diferentes tratamentos nos 25 experimentos em Santa Maria, RS .....73

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2. INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DO MOLHAMENTO FOLIAR E MODELAGEM DA SEVERIDADE MANCHA DE SEPTÓRIA NO GIRASSOL

- Tabela 1 – Parâmetros estatísticos de “c” índice de confiança, ”d” índice de Willmott, “R<sup>2</sup>” coeficiente de determinação, “EM” Erro Médio, “EAM” Erro Absoluto Médio e “RQME” Raiz do Quadrado Médio do Erro das regressões lineares entre a SEV 1 (novembro) e SEV 2 (janeiro) e número de horas de molhamento artificial de 0 a 32 horas, em Santa Maria, RS. ....46
- Tabela 2 – Parâmetros estatísticos de “c” índice de confiança, ”d” índice de Willmott, “R<sup>2</sup>” coeficiente de determinação, “EM” Erro Médio, “EAM” Erro Absoluto Médio e “RQME” Raiz do Quadrado Médio do Erro das regressões lineares entre a AACPD 1 (novembro) e AACPD 2 (janeiro) e número de horas de molhamento artificial de 0 a 32 horas, em Santa Maria, RS.....48
- Tabela 3 – Parâmetros estatísticos de “c” índice de confiança, ”d” índice de Willmott, “R<sup>2</sup>” coeficiente de determinação, “EM” Erro Médio, “EAM” Erro Absoluto Médio e “RQME” Raiz do Quadrado Médio do Erro das regressões lineares entre a DAFS 1 (novembro) e DAFS 2 (janeiro) e número de horas de molhamento artificial de 0 a 32 horas, em Santa Maria, RS. .... 50
- Tabela 4 – Parâmetros estatísticos de “c” índice de confiança, ”d” índice de Willmott, “R<sup>2</sup>” coeficiente de determinação, “EM” Erro Médio, “EAM” Erro Absoluto Médio e “RQME” Raiz do Quadrado Médio do Erro das regressões lineares entre a Produtividade do girassol após a inoculação de Septoria helianthi em janeiro e número de horas de molhamento artificial de 0 a 32 horas, em Santa Maria, RS. 52
- Tabela 5 – Parâmetros estatísticos de “c” índice de confiança, ”d” índice de Willmott, “R<sup>2</sup>” coeficiente de determinação, “EM” Erro Médio, “EAM” Erro Absoluto Médio e “RQME” Raiz do Quadrado Médio do Erro da correlação da severidade estimada pelo modelo com uso das variáveis meteorológicas e severidade observada de mancha de septória no girassol e número de horas de molhamento artificial de 0 a 32 horas, no experimento de novembro em Santa Maria, RS. ....55
- Tabela 6 – Parâmetros estatísticos de “c” índice de confiança, ”d” índice de Willmott, “R<sup>2</sup>” coeficiente de determinação, “EM” Erro Médio, “EAM” Erro Absoluto Médio e “RQME” Raiz do Quadrado Médio do Erro da correlação da severidade estimada pelo modelo com uso das variáveis meteorológicas e severidade observada de mancha de septória no girassol e número de horas de molhamento artificial de 0 a 32 horas, no experimento de janeiro em Santa Maria, RS..... 57
- Tabela 7 – Avaliação dos modelos de crescimento da mancha de septória no girassol, monito (Mon), logito (Log) e gompito (Gomp), em diferentes tempos de molhamento foliar, molhamento natural (MN), e molhamento artificial de 8 horas (8h), 12 (12h), 16 (16h), 20 (20h), 24 (24h), 28 (28h) e 32 horas (32h), obtido nos experimentos de novembro (1) e janeiro (2) em Santa Maria, RS, com relação aos parâmetros estatísticos: “c” índice de confiança, ”d” índice de Willmott, “R<sup>2</sup>” coeficiente de determinação, “EM” Erro Médio, “EAM” Erro Absoluto Médio, “TXpp” Taxa de Crescimento da doença de Ponto a Ponto..... 60

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AACPD	Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença
AF	Área Foliar
c	Índice de Confiança
d	Coefficiente concordância de Willmott
DAFS	Duração da Área Foliar Sadia
DAI	Dias Após a Inoculação
EM	Erro Médio
EAM	Erro Absoluto Médio
IAF	Índice de Área Foliar
Prec	Precipitação Pluvial Acumulada diária
Prod	Produtividade do girassol
R <sup>2</sup>	Coefficiente de Determinação
RQME	Raiz do Quadrado Médio do Erro
SEV	Severidade de doença
Tmed	Temperatura média diária do ar
TXpp	Taxa de crescimento da doença de ponto a ponto
UR	Umidade Relativa média diária do ar

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.1 OBJETIVO .....	16
<b>CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>17</b>
2.1 A CULTURA DO GIRASSOL .....	17
2.2 DOENÇAS DO GIRASSOL .....	18
<b>2.2.1 Doenças foliares no girassol</b> .....	<b>19</b>
2.2.1.1 Mancha de Alternária .....	20
2.2.1.2 Mancha de Septória .....	21
2.3 MODELOS DE CRESCIMENTO DE DOENÇAS .....	23
2.4 CICLO DAS MANCHAS DE SEPTÓRIA E ALTERNÁRIA EM CULTIVOS DE GIRASSOL .....	24
2.5 INTERAÇÃO PATÓGENO, AMBIENTE E HOSPEDEIRO .....	26
2.6 SISTEMAS DE PREVISÃO DE DOENÇA .....	27
<b>CAPÍTULO 2. INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA, DO MOLHAMENTO FOLIAR E MODELAGEM DA SEVERIDADE DA MANCHA DE SEPTÓRIA NO GIRASSOL</b> ..	<b>29</b>
3.1 INTRODUÇÃO .....	29
3.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	31
<b>3.2.1 Caracterização do Local dos Experimentos</b> .....	<b>31</b>
<b>3.2.2 Instalação e Condução dos Experimentos</b> .....	<b>31</b>
<b>3.2.3 Tratamentos</b> .....	<b>32</b>
<b>3.2.4 Isolamento, Multiplicação e Aplicação do Patógeno</b> .....	<b>33</b>
<b>3.2.5 Variáveis Fenológicas</b> .....	<b>35</b>
<b>3.2.6 Variáveis Fenométricas</b> .....	<b>35</b>
<b>3.2.7 Progresso da Doença</b> .....	<b>36</b>
<b>3.2.8 Modelo de Crescimento da Doença</b> .....	<b>37</b>
<b>3.2.9 Variáveis Meteorológicas</b> .....	<b>38</b>
<b>3.2.10 Modelo de Previsão de Severidade</b> .....	<b>39</b>
<b>3.2.11 Colheita</b> .....	<b>39</b>
<b>3.2.12 Análise dos Resultados</b> .....	<b>39</b>
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	41
<b>3.3.1 Condições Meteorológicas após a Inoculação</b> .....	<b>41</b>
<b>3.3.2 Severidade da Mancha de Septória em Função do Molhamento Foliar</b> .....	<b>43</b>
<b>3.3.3 Severidade Estimada por Modelo</b> .....	<b>52</b>
<b>3.3.4 Modelos de Crescimento da Doença</b> .....	<b>58</b>
3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	61
<b>CAPÍTULO 3. POTENCIAL DE PRODUTIVIDADE EM FUNÇÃO DAS MANCHAS DE ALTERNÁRIA E SEPTÓRIA NO GIRASSOL</b> .....	<b>62</b>
4.1 INTRODUÇÃO .....	62
4.2 MATERIAIS E MÉTODOS .....	64
<b>4.2.1 Local do Experimento</b> .....	<b>64</b>
<b>4.2.2 Instalação e Condução dos Experimentos</b> .....	<b>64</b>
<b>4.2.3 Dados Meteorológicos</b> .....	<b>65</b>
<b>4.2.4 Variáveis Fenométricas</b> .....	<b>65</b>
<b>4.2.5 Progresso da Doença</b> .....	<b>66</b>
<b>4.2.6 Colheita</b> .....	<b>67</b>
<b>4.2.7 ENOS</b> .....	<b>67</b>
<b>4.2.8 Análise dos Resultados</b> .....	<b>67</b>
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	68

<b>4.3.1 Dados Meteorológicos.....</b>	<b>68</b>
<b>4.3.2 Efeito de Doenças Foliares na Produtividade do Girassol.....</b>	<b>70</b>
<b>4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>75</b>
<b>5 CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>76</b>
<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>85</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>86</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma oleaginosa que se adapta as mais distintas condições edafoclimáticas, se adaptando a diversas latitudes e longitudes, possuindo maior resistência à seca, ao frio e ao calor que a maior parte dos cultivos agrícolas de importância econômica significativa no Brasil. Devido a sua alta adaptabilidade a diferentes locais, apresenta-se como uma excelente alternativa num sistema de rotação de culturas (CASTRO et al., 1996; LEITE et al., 2007). A inserção dessa cultura no sistema de rotação de culturas, associada, onde possível, a prática da semeadura direta, retorna aos produtores em maior qualidade do solo e quebra nos ciclos de pragas e doenças.

A expansão do cultivo do girassol deve-se em grande parte a crescente demanda por óleo, destinado principalmente a alimentação humana e obtenção de biodiesel (RADONS, 2010). Devido a incentivos do governo para produção de óleo para biodiesel, verifica-se aumento da produção de oleaginosas, dentre elas o girassol, para atender esta demanda. No Brasil a cultura do girassol na safra de 2015/16 alcançou uma área de 51,2 mil ha e a produção de 62,3 mil toneladas (CONAB, 2016). A expansão dessa cultura poderia ser ainda maior, se não fossem alguns problemas relacionados a sua comercialização, a competição por área com a soja e o controle de doenças ser uma prática dificultada na cultura, principalmente a partir do subperíodo da antese, devido ao porte elevado da cultura (LEITE, 2005; LEITE et al., 2007).

O comprometimento do rendimento da cultura ainda é frequente devido a prática de controle das doenças da parte aérea ser um sério problema encontrado no campo (RADONS, 2010). Estima-se que as doenças do girassol sejam responsáveis por até 12% de perdas na produção no mundo, sendo considerado como um fator limitante para a cultura na maioria das regiões produtoras. No Brasil não se sabe ao certo a amplitude das perdas na produção, mas estima-se que estas podem chegar próximo a 100%, dependendo das condições meteorológicas (LEITE et al., 2007). Com relação a mancha de septória, esta quando inoculada em estágio V2 em um híbrido de girassol resultou em perda de 15,5% no rendimento da cultura, não afetando no rendimento de óleo, no estado de Dakota nos EUA (CARSON, 1987).

No Brasil tem-se relatos de várias doenças que afetam a cultura do girassol, dentre elas o mosaico, mancha e crestamento bacteriano, podridão da medula da haste, mancha de alternária, podridão branca, míldio, ferrugem, bolha branca, oídio, mancha cinzenta da haste, mancha preta da haste, tombamento, podridões radiculares e podridão do capítulo (LEITE, 2005) e mancha de septória (MALDANER, 2009a). Dentre estas, as manchas de alternária, causada por *Alternaria helianthi*, e de septória, causada por *Septoria helianthi*, são de alta relevância



pela sua ocorrência no Rio Grande do Sul devido às condições de alta umidade e molhamento foliar relativamente frequentes e suficientemente prolongados para favorecer a incidência dessas doenças e seu rápido alastramento (MALDANER, 2009). Portanto, é necessário dispor de um sistema de monitoramento das condições meteorológicas e sua transformação em informação agrometeorológica de qualidade, disponível aos produtores na forma de alertas, para que possam tomar decisões precisas com relação às ações técnicas para minimizar os danos causados por essas doenças e reduzir o impacto ambiental.

## 1.1 OBJETIVO

Os objetivos deste trabalho foram:

- avaliar o progresso da doença sob diferentes molhamentos foliares artificiais e estabelecer um modelo matemático para prever a severidade de ocorrência de mancha de septória no girassol com base em variáveis meteorológicas, em duas datas de semeadura, na região central do Rio Grande do Sul;

- avaliar o efeito da severidade de manchas de alternária e septória na produtividade da cultura do girassol sob diferentes condições meteorológicas na região central do Rio Grande do Sul.

## CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A CULTURA DO GIRASSOL

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual, pertencente à família Asteraceae, originária do norte da América Central. A cultura apresenta várias características agronômicas desejáveis importantes, servindo para produção de grãos, óleo e para alimentação animal (LEITE; AMORIM, 2002a; UNGARO et al., 2009; VIANA et al., 2012). É cultivado em todas as regiões tropicais, subtropicais e temperadas do globo terrestre. Os cinco países com maior produção são, respectivamente, Rússia, Ucrânia, Argentina, China e França. Já quando se refere à produtividade, as cinco maiores são encontradas, respectivamente, em Israel, Suíça, Áustria, Egito e França, com produtividade variando de cerca de 2.300 a 3.000 kg ha<sup>-1</sup> (FAOSTAT, 2016).

Quanto à produção brasileira de cereais, leguminosas e oleaginosas, o girassol encontra-se em 11ª posição, atrás da soja, milho, arroz, feijão, algodão, trigo, sorgo, amendoim, aveia e cevada (IBGE, 2013). A produtividade média no Brasil na safra 2015/16 foi de, aproximadamente, 1.216 kg ha<sup>-1</sup>, sendo a maior produtividade verificada no estado do Mato Grosso (1.390 kg ha<sup>-1</sup>) (CONAB, 2016). A produção no Brasil se restringe às regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, não havendo dados de produção para as regiões Norte e Nordeste (CONAB, 2016).

O Brasil tem aumentado gradativamente sua área semeada com girassol nos últimos 20 anos. Porém, houve uma redução na safra 2015/2016. Segundo a CONAB (2016), na safra 1997/1998 foram aproximadamente 12,4 mil hectares, aumentando para 75,4 mil hectares na safra 2006/2007. Entretanto, na safra de 2014/2015 a área foi de 111,5 mil hectares, havendo súbita redução para 51,2 mil hectares na safra 2015/2016, com diminuição em torno de 50%, devido principalmente, a perda de espaço para as culturas do milho safrinha e da soja, com melhor preço destas commodities.

A demanda pelo óleo de girassol no planeta tem sido crescente. Para suprir essa demanda, o Brasil importa óleo de outros países, principalmente, da Argentina, existindo espaço para maior expansão do agronegócio do girassol (UNGARO et al., 2009). Assim, a produção de óleo do Brasil foi de 0,66 mil toneladas, enquanto a importação foi de 30,38 mil toneladas na safra 2012/13 (MAPA, 2015), mostrando haver espaço para expandir esse agronegócio.

A produtividade média de cipselas de girassol registrada, no Brasil, na última safra, tem oscilado de 952 kg ha<sup>-1</sup> a 1.390 kg ha<sup>-1</sup>, entre as regiões produtoras do país (CONAB, 2016).

Esses valores são menores que os registrados em ensaios de campo, tanto no Brasil quanto em outros países. González et al. (2014) descrevem que a produtividade de cipselas de girassol variou de 910 kg ha<sup>-1</sup> a 5.321 kg ha<sup>-1</sup> para diferentes datas de semeadura e locais na Argentina. No Paquistão, Awais et al. (2015) avaliaram diferentes densidades de plantas (83.333, 66.666 e 55.666 plantas ha<sup>-1</sup>) e adubação nitrogenada (90, 120 e 150 kg ha<sup>-1</sup>) em cultivo irrigado, obtendo produtividades que variaram de 8.824 kg ha<sup>-1</sup> a 10.197 kg ha<sup>-1</sup>. Em São Paulo, em experimento analisando adubação nitrogenada em três momentos, na semeadura e aos 34 e 48 dias, com dose que variou de 50 a 130 kg ha<sup>-1</sup>, sendo 10 kg ha<sup>-1</sup> aplicados na semeadura, a produtividade teve uma variação de 2.152 kg ha<sup>-1</sup> a 3.802 kg ha<sup>-1</sup> (LOBO et al., 2012). No Paraná, ao avaliar lâminas de irrigação de 50 a 400 mm, foram obtidas produtividade de 2.271 kg ha<sup>-1</sup> em cultivo não irrigado, enquanto com irrigação a produtividade variou de 2.500 a 3.000 kg ha<sup>-1</sup> (GOMES et al., 2010). Em Panambi – RS, a produtividade de cipselas alcançou 4.573 kg ha<sup>-1</sup>, em experimento realizado no período de safra de 2014, em condição de controle de umidade mantendo armazenamento de água no solo entre 75 e 100% da CAD (LOOSE, 2016), mostrando que existe potencial para mais que duplicar a produtividade no RS.

O girassol apresenta adaptação à diferentes condições edafoclimáticas, tolerando temperaturas baixas no início do ciclo e períodos de déficit hídrico, embora estes reduzam a produção quando severos. É possível usar o girassol como uma opção nos sistemas de rotação e sucessão de culturas em regiões produtoras de grãos (EMBRAPA, 2014), graças às características que essa cultura apresenta. O girassol tolera temperaturas do ar na faixa de 10 a 34°C ao longo do ciclo, sem redução significativa na produtividade. Já o intervalo de temperatura ideal para o desenvolvimento da cultura é de 27 a 28°C (CASTRO et al., 1996).

Quanto às exigências hídricas do girassol, considera-se que rendimentos próximos ao potencial dos genótipos podem ser alcançados com o suprimento de 500 a 700 mm de água bem distribuído durante o ciclo. A necessidade aumenta de 0,5 a 0,7 mm dia<sup>-1</sup>, na emergência, até um máximo de 6 a 8 mm dia<sup>-1</sup>, na floração plena, para condições de alta demanda atmosférica. O período mais suscetível ao estresse por déficit hídrico se estende de, aproximadamente, 15 dias antes do início da antese até 15 dias após o final da floração (UNGER, 1990).

## 2.2 DOENÇAS DO GIRASSOL

Diversos agentes fitopatogênicos comprometem a produtividade da cultura do girassol e a sua expansão e consolidação no agronegócio, tais como fungos, bactérias e vírus, sendo os fungos os mais expressivos, reduzindo a qualidade e quantidade do produto a ser colhido

(ZIMMER; HOES, 1978). Estes fitopatógenos causam doenças que podem gerar elevado dano econômico na cultura do girassol (LEITE, 2005).

Conforme Backes et al. (2008), a época de semeadura é um dos fatores de maior relevância no que se refere a redução do risco de prejuízo, devido a doenças, e de rendimento dos diferentes genótipos, em função da condição meteorológica na região considerada (LEITE, 2005; SANGOI; KRUSE, 1993). Para as diferentes regiões do país, tem-se recomendações gerais, indicando a possibilidade de semeaduras de primavera, verão, outono e inverno (MAPA, 2015). Por isso, há variações quanto às recomendações da melhor época de semeadura (LEITE et al., 2007).

No Rio Grande do Sul a época de semeadura recomendada para o girassol inicia em agosto (MAPA, 2016). Nesta época, geralmente a condição de umidade no solo e no ar é elevada. Essas condições elevam os riscos de infecção no estabelecimento da cultura, ficando as lavouras expostas a alta probabilidade de que ocorram severos danos à cultura do girassol (LEITE; AMORIM, 2002a). O estabelecimento da infecção de patógenos depende dos elementos meteorológicos, especialmente, da sua condição em meio ao dossel de plantas, sendo o molhamento foliar um dos fatores que mais influenciam esse processo, associada a temperatura do ar e a precipitação pluviométrica (AGRIOS, 2004a; BOSCO et al., 2009; HUBER; GILLESPIE, 1992; LEITE; AMORIM, 2002a).

### **2.2.1 Doenças foliares no girassol**

Diversas doenças possuem como hospedeiro a cultura do girassol. A maior ou menor incidência irá depender da presença do patógeno e do hospedeiro no local, das condições do ambiente serem favoráveis e o hospedeiro ser suscetível. Dentre as diferentes doenças, as foliares causadas por fungos são, em geral, as que mais comprometem o desenvolvimento e o crescimento do girassol e promovem redução na produtividade (LEITE, 1997). Dentre as principais doenças foliares do girassol causadas por fungos estão a mancha de alternária (*Alternaria* spp.), ferrugem (*Puccinia helianthi* Schw.), mancha cinzenta da haste (*Phomopsis helianthi*), mancha preta da haste (*Phoma oleracea* var. *helianthi-tuberosi* Sacc.), mancha de septória (*Septoria helianthi*), oídio (*Erysiphe cichoracearum*), bolha branca (*Albugo tragopogi*), míldio (*Plasmopara hastedii*) (LEITE, 2005). O conhecimento das doenças foliares que afetam negativamente a cultura é importante, pois estas reduzem a área foliar fotossinteticamente ativa e em alguns casos promovem a desfolha prematura e, com isto, afetam

os componentes de rendimento da cultura, reduzindo a produtividade de grãos e de óleo (LEITE; AMORIM, 2002a).

#### 2.2.1.1 Mancha de Alternária

A mancha de alternária é causada pelo fungo *Alternaria helianthi* (TUBAKI; NISHIH, 1969), que é classificado na sua etiologia à família Pleosporaceae, ordem Pleosporales, subclasse Pleosporomycetidae, classe Dothideomycetes, subfilo Pezizomycotina, filo Ascomycota e reino Fungi (INDEX FUNGORUM, 2016). De acordo com Leite (1997), Masirevic (1995) e Ribeiro et al. (1974) os principais sintomas desta doença são lesões em formato arredonda a angular, as quais podem variar de 0,3 a 0,5 cm de diâmetro com coloração castanho a negra com formação de halo clorótico. As lesões iniciam em geral nas folhas mais velhas, podendo ocorrer infecção em toda a planta. Pode haver sintomas da doença na haste e pecíolos, sendo que então são formados por pequenos pontos ou riscas, e ao coalescer forma grandes lesões necróticas, podendo em condições severas apresentar sintomas em toda a haste. Quando o ataque é severo pode levar ao tombamento da planta e crestamento total, e por fim, a morte da planta. A estrutura reprodutiva do fungo são conídios de formato cilíndrico a elipsoidal e coloridos, sem cauda, contendo em média 5 septos transversais e dimensão de 74 x 19 µm. A dispersão se dá através da chuva e vento. As condições para a germinação dos conídios são temperatura ótima entre 25 °C a 30 °C, podendo haver esporulação em temperatura de 5 °C a 40 °C, além de umidade relativa do ar elevada, com a formação de molhamento foliar contínuo.

A ocorrência da *Alternaria helianthi* tem sido relatada em diversos locais tais como Austrália, Argentina, Europa, América do Norte e Brasil (ALLEN; KOCHMAN; BROWN, 1981; POVERENE; CANTAMUTTO; SEILER, 2008; RIBEIRO et al., 1974; ROBESON; STROBEL, 1986; TOSI; ZAZZERINI, 1991). A ocorrência da doença tem sido relatada no Brasil desde a década de 70 (RIBEIRO et al., 1974), sendo de distribuição generalizada nas regiões produtoras e considerada uma das principais doenças que ocorre em todas as épocas de semeadura (LEITE, 1997; LEITE, 2005; MALDANER, 2009; GUSE, 2009).

Devido a doença já ter sido relatada há algum tempo no país, diversos estudos já foram conduzidos. Leite (2002), avaliou diferentes períodos de molhamento no desenvolvimento da mancha de alternária e propôs uma escala diagramática para a doença. A mesma autora relatou variação da resistência dos 10 híbridos analisados a doença. Amabile, Vasconcelos e Gomes (2002) avaliaram duas densidades populacionais e duas épocas de semeadura em cinco

genótipos e concluíram que todos os genótipos são suscetíveis a doença, a densidade de plantas não influenciou na incidência da doença e que houve variação na severidade da doença devido às condições meteorológicas durante o cultivo. Guse (2009) avaliou épocas de semeadura e severidade de mancha de alternária e concluiu que quanto mais tardia a semeadura maior a severidade da doença. Maldaner (2009) também avaliou a mancha de alternária em safra e safrinha e concluiu que na safrinha a severidade da doença foi maior.

O controle da doença tem sido recomendado segundo o Agroofit (2016), com fungicidas do grupo químico das estrobilurinas (piraclostrobina) e triazóis (epoxiconazole), de ação sistêmica. O seu controle tem sido importante devido a mesma ocorrer desde a década de 70 e ser de ampla ocorrência nas regiões do Brasil, e haver incidência em todas as épocas de semeadura. Contudo a aplicação é dificultada devido ao porte elevado da cultura, necessitando de aplicação aérea ou com pulverizador do tipo autopropelido. Assim, é necessário avaliar a necessidade de controle da doença com base nas condições ambientais e se as mesmas são favoráveis para o patógeno e, então, realizar medidas de controle, sendo que a mesma quando realizada antes do início da floração, facilita o manejo (LEITE, 2005).

#### 2.2.1.2 Mancha de Septória

A etiologia do fungo do gênero *Septoria*, é classificada como família Mycosphaerellaceae, ordem Capnodiales, subclasse Dothideomycetidae, classe Dothideomycetes, subfilo Pezizomycotina, filo Ascomycota, reino Fungi (INDEX FUNGORUM, 2016). Agrios, (2004b), Hamid e Jalaluddin (2007), INTA (2011), Maldaner et al. (2009a) e Petrov; Arsenijevic (1996), descrevem os principais sintomas causados por *Septoria helianthi* (ELLIS; KELLERMAN, 1883) na cultura do girassol. De acordo com estes autores, as manchas de septória são inicialmente de coloração marrom-escura com um formato angular a irregular, medindo em torno de 1 a 2 cm de diâmetro. Com o avanço da doença, as lesões coalescem, ocasionando gradativamente necrose dos tecidos foliares, evoluindo da extremidade apical ao centro da folha, levando ao encarquilhamento da área necrosada. Os picnídios, que é a frutificação do fungo se formam em ambas as faces da folha, e podem ser observados com lupa em condições de ambiente úmido. No interior dos picnídios são produzidos os conídios que são esporos filiformes septados, ligeiramente curvados, com comprimento aproximado de 50 a 75 µm. Esse fungo, apresenta como principal forma de dispersão o salpico das gotas de chuva, irrigação, animais, ferramentas agrícolas entre outras.

As condições que favorecem o crescimento e alastramento do fungo são alta umidade ou orvalho e temperatura do ar entre 10 °C a 27 °C, sendo que a temperatura do ar ideal é de 22 °C a 25 °C.

A mancha de septória, uma das principais doenças do girassol em regiões úmidas, tem alta incidência nas regiões de ocorrência, podendo provocar perdas significativas na produtividade da cultura (LOOSE et al., 2012; MALDANER, 2009). A mancha de septória apresenta grande importância em regiões de clima subtropical úmido, visto que esta tem facilidade em infectar e progredir quando há condições de alta umidade do ar, principalmente, devido à precipitação pluvial (RADONS et al., 2009). São encontrados registros de ocorrência dessa doença em girassol na Europa, Ásia, África, Austrália, América do Norte e em alguns países da América do Sul (BLOCK, 2005), onde ocorrem perdas significativas na produtividade de cipselas e redução no teor em óleo. Por isso, é muito preocupante o fato de que a mancha de septória pode se alastrar nas regiões produtoras no Brasil, fato já registrado em cultivos de girassol na região central do Rio Grande do Sul desde 2007, com verificação de danos severos à área foliar no subperíodo reprodutivo em dois genótipos de girassol (MALDANER et al., 2009a). Segundo esses autores, os primeiros sintomas de mancha de septória foram observados quando as plantas se encontravam no estágio V10 e que na semana anterior a temperatura média do ar foi de 23,5°C e ocorreram em média 11,7 horas de molhamento foliar por dia. Além disso, relatam que a doença se concentrava no terço inferior das plantas e praticamente todas as plantas apresentaram danos foliares. Loose et al. (2012) demonstraram que a severidade das manchas foliares de alternária e septória varia com as épocas de semeadura no ano agrícola e entre anos, sendo maior em anos de El Niño. Nesses anos a severidade aumenta, principalmente, pelas condições meteorológicas de aumento da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul (IZUMI et al., 2014).

Oficialmente, ainda não é recomendada a aplicação de fungicidas na parte aérea para o controle da septória em girassol no Brasil, não havendo registro de fungicidas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Contudo, na Argentina estão em uso fungicidas a base de estrobilurinas (piraclostrobina) e triazóis (epoxiconazole) (BASF, 2006; LAZZARO, FACUNDO, 2014). Nos Estados Unidos da América, os produtos indicados para o controle da doença eram dos princípios ativos benomil, hidróxido de cobre, mancozebe, triadimefone e propiconazole (MCMULLEN; LAMEY, 1997). Na Rússia eram usados fungicidas a base de ditiocarbamatos (GÉZA et al., 1995). A prática de aplicação de fungicidas também tem demanda reprimida entre os produtores devido à dificuldade do trânsito de máquinas relacionada ao porte elevado das plantas (LEITE, 2005) e a sensibilidade a quebra das folhas.

A franca expansão das áreas cultivadas com girassol e os danos significativos ocasionado pelas diferentes doenças, tem reduzindo a produtividade (EMBRAPA, 2014). Com a recente inclusão do alto potencial de dano por mancha de septória (MALDANER et al., 2009a), levam a concluir que o controle químico muito provavelmente será incluído como prática alternativa para a obtenção de produtividades de girassol competitivas no agronegócio brasileiro. O controle químico poderá ser uma alternativa tecnicamente viável e eficiente, principalmente, se realizado até alguns dias antes do início da floração e se o espaçamento entre fileiras for acima de 0,7 m, retardando-se assim o fechamento do dossel e a severidade do dano. Além disso, em regiões onde os produtores são mais tecnificados, com o uso da aviação agrícola para a aplicação de defensivos, essa dificuldade deixa de existir (LEITE, 2005).

### 2.3 MODELOS DE CRESCIMENTO DE DOENÇAS

O desenvolvimento da doença se constitui de duas etapas, o monociclo e policiclo. O monociclo se completa num único ciclo de infecção, que envolve a deposição do esporo sobre o hospedeiro, seguido da germinação, penetração, colonização e reprodução. Já no policiclo, ocorre a sobreposição de vários ciclos de infecção, podendo cada esporulação originar infecção ao longo de todo o ciclo da cultura, sendo esta característica da doença denominada de “doença de juros compostos”, devido a sua evolução exponencial. As plantas infectadas no início do ciclo servirão de fonte de inóculo para novas infecções (BERGAMIN FILHO, 1995).

A curva de progresso da doença é a que melhor expressa o comportamento de uma epidemia, sendo que essa representa a proporção da doença pelo tempo. Estas curvas de progresso tem, em geral, um comportamento, podendo ser classificadas dentro de modelos epidemiológicos como o logístico, gompertz e monomolecular (BERGAMIN FILHO, 1995).

O modelo logístico, originalmente proposto por Verhulst (1838), expressa o aumento da doença em que, a quantidade máxima desta é considerada 1, sendo que o crescimento é maior até 50% de doença e após, o crescimento se torna menor com tendência a estabilização, tendo a curva uma forma de “S”. O modelo logístico quando linearizado, através do logaritmo da taxa aparente de infecção pelo tempo, é denominado de logito (BERGAMIN FILHO, 1995).

O modelo de gompertz, proposto por Gompertz (1825), apresenta comportamento semelhante ao modelo logístico, porém neste, o crescimento é mais acentuado até 0,37 do total (1), e após é praticamente nulo, cria-se então uma curva assimétrica. Este modelo também pode ser calculado pela regressão linear, sendo que a taxa de infecção pelo tempo passa a ser denominada de gompito (BERGAMIN FILHO, 1995).



No caso do modelo monomolecular, a velocidade de aumento da doença é proporcional ao inóculo inicial, sendo que ocorrem incrementos decrescentes e estes se aproximam de zero a medida que esgota o tecido sadio. A curva tem comportamento côncavo em relação a abscissa. Quando esta é linearizada através de equações de regressão linear do progresso da doença pelo tempo, esta passa a ser denominada de monito (BERGAMIN FILHO, 1995).

A escolha do modelo a ser utilizado para descrever o desenvolvimento da doença, deve ser baseada no crescimento da doença ao longo do tempo, que terá relação com os fatores que compõem o “triângulo da doença”.

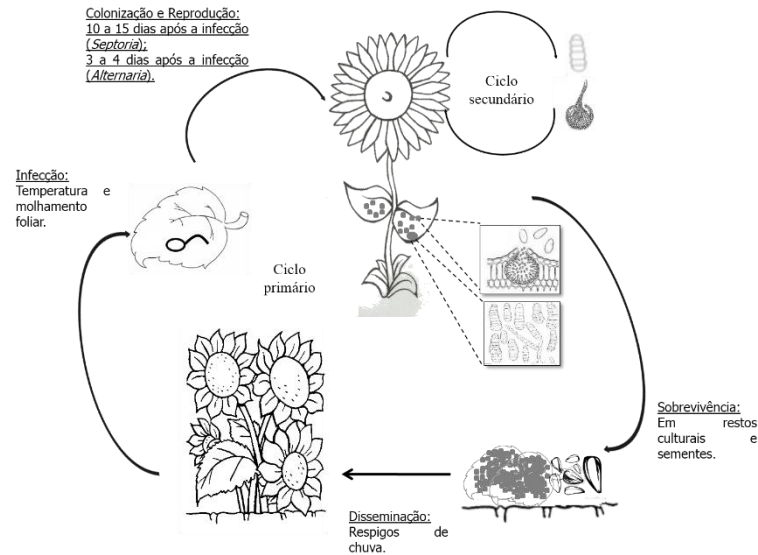
#### 2.4 CICLO DAS MANCHAS DE SEPTÓRIA E ALTERNÁRIA EM CULTIVOS DE GIRASSOL

Uma doença para se desenvolver, necessita de hospedeiro suscetível, ambiente favorável e patógeno virulento. Com relação ao patógeno, para que ocorra o desenvolvimento de doenças e se desenvolva o processo infeccioso, este deve passar pela sobrevivência, disseminação, infecção, colonização e reprodução (AMORIM, PASCHOLATI, 2011).

A sobrevivência do patógeno garante que este mantenha a capacidade vital em condições não favoráveis para o seu desenvolvimento, ou quando não há o hospedeiro, mantendo-se presente para constituir o início do ciclo infeccioso quando estas adversidades ao patógeno se desfizerem. Esta fase pode se dar em hospedeiros vivos, em hospedeiro alternativo, através de estruturas de resistência, atividade saprofítica e vetores (AMORIM, PASCHOLATI, 2011). Em relação a *Septoria helianthi* e *Alternaria helianthi* estas sobrevivem em sementes e restos culturais (INTA, 2011; LEITE, 1997) (Figura1).

O próximo processo do ciclo do patógeno é a disseminação, que é responsável pelo aumento da doença, envolvendo a liberação, dispersão e deposição. O primeiro se caracteriza por promover a remoção do inóculo do patógeno no local onde este foi produzido, o que pode se dar através da própria ação deste pela ruptura da estrutura de reprodução, ou através da ação de agentes externos, tais como vento e chuva. A dispersão ocorre desde a sua liberação até a sua deposição, podendo se dar a curtas ou longas distância pelos agentes de dispersão tais como ar, água, homem, pássaros e insetos. E por fim, a deposição é o processo final da disseminação em que o esporo atinge uma superfície do hospedeiro ou qualquer outra superfície (AMORIM, PASCHOLATI, 2011). Os fungos *Septoria helianthi* e *Alternaria helianthi* possuem como principal agente de dispersão a curtas distância as gotas de chuva (INTA, 2011; LEITE, 1997) (Figura1).

Figura 1 – Ciclo epidemiológico da *Alternaria helianthi* e *Septoria helianthi*, sobrevivência, infecção, colonização, reprodução, no ciclo primário e secundário.



Fontes: Amorim; Pascholati, (2011); Brown; Ogle; Dale, (1997); INTA, (2011); Leite, (1997); Masirevic, (1995); Pereira et al. (2013). Ilustração elaborada pela autora.

A infecção se inicia após a deposição da estrutura do fungo sobre o hospedeiro, sendo as condições não forem favoráveis, a germinação não inicia. Quando as condições se tornam favoráveis, inicia-se então a germinação do esporo e a penetração no tecido do hospedeiro. Assim, a infecção é definida como o processo que se inicia com a pré penetração e se finda com o estabelecimento da relação parasitaria entre o hospedeiro e o patógeno (AMORIM, PASCHOLATI, 2011). De acordo com Agrios (2004b) a mancha de septória apresenta como condições que favorecem a sua germinação a temperatura de 10 °C a 27 °C, com temperatura ótima variando de 22 °C a 25 °C, bem como molhamento foliar. Já em relação a mancha de alternária apresenta com temperatura ótima para a sua germinação de 25 °C a 30 °C, mas pode haver esporulação em temperaturas do ar de 5 °C a 40 °C, bem como umidade relativa do ar elevada com a formação de molhamento foliar (MASIREVIC, 1995; LEITE, 1997) (Figura1).

Após a infecção ocorre o processo de colonização e reprodução que é a fase final do ciclo infeccioso de uma doença. A colonização consiste na retirada de nutrientes do hospedeiro, podendo se dar de maneira biotrófica, se alimentando apenas de células vivas; hemibiotrófica, alimentando-se de células vivas e esporulando após a morte do tecido do hospedeiro; e necrotrófica matando e se alimentando das células mortas do hospedeiro. O tempo de colonização do patógeno é determinado pelo período de latência, que é definido pelo período de tempo entre a inoculação e o aparecimento de estruturas reprodutivas do agente patogênico no hospedeiro, que varia de acordo com cada patossistema. A reprodução pode ocorrer tanto no

interior quanto no exterior do hospedeiro. Quando ocorre no exterior o processo de disseminação é favorecido, já quando ocorre no interior, a ação dos vetores irá determinar o sucesso ou não da disseminação do agente patogênico (AMORIM, PASCHOLATI, 2011). Após a infecção, o aparecimento dos primeiros sintomas para a septoriose em tomateiro é de 10 a 15 dias o tempo para que possam ser visualizadas as lesões na folha na forma de pequenas pontuações pretas, os picnídios no tecido infectado (PEREIRA et al., 2013). Já na mancha de alternária, sob condições ótimas, os sintomas das lesões aparecem em 3 a 4 dias (BROWN; OGLE; DALE, 1997) (Figura1).

## 2.5 INTERAÇÃO PATÓGENO, AMBIENTE E HOSPEDEIRO

A ocorrência de uma doença depende da inter-relação patógeno – hospedeiro – ambiente (AGRIOS, 2004a). O ambiente pode determinar o grau de predisposição da planta a ser infectada por uma doença. Essa predisposição baseia-se na alteração da suscetibilidade do hospedeiro que resulta da atuação de fatores externos e na agressividade do patógeno que favorece ou desfavorece a sua sobrevivência e desenvolvimento, tanto no hospedeiro como no meio. A interação patógeno – hospedeiro pode sofrer ação das condições do ambiente, o que pode determinar também uma maior ou menor rapidez de propagação da doença (BEDENDO; AMORIM, 2011).

Considerado o hospedeiro, no que tange a relação entre patógeno – hospedeiro – ambiente, esta relação pode ser modificada através da escolha da cultivar, que poderá favorecer ou não o desenvolvimento de doenças como, por exemplo, o uso de cultivares resistentes (STRAND, 2000). No caso do girassol, não há cultivares resistentes as manchas foliares. Assim, sempre haverá hospedeiro suscetível a doenças no campo.

Com relação ao patógeno, este precisa ser virulento, ou seja ter capacidade de causar doença, para que assim consiga penetrar e colonizar o tecido do hospedeiro (BEDENDO; AMORIM, 2011). No caso de *Alternaria helianthi* e *Septoria helianthi* estas possuem virulência, sendo específicas da cultura do girassol, com ocorrência em diversos locais do mundo e no Brasil (ALLEN; KOCHMAN; BLOCK, 2005; BROWN, 1981; MALDANER, 2009a; POVERENE; CANTAMUTTO; SEILER, 2008; ROBESON; STROBEL, 1986; TOSI; ZAZZERINI, 1991).

As principais variáveis ambientais que influenciam no desenvolvimento de doenças em plantas são o molhamento foliar, a temperatura do ar e a precipitação pluvial (AGRIOS, 2004a; GILLESPIE; SENTELHAS, 2008; HELDWEIN et al., 2007). A temperatura do ar interfere no

desenvolvimento da doença, uma vez que, diferentes patógenos tem exigências distintas quanto a temperatura para seu crescimento e desenvolvimento sendo que, por vezes, as exigências do patógeno são as mesmas da cultura (AGRIOS, 2004a). O desenvolvimento do patógeno ocorre de maneira mais rápida quando a temperatura é ótima para o patógeno e não para o hospedeiro (BOSCO, 2008).

O molhamento foliar, para alguns patógenos, é uma condição requerida para que o esporo do fungo, depositado sobre o tecido do hospedeiro, germine e assim penetre no interior do tecido do mesmo (HUBER; GILLESPIE, 1992). Dentre os fatores que influenciam o molhamento podemos citar: umidade relativa do ar e umidade da camada superficial do solo, saldo de radiação no período noturno e durante o período da evaporação da água sobre a parte aérea das plantas no período diurno, precipitação pluvial e velocidade do vento (HELDWEIN, 1993). Assim, o molhamento foliar varia em diferentes locais e no tempo mas, estimativas aproximadas podem ser feitas desde que validadas para os diferentes agroecossistemas em função da modificação do microclima com evolução da arquitetura e densidade do dossel de plantas (STRECK, 2006).

A precipitação pluviométrica atua de dois modos no desenvolvimento de doenças de plantas: como agente de dispersão e contribuindo para um maior período de molhamento nas superfícies das folhas (AMORIM, PASCHOLATI, 2011; HELDWEIN et al., 2007).

Dessa maneira, é importante conhecer as variáveis que influenciam o desenvolvimento da doença no local de cultivo e nas épocas de semeadura recomendadas para a cultura e assim, sempre que possível, escolher a época menos favorável para o desenvolvimento da doença (HINNAH, 2014; LOOSE et al., 2012; STRAND, 2000). Para que o girassol possa ser utilizado num sistema de rotação de culturas, é importante caracterizar a região de cultivo para verificar se as condições são favoráveis aos cultivos e não as doenças, visto que este é um dos fatores que comprometem seu rendimento (RADONS, 2010).

## 2.6 SISTEMAS DE PREVISÃO DE DOENÇA

Em algumas culturas, os agricultores fazem uso excessivo de agroquímicos, não sabendo muitas vezes se a aplicação dos produtos se faz realmente necessária (GILLESPIE; SENTELHAS, 2008; TRENTIN, 2006;). Esta situação demanda uma urgente mudança na sistemática da defesa fitossanitária. Com o aumento de importância da cultura do girassol no Brasil e o aumento da área de ocorrência da mancha de septória, isso pode tornar-se um problema também

nessa cultura. Contudo, o controle químico não pode ser abolido do sistema de manejo das doenças de uma determinada cultura (RADONS, 2010). O ideal seria que a tomada de decisão de aplicação de determinado defensivo agrícola partisse de alertas agrometeorológicos fitossanitários (HELDWEIN et al., 2006).

Os sistemas de previsão de doenças visam indicar o momento apropriado para a aplicação do controle químico com base nas condições meteorológicas e sua favorabilidade em relação ao patógeno. Dessa forma, pode-se determinar o momento em que é necessário realizar o controle, diminuindo-se os erros. As principais vantagens na adoção desses sistemas é diminuir o risco de epidemias, os gastos devido à redução do número de aplicações, e melhorar as condições de saúde dos trabalhadores rurais e do meio ambiente (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 2011; GILLESPIE; SENTELHAS, 2008; STRAND, 2000;).

As condições básicas para a implementação de sistemas de alertas agrometeorológicos, segundo Heldwein (1997), partem do monitoramento do microambiente da cultura. As manchas de alternária e septória apresentam como principais fatores para o seu desenvolvimento e progresso a temperatura do ar, molhamento foliar e precipitação pluvial (AGRIOS, 2004b). Assim a modelagem do desenvolvimento da doença parte da análise destas variáveis ao longo do ciclo de desenvolvimento, para que se consiga estimar o comportamento da doença ao longo do ciclo. Com isto, poderiam ser estabelecidas as relações que permitam prever a necessidade de aplicar ou não os defensivos específicos, principalmente, para doenças em alastramento no Brasil, como é a mancha de septória no girassol (RADONS, 2010).

Hinnah (2014) desenvolveu uma primeira versão de critérios agrometeorológicos que permitem estimar a evolução da mancha de septória e de alternária. O autor iniciou o desenvolvimento de um modelo de estimativa para estas duas doenças, em 30 datas de semeadura, com base em variáveis meteorológicas porém, o mesmo não apresentou bom ajuste. Assim, é necessário propor um modelo que simule a severidade da mancha de septória com base nos critérios agrometeorológicos e, assim, a tomada de decisão do controle da doença seja baseada em critérios técnicos.

## **CAPÍTULO 2. INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA, DO MOLHAMENTO FOLIAR E MODELAGEM DA SEVERIDADE DA MANCHA DE SEPTÓRIA NO GIRASSOL**

### **3.1 INTRODUÇÃO**

O girassol é uma cultura em expansão no cenário agrícola nacional e mundial, sendo muito importante melhorar os níveis de produtividade para consolidar sua competitividade no agronegócio. No entanto, ainda são relativamente frequentes as situações em que ocorre baixa produtividade por diferentes fatores adversos, que impedem a expressão do potencial de produção dos genótipos disponíveis. Parte do problema, no Brasil, decorre do controle ineficiente das doenças em nível de lavoura na cultura do girassol, devido à grande parte dos produtores não utilizarem informações técnicas precisas e ambientais para a tomada de suas decisões.

No Brasil, o enfrentamento do problema da mancha de septória em girassol ainda não está sendo considerado com a devida atenção, não havendo genótipos tolerantes nem recomendação de fungicidas, muito menos seu registro no MAPA. No caso de anos chuvosos, a mancha de septória pode causar danos consideráveis nas plantas, com redução significativa da produção e provável diminuição de lucro. Assim, deve-se equacionar modelos que possibilitem prever quando e onde a intervenção com fungicidas realmente será necessária (REIS, 2004), fazendo com que a tomada de decisão pelos produtores possa ser baseada em critérios técnicos. Mesmo havendo registro de fungicidas, as aplicações, em geral, ficariam atreladas a determinadas fases fenológicas do desenvolvimento das plantas, desconsiderando se as condições ambientais realmente foram e continuam favoráveis ou não ao patógeno. Disso resultariam aplicações desnecessárias de fungicida em determinadas situações e a falta de aplicação em certos períodos de condições favoráveis ao desenvolvimento e proliferação da mancha de septória.

Tendo em vista o exposto, é necessário avaliar melhor como as variáveis ambientais influenciam no desenvolvimento da mancha de septória, de preferência na forma de índices quantitativos, para ajustar melhor um sistema de critérios analíticos. Isso permitirá criar um algoritmo de processamento que possa ser integrado a um sistema operacional de previsão de septoriose em girassol, permitindo um gerenciamento técnico das ações para atacar o problema. Assim, objetiva-se com este trabalho avaliar o progresso da mancha de septória sob diferentes molhamentos foliares e estabelecer um modelo matemático para prever a severidade de

ocorrência da doença no girassol com base em variáveis meteorológicas, em duas datas de semeadura, na região central do Rio Grande do Sul.

## 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.2.1 Caracterização do Local dos Experimentos

Os experimentos foram conduzidos na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria de Santa Maria, RS (UFMSM) (latitude: 29° 43' 23''S, longitude: 53° 43' 15''W e altitude: 95 m). O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo fundamental Cfa, caracterizado como subtropical úmido com verão quente e sem estação seca definida (ALVARES et al., 2013). O solo predominante na área experimental é classificado como argissolo vermelho distrófico arênico (EMBRAPA, 2006).

### 3.2.2 Instalação e Condução dos Experimentos

As práticas de semeadura e tratos culturais seguiram as recomendações técnicas para o girassol (EMBRAPA, 2014). A semeadura foi realizada em sistema de plantio direto, sob palha de aveia. A adubação de base aconteceu ao longo da linha de semeadura, com base na análise de solo e na necessidade da cultura do girassol (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC, 2004).

Foram realizadas semeaduras em duas datas, sendo que a do primeiro experimento ocorreu em 24 de novembro de 2015 e do segundo em 26 de janeiro de 2016. A semeadura foi realizada ao longo da linha, e após a emergência foi realizado o desbaste quando as plantas apresentavam três folhas abertas, deixando-se um espaçamento de 0,33 m entre plantas na fileira. O espaçamento entre fileiras de plantas foi de 0,7 m, perfazendo assim uma população de 43.290 plantas por hectare.

O genótipo utilizado foi o híbrido simples Altis 99. De acordo com o detentor da patente, esse híbrido possui como pontos fortes, alto potencial produtivo e de sanidade de plantas, bem como característica de alto teor de óleo (43 a 50%), além de indicação para silagem. O ciclo o ponto da colheita varia de 110 a 125 dias, sendo do grupo de florescimento precoce, cuja duração é de 50 a 58 dias.

A adubação de cobertura foi realizada com ureia na dose de 100 kg ha<sup>-1</sup>, sendo aplicada logo após uma precipitação pluvial, quando as plantas apresentavam de 6 a 8 folhas. Em ambos os experimentos a aplicação ocorreu aos 31 dias após a emergência (DAE).



Os tratos culturais foram os indicados para a adequada condução da cultura, como capinas, aplicações de inseticidas e fungicidas (até o estágio de no máximo 10 folhas), que ocorreram quando necessários, utilizando pulverizador manual costal. As capinas foram realizadas após desbaste e antes que as plantas apresentassem cerca de 6 folhas, a fim de não permitir competição das plantas daninhas com a cultura.

A principal praga foi vaquinha (*Diabrotica speciosa* Germar) cujo controle foi realizada no início do ciclo com o inseticida de ingredientes ativos lambda-cialotrina e tiametoxam na dose recomendada para a cultura pelo AGROFIT (2016), cuja ação é sistêmica, de contato e ingestão. Para o controle das doenças fúngicas foi utilizado o fungicida recomendado foi o de ingrediente ativo azoxistrobina e ciproconazol na dose recomendada para a cultura para o controle de *Alternaria helianthi*, cujo modo de ação é sistêmico (AGROFIT 2016). Foram realizadas aplicações quando houve incidência da doença. Porém, foi observado que à aplicação de fungicidas e o residual de produto não interfira no momento da inoculação, seguindo informações contidas na bula do produto.

### 3.2.3 Tratamentos

Os tratamentos foram compostos de oito diferentes períodos de molhamento foliar aplicados de maneira artificial, assim discriminados: com molhamento natural (0 horas de molhamento artificial), 8, 12, 16, 20, 24, 28 e 32 horas de molhamento artificial.

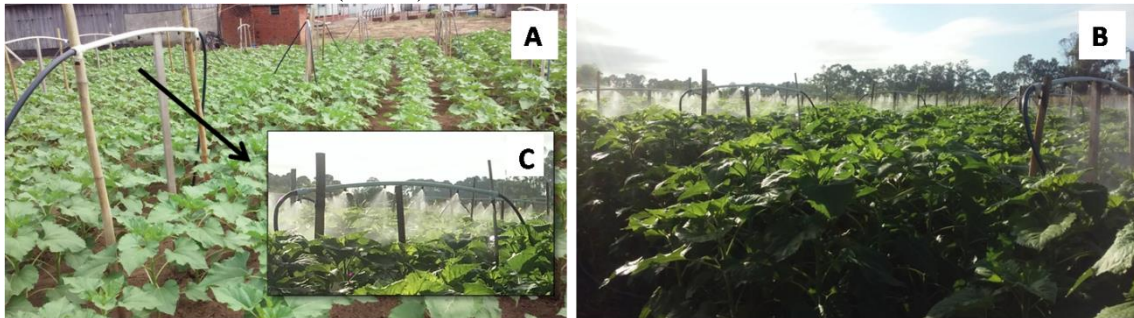
O experimento foi organizado no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, com oito tratamentos, totalizando 32 unidades experimentais. Cada parcela foi composta de 4 fileiras de plantas com 5 m de comprimento, totalizando uma área de 14,0 m<sup>2</sup>, com área útil de 8,4 m<sup>2</sup> por parcela.

Para contabilizar o molhamento foliar natural no experimento, foi considerado que houve formação de orvalho quando a umidade relativa do ar esteve igual ou acima de 87% (STRECK, 2006). Segundo Heldwein (1993), quando a umidade relativa do ar decresce de 90% para a 80%, durante o período de evaporação dificilmente um dossel de plantas não irá apresentar algum molhamento foliar, sendo o grau de secagem dependente da velocidade do vento. Sob resfriamento rápido devido o saldo de radiação muito negativo e vento calmo, a formação de orvalho em geral tem início com UR  $\approx$  86% (HELDWEIN, 1993).

A ampliação artificial do período de molhamento foliar constou de um sistema de microaspersão controlada entre a fileira central da parcela, sendo que avaliou-se a segunda ou a terceira fileira em cada parcela experimental. Para tal foi montada uma estrutura em cano

PVC 3/4” de 1,5 m de comprimento, perfurado a cada 0,3 m (acima de cada planta), onde foram colocados os cinco microaspersores do tipo NA-1 com rosca de “1/4”, com vazão de cerca de 7 litros hora<sup>-1</sup>. O sistema de cada parcela foi fixado em um suporte a 1,5 m de altura e conectado a uma mangueira plástica, que em sua ligação à adutora de distribuição de água continha uma válvula solenóide acionada por um “timer” (Figura 1). Portanto, o sistema de molhamento foliar artificial foi automatizado através do uso válvulas solenóides ligadas a temporizadores digitais programados para ligar e desligar nos respectivos horários, para aplicar o tempo de molhamento previsto para cada um dos tratamentos em suas quatro repetições. Todo o sistema foi conectado a um sistema de distribuição de água bombeada por uma motobomba com 1 cv de potência.

Figura 1 – Sistema de aplicação de molhamento foliar artificial em girassol com os cinco microaspersores instalados a 1,5 m de altura em cada parcela, desligado (A) e em funcionamento (B e C).



Fonte: Autora.

### 3.2.4 Isolamento, Multiplicação e Aplicação do Patógeno

O processo de isolamento do fungo foi realizado no Departamento de Defesa Fitossanitária no Laboratório de Fitopatologia pertencente a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria, RS. O fungo foi isolado a partir de folhas de girassol obtidas em uma lavoura da região das Missões no RS. As folhas de girassol contendo os sintomas do fungo *Septoria helianthi* foram colocadas em câmara úmida, a uma temperatura de 25 °C, dando condições para o processo da esporulação do fungo no tecido vegetal. Este método, conhecido como método direto de isolamento, é o mais indicado para os fungos do gênero *Septoria* devido ao tipo de frutificação, que são os picnídios (ALFENAS; FERREIRA, 2007). Assim, as frutificações do fungo foram retiradas diretamente do tecido vegetal com o auxílio de uma agulha e colocadas em meio ágar-água em placas de Petri, que então foram acondicionadas em câmara incubadora do tipo BOD (Biochemical Oxygen Demand) a 25 °C (FERNANDES, 1993). As placas permaneceram sob tais condições por um período de sete dias até que o fungo

se desenvolvesse. Após foi iniciado o processo conhecido como monospórica, que visa obter um fungo geneticamente puro, o qual é colocado em ágar-água novamente e acondicionado em câmara do tipo BOD a 25°C (FERNANDES, 1993). Após quatro dias retirou-se um conídio germinado, o qual foi acondicionado em meio específico para *Septoria helianthi* que foi semolina. O meio semolina foi obtido através da cocção de 100 gramas de farinha com 15 gramas de ágar (MALDANER, et al. 2009a), e posterior autoclavagem do mesmo. Após foram realizadas repicagens a fim de garantir uma maior quantidade de esporos para posterior inoculação do fungo.

Para a inoculação foi realizada a raspagem da placa de Petri a fim de retirar a maior quantidade de estruturas reprodutivas do fungo com auxílio de alça de Drigalki. Após isto, a suspensão foi filtrada a fim de remover resíduos de meio de cultivo e partículas maiores do fungo. Em seguida, foi realizada a contagem das Unidades Formadoras de Colônia (UFC) utilizando-se câmara de Neubauer. Utilizou-se a concentração  $1 \times 10^5$  UFC mL<sup>-1</sup> para a inoculação (REIS, 2010). De acordo com Alfenas e Ferreira (2007), para a inoculação podem ser utilizados quaisquer estruturas do patógeno, podendo ser constituído de esporos, escleródios, microescleródios, clamidósporos ou fragmentos de micélio. No presente estudo, realizou-se a inoculação utilizando UFC devido a reduzida produção de conídio pelo fungo. Após adicionou-se o dispersante Tween 80 e a suspensão foi homogeneizada por 10 minutos em agitador. Logo após, a concentração foi ajustada e realizada a pulverização sobre as plantas.

Em ambos os experimentos a pulverização do inóculo a campo se deu por volta das 18 horas (horário de Brasília), após uma precipitação pluvial, sendo que em ambas as inoculações, a fonte de inóculo apresentava cerca de 35 dias desde sua repicagem. As condições com maior umidade relativa do ar e temperatura mais amena, na ausência de radiação solar, garantem um ambiente mais favorável para o processo de germinação e penetração no tecido da planta por *Septoria helianthi* (ALFENAS; FERREIRA, 2007). A inoculação se deu com auxílio de borrifador pulverizando sobre as folhas a fim de obter-se um umedecimento das mesmas. A inoculação em ambos os experimento ocorreu no estágio reprodutivos da cultura, no experimento 1, de novembro, a inoculação ocorreu no estágio R4 no dia 26 de janeiro de 2016, enquanto que no experimento 2, de janeiro, foi realizada no estágio R1 no dia 11 de março de 2016.

### 3.2.5 Variáveis Fenológicas

As observações fenológicas foram realizadas de acordo com os critérios propostos por Fagundes et al. (2007) e Schneiter e Miller (1981). Foram determinadas as seguintes variáveis do desenvolvimento do girassol: data de emergência: considerada quando 50% das plantas estão visíveis acima da superfície do solo; emissão de folhas (Vx), foi considerada quando a folha tinha comprimento do limbo foliar mínimo de 4 cm, sendo o número final de folhas na haste principal contada no momento da antese. As fases de desenvolvimento reprodutivo foram consideradas quando 50% das plantas se encontravam em determinado estágio, tais como, R1, R2, R3, R4, R5 (R5.1, R5.2, R5.3, R5.4, R5.5, R5.6, R5.7, R5.8 e R5.9), R6, R7, R8.

### 3.2.6 Variáveis Fenométricas

Ao longo do ciclo, foram determinados a largura máxima das folhas (L), o número de folhas, a altura das plantas e área foliar (AF). Com base na dimensão de largura das folhas foi calculada a área foliar, adotando o modelo de MALDANER et al. (2009b) (Equação 1):

$$AF = 1,7582L^{1,7067} \quad (1)$$

em que, L é a largura máxima da folha (cm).

Para o cálculo do índice da área foliar foi acumulada a AF na área da parcela de amostragem, em função do espaçamento entre linhas e entre plantas adotado (Equação 2):

$$IAF = \frac{\Sigma AF}{Ef \cdot Ep} \quad (2)$$

em que, IAF é o índice de área foliar (m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>), ΣAF é a área foliar acumulada (m<sup>2</sup>) na área de amostragem, Ef é o espaçamento entre fileiras (m) de plantas e Ep é o espaçamento entre plantas (m) na fileira.

### 3.2.7 Progresso da Doença

As avaliações de severidade foram realizadas a cada dois dias após a visualização dos primeiros sintomas (incidência) após a inoculação, sendo este um método direto de avaliação dos sintomas. Os valores de severidade observada foram determinados a partir da comparação com a escala diagramática proposta por Leite e Amorim (2002b) (ANEXO A), sendo estimada a porcentagem de tecido doente, ou seja, a área com sintomas e/ou com sinais visíveis da presença do fungo.

As observações do progresso da doença foram realizadas a partir da avaliação da severidade dos sintomas da doença em duas plantas por parcela, sendo que cada planta foi dividida em três níveis: inferior, médio e superior. A média dos três níveis foi considerada como a média de cada planta, e a média das duas plantas avaliadas compôs a média da parcela. A média de cada tratamento foi composta das médias das quatro parcelas de repetição do tratamento.

A análise da evolução da severidade do dano causado pela mancha de septória foi realizada com base nas variáveis severidade observada, duração da área foliar sadia (DAFS) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Assim, com os dados médios de severidade observada foram calculadas a DAFS e AACPD. A AACPD foi calculada com base na severidade observada e no período entre duas avaliações consecutivas (Equação 3). Os dados de DAFS foram obtidos através da severidade observada e área foliar, integrando assim a duração da área foliar sadia (Equação 4). A AACPD e DAFS foram calculadas conforme descrito por Campbell e Madden (1990):

$$AACPD = \sum_i^{n-1} \left( \frac{x_i + x_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i) \quad (3)$$

em que,  $n$  é o número de avaliações;  $x_i$  é a severidade da doença (%) no tempo  $t_i$ ;  $x_{i+1}$  severidade da doença (%) no tempo  $t_{i+1}$  e  $(t_{i+1} - t_i)$  é o intervalo de tempo (dias) entre duas avaliações consecutivas.

$$DAFS = \sum_i^{n-1} \left[ \frac{[IAF_i \left(1 - \frac{x_i}{100}\right) + IAF_{i+1} \left(1 - \frac{x_{i+1}}{100}\right)]}{2} \right] (t_i - t_{i-1}) \quad (4)$$

em que,  $n$  é o número de avaliações;  $IAF_i$  é o índice de área foliar ( $m^2 m^{-2}$ ) no tempo  $t_i$ ;  $IAF_{i+1}$  é o índice de área foliar ( $m^2 m^{-2}$ ) no tempo  $t_{i+1}$ ;  $x_i$  é a severidade da doença (%) no tempo  $t_i$ ;  $x_{i+1}$  severidade da doença (%) no tempo  $t_{i+1}$  e  $(t_{i+1} - t_i)$  é o intervalo de tempo (dias) entre duas avaliações consecutivas.

### 3.2.8 Modelo de Crescimento da Doença

Para a avaliação do crescimento da doença, foi realizada análise por modelos monito, logito e gompito (VANDERPLANK, 1963). Assim, foi utilizada a severidade da doença nos molhamentos naturais (0h), e molhamentos artificial de 8, 12, 16, 20, 24, 28 e 32 horas ao longo do tempo. A partir dos dados de severidade de mancha de septória do girassol foram plotadas as curvas de progresso da doença. Para o progresso da doença foram utilizados os modelos empíricos monomolecular, logístico e gompertz.

Para o cálculo do modelo monomolecular, foi utilizada Equação 5 (VANDERPLANK, 1963).

$$y = \ln \left( \frac{1}{1 - \frac{x_i}{100}} \right) \quad (5)$$

em que:  $x_i$  severidade da doença (%) a cada dia.

No cálculo do modelo logito, foi utilizada a Equação 6:

$$y = \ln \left( \frac{\frac{x_i}{100}}{1 - \frac{x_i}{100}} \right) \quad (6)$$

onde  $x_i$  severidade da doença (%) a cada dia.

Para o modelo gompertz, foi utilizada a Equação 7 representada abaixo:

$$y = \ln \left( -\ln \left( \frac{x_i}{100} \right) \right) \quad (7)$$

onde  $x_i$  severidade da doença (%) a cada dia.

Após realizados estes cálculos, foi plotada uma regressão linear para o modelo monomolecular, logístico e de gompertz. Posteriormente, foram utilizadas os coeficientes angular e linear obtidos na regressão linear dos modelos (monomolecular, logístico e gompertz) e multiplicado pelo tempo (Dias Após a Inoculação).

A partir destes resultados os valores em cada tempo encontrados para os modelos monomolecular, logístico e de gompertz foi realizado o cálculo dos modelos monito, logito e gompito. A seguir estão representadas as equações utilizadas por cada um dos modelos.

Para o seu cálculo do modelo de monito, foi utilizada Equação 8:

$$y = \frac{\exp(x_m)-1}{\exp(x_m)} \quad (8)$$

em que:  $x_m$  expressa a proporção da doença do monomolecular pelo tempo.

A Equação 9 representa o cálculo do modelo logito:

$$y = \frac{\exp(x_l)}{(1+\exp(x_l))} \quad (9)$$

onde  $x_l$  expressa a proporção da doença do logístico pelo tempo

Para o modelo gompito, foi utilizada a Equação 10 representada abaixo:

$$y = \exp(-\exp(x_g)) \quad (10)$$

onde  $x_g$  expressa proporção da doença do gompertz pelo tempo

### 3.2.9 Variáveis Meteorológicas

As variáveis meteorológicas utilizadas para uso no sistema de previsão de doença, visando determinar os valores de severidade da doença, foram obtidas da estação meteorológica automática pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), situada a 90 m do experimento. Para o sistema de previsão de doença foram utilizados os dados meteorológicos que influenciam fungo do gênero *Septoria* que são temperatura média do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluvial acumulada diária. Para o cálculo da temperatura média diária do ar foi realizada a média da temperatura do ar instantânea obtida nas 24 leituras horárias. A umidade relativa do ar média diária (%) foi calculada através da Umidade Relativa do ar

instantânea em que foi realizado o cálculo da média das leituras das 24 horas. E a precipitação pluvial foi utilizada através da soma da precipitação do dia obtendo-se assim a precipitação pluviométrica acumulada diária (mm).

### **3.2.10 Modelo de Previsão de Severidade**

Para o desenvolvimento do modelo de previsão de mancha de septória, foram consideradas as variáveis meteorológicas temperatura média diária do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) ( $T_{\text{med}}$ ), umidade relativa média diária do ar (%) ( $UR$ ) e precipitação pluvial diária acumulada (mm) ( $\text{prec}$ ). O desenvolvimento do modelo deu-se através de ajuste dos coeficientes, dando peso para cada uma das variáveis meteorológicas utilizadas, a fim de ajustar com a severidade observada. Dessa forma, a  $T_{\text{med}}$  apresentou um comportamento quadrático, tendo um maior crescimento até determinada  $T_{\text{med}}$ , e em temperatura maior, o crescimento é mais lento. Já a  $UR$ , apresentou comportamento linear, quanto maior a  $UR$ , maior é o crescimento da doença. A precipitação acumulada diária foi considerada quando a mesma foi maior que 10 mm, sendo então contabilizado 1 ponto adicional. Após foi computado o acúmulo de severidade e realizada a correlação entre a Severidade Observada ( $SO$ ) e Severidade Estimada ( $SE$ ). Foi realizado o ajuste da equação para o experimento de novembro e então a equação ajustada foi utilizada para o experimento de janeiro.

### **3.2.11 Colheita**

A colheita foi realizada quando as plantas encontravam-se em estágio R8, mas antes disso foi necessário proteger os capítulos contra o ataque de pássaros. Assim, já no estágio R6 procedeu-se o ensacamento de 10 capítulos de cada parcela com sacos de fio de ráfia. Após a colheita mediu-se o diâmetro dos capítulos e posteriormente foi realizada a debulha dos grãos. Os grãos então foram colocados em estufa para a secagem por no mínimo 72 h em temperatura de  $60^{\circ}\text{C}$ . Após isto, os grãos foram pesados e medida a umidade, sendo o peso ajustado para a umidade para 13% e após extrapolado para hectares, a fim de obter a produtividade em  $\text{kg ha}^{-1}$ .

### **3.2.12 Análise dos Resultados**

Os dados de severidade observada, AACPD, DAFS, produtividade e modelo de estimativa da severidade foram submetidos a verificação de atendimento aos pressupostos



estatísticos e então a análise de regressão, usando softwares Sisvar para análises estatísticas, como ajuste de funções matemáticas. Após o ajuste da equação e modelo foram avaliados os seguintes parâmetros estatísticos: coeficiente de determinação ( $R^2$ ), índice de concordância de Willmott (d), índice de confiança (c) (CARMARGO; SENTELHAS 1997), Erro Médio (EM), Erro Absoluto Médio (EAM) e Raiz do Quadrado Médio do Erro (RQME).

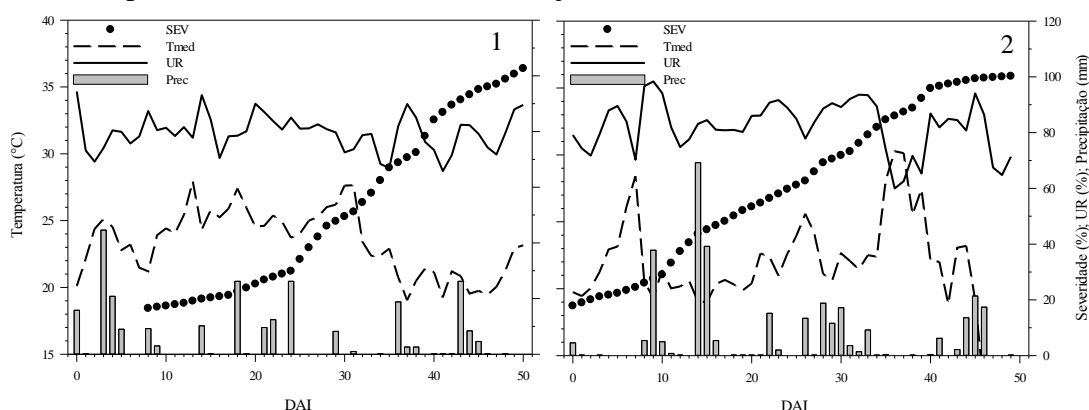
Para avaliação do modelo de crescimento da doença, monito, logito e gompito, foram avaliados os seguintes parâmetros estatísticos: coeficiente de determinação ( $R^2$ ), índice de concordância de Willmott (d), índice de confiança (c) (CARMARGO; SEMTELHAS 1997), Erro Médio (EM) e Erro Absoluto Médio (EAM).

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.3.1 Condições Meteorológicas após a Inoculação

As variáveis meteorológicas temperatura média diária do ar, umidade relativa diária média do ar, precipitação pluviométrica acumulada diária, são os principais fatores que influenciam o desenvolvimento da mancha de septória (AGRIOS, 2004b). Observa-se que os comportamentos dessas variáveis meteorológicas, foram diferentes para o experimento de novembro e janeiro (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Severidade observada (SEV) da mancha de septória no girassol sob molhamento natural, Temperatura média diária do ar (Tmed), Umidade Relativa média diária do ar (UR) e Precipitação pluvial acumulada diária (Prec) da estação meteorológica automática de Santa Maria-RS, nos Dias Após a Inoculação (DAI), nos experimentos de novembro (1) e de janeiro (2).



Fonte: Autora.

No experimento de novembro, a severidade teve após frequentes eventos de precipitação pluvial um crescimento mais acelerado no período de 30 dias após a inoculação. No final do período de avaliação da severidade após a inoculação, a precipitação aliada a temperaturas mais amenas, promoveram maior crescimento das lesões, com aumento rápido da severidade. Durante todo o período de crescimento da doença, a temperatura média do ar, variou de 19,04 °C a 27,9 °C, sendo que passados os 30 dias após a inoculação, a temperatura se tornou mais amena e contribuiu para a doença desenvolver-se mais rapidamente. A umidade relativa do ar média foi de 65,8%, a 94,4% sendo maior até 30 dias após a inoculação, após isto passou a apresentar oscilações maiores. A precipitação pluvial foi de 261,2 mm durante os 50 dias de avaliação da severidade após a inoculação, sendo que está se concentrou até 30 dias após a inoculação, com 195,8 mm, o que pode ter contribuído para acelerar a dispersão da doença e

posterior aumento da mesma. As condições mais favoráveis, no período de 30 dias após a inoculação, promoveram um crescimento mais rápido da doença, devido a temperatura do ar ter sido mais amena, associada a maior precipitação pluvial e maior umidade relativa do ar.

Para os resultados do experimento de janeiro, a severidade teve um crescimento acelerado devido a maior precipitação pluvial, que após a inoculação até o final do ciclo totalizou 323,6 mm, sendo que 230 mm ocorreram até 30 Dias Após a Inoculação (DAI). Quanto a temperatura média diária, esta variou de 8,9 °C a 30,27 °C, sendo que até os 30 DAI, a mesma foi mais amena variando de 19 °C a 28,41 °C. A umidade relativa média do ar variou de 60,0% a 98,3% durante os 50 DAI, mas até os 30 DAI a variação apresentou menor com valores que oscilaram de 70,2% a 98,3%. Já até os últimos dias de avaliações, houve redução da umidade relativa do ar para valores mínimo de 60,0% a máximo de 94,0%. Em resumo, a temperatura média do ar, a umidade relativa média do ar e a precipitação pluvial acumulada foram favoráveis após a inoculação e promoveram o maior crescimento da mancha de septória.

Um dos fatores que mais atua na dispersão do patógeno possibilitando o início de um novo ciclo e que a doença se alastre de maneira mais rápida, é a precipitação pluvial (AGRIOS, 2004b). Sentelhas et al. (1996) verificaram que também ocorre favorecimento da mancha de alternária em girassol sob condição de maior precipitação pluviométrica. Dessa maneira, pode-se também observar que houve um crescimento da mancha de septória de maneira mais acelerada em condição de maior precipitação pluvial (Gráfico 1), que condicionou o aumento da severidade observada da doença. Radons (2010), também encontrou correlação entre a precipitação pluvial e tempo de molhamento foliar com o aumento da severidade da mancha de septória. Assim, o maior crescimento da doença no experimento de janeiro com relação a novembro é explicado em parte pela maior precipitação pluvial que ocorreu na fase posterior a inoculação. A precipitação pluviométrica, além do crescimento, promove uma dispersão maior do patógeno e com isto uma expansão mais acentuada da doença (AMORIM; PASCHOLATI, 2011).

A temperatura do ar apresenta diferentes efeitos no desenvolvimento de patógenos. Como fungo do gênero *Septoria*, este se desenvolve em uma ampla faixa de temperatura do ar, de 10 a 27 °C (AGRIOS, 2004b), que em geral não irá influenciar de maneira tão significativa quanto o tempo de molhamento foliar. Em ambos os experimentos, a temperatura média do ar se manteve na faixa ideal do desenvolvimento do fungo, embora no experimento de novembro, as condições foram de temperaturas mais amenas, o que favoreceu mais o patógeno no que tange a temperatura média do ar.

A umidade do ar é um dos fatores que condiciona o molhamento foliar (HELDWEIN, 1993; STRECK, 2006), e este por sua vez favorece o crescimento epidemiológico das doenças em plantas (SENTELHAS, 2004). Portanto, como a umidade do ar foi maior no experimento de janeiro do que no de novembro, o que favoreceu o crescimento da mancha de septória e, conseqüente, aumento da severidade observada da mesma. Mesmo em condição de molhamento natural, a mancha de septória foi mais beneficiada no experimento de janeiro, em relação ao de novembro.

### **3.3.2 Severidade da Mancha de Septória em Função do Molhamento Foliar**

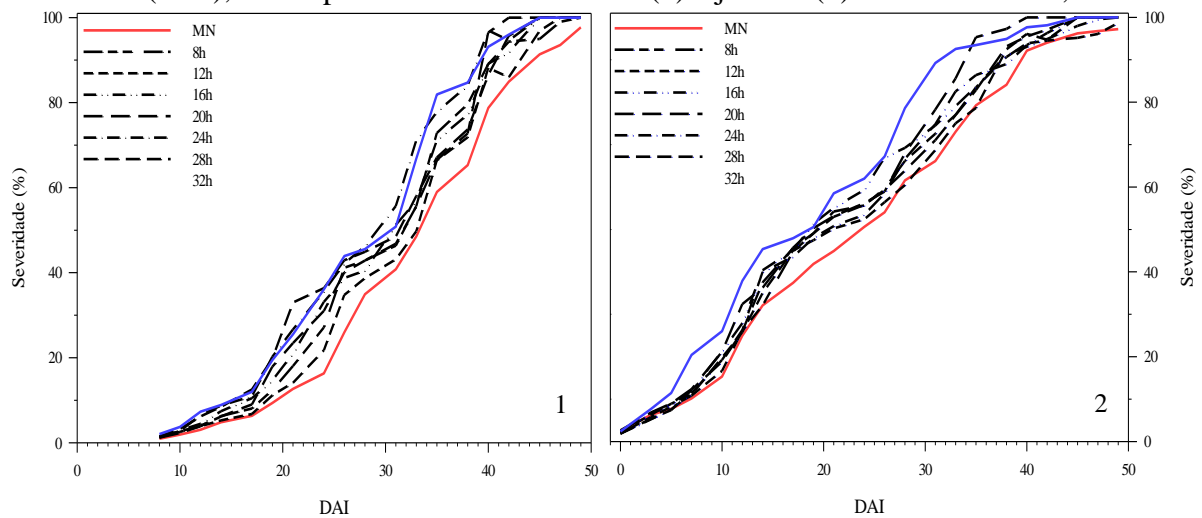
No experimento de novembro no tratamento de molhamento natural, a severidade foi menor do que as observadas nos tratamentos com diferentes molhamentos artificiais (Gráfico 2; Apêndice A). Já o molhamento artificial de 32 h promoveu uma severidade maior em alguns períodos, sendo semelhante aos tratamentos de 24 e 28 h de molhamento. Os molhamentos de 8, 12 e 16 h, apresentaram níveis intermediários de severidade observada.

No experimento de janeiro, os valores de severidade observados durante praticamente todos os DAI foram maiores com 32 h de molhamento foliar, sendo que o menor valor de severidade observada foi com o molhamento natural (Gráfico 2, Apêndice B). Os demais molhamentos apresentaram comportamento semelhante e somente cerca de 25 DAI a severidade apresentou diferença com relação ao molhamento foliar aplicado, sendo os maiores valores de severidade observados nos tratamentos com molhamento artificial de 20, 32, 28 e 24 h, respectivamente, enquanto os demais apresentaram comportamento semelhante.

Em todos os tratamentos a severidade se mostrou maior no terço inferior da planta, sendo crescente ao terço médio e ao superior. Com o aumento do molhamento foliar, em ambos os experimentos, no terço inferior atingiu-se a severidade máxima, de 100%, antes que na condição de molhamento natural. No terço inferior da planta, ocorre menor troca de energia e vapor, sendo o molhamento foliar mais duradouro devido a secagem mais lenta. O molhamento é maior próximo ao solo em comparação ao terço superior, tendo a contribuição da umidade do solo, sendo assim umidade é maior no terço inferior, e a mesma é decrescente a medida que aumenta a altura em relação ao nível do solo (STRECK, 2006). O tempo de evaporação ou secamento é variável de acordo com a cultura, arquitetura da mesma, taxa de renovação de ar junto as folhas, sendo em geral maior no terço inferior que no terço superior. De acordo com Heldwein (1993), o terço superior está mais exposto ao meio de troca, e com isto as trocas são maiores devido a maior velocidade do vento, resultando em maior efeito direto do balanço

radiação e de energia das folhas, promovendo um secamento mais rápido neste nível do que nos demais. Assim, este balanço é progressivamente alterado a medida que sua determinação se aprofunda no dossel de plantas em direção ao solo, acarretando assim molhamento mais prolongado após chuva ou irrigação quanto mais próximo ao solo, e menor na superfície mais exposta do dossel que é o ápice da cultura.

Gráfico 2 – Severidade observada da mancha de septória no girassol em diferentes molhamentos foliares: molhamento natural (MN), molhamento artificial de 8 horas, 12, 16, 20, 24, 28 e 32 horas, em função do número de Dias Após a Inoculação (DAI), nos experimentos de novembro (1) e janeiro (2) em Santa Maria, RS.



Fonte: Autora.

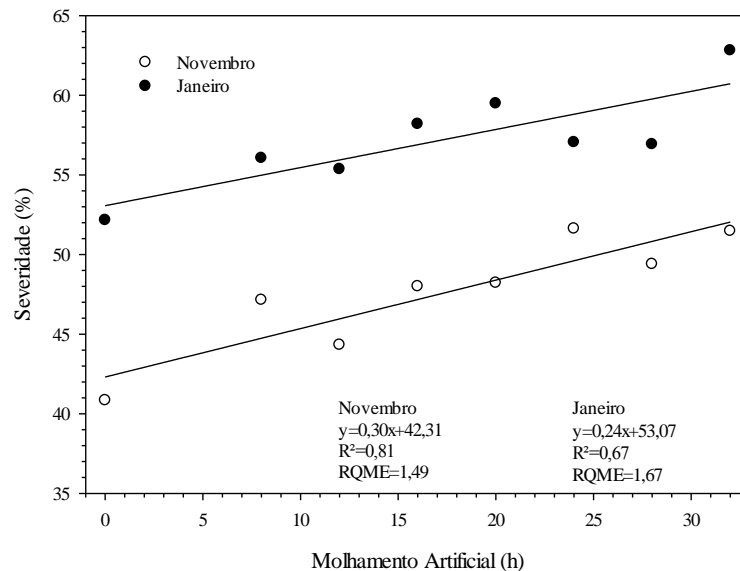
Para o experimento de novembro pode ser observado que a severidade média nos diferentes tratamentos foi menor do que a observada no experimento de janeiro (Gráfico 3). Em ambos os experimentos a severidade apresenta tendência de aumento linear, com aumento do tempo de molhamento foliar artificial (Gráfico 3; Apêndice C).

No experimento de novembro, a severidade no molhamento natural (zero horas de molhamento artificial), foi a que apresentou menor média de todo período ( $\approx 41\%$ ), e a medida que aumentou o molhamento artificial, se observa que a severidade tem a mesma tendência. Assim, no molhamento de 32 h a severidade média foi maior com acréscimo aproximado de 10% em relação a condição natural. O ajuste da linha de tendência resultou em um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,81 e RQME de 1,49%.

No experimento de janeiro a severidade observada nos diferentes tempos de molhamento artificial foi maior (Gráfico 3; Apêndice C). Contudo, apresentaram a mesma tendência: o molhamento natural, apresentou a menor severidade ( $\approx 52\%$ ) e a medida que aumentou o tempo de molhamento artificial aumentou a severidade, com o máximo no

molhamento de 32 horas ( $\approx 62\%$ ). Entretanto, os parâmetros estatísticos foram menores, sendo o coeficiente de determinação e a RQME de 0,67 e 1,67%, respectivamente.

Gráfico 3 – Severidade média observada da mancha de septória no girassol e sua relação com ao tempo de molhamento foliar artificial entre 0 e 32 horas, nos experimentos de novembro e janeiro, em Santa Maria, RS.



Fonte: Autora.

A mancha de septória é favorecida por uma faixa de temperatura de 10 a 27 °C, molhamento foliar e precipitação pluvial (AGRIOS, 2004b). No entanto, como a condição de temperatura e precipitação pluvial foram as mesmas para todos os tratamentos, as variáveis que influenciaram o aumento da severidade foi o tempo de molhamento artificial imediatamente após a distribuição do patógeno na área. Radons et al. (2009) e Sentelhas et al. (1996), encontraram igualmente uma correlação entre molhamento foliar e a mancha de septória e alternária, respectivamente, com aumento da severidade destas em condição de maior molhamento foliar. Leite e Amorim (2002a), também encontraram um aumento da severidade e densidade de lesões da mancha de alternária em girassol com aumento da duração do molhamento foliar em condição de ambiente controlado. A maior severidade do experimento de novembro e em janeiro encontrados neste trabalho divergem em termos de meses dos resultados encontrados por Loose et al. (2012), que ao analisar um ano de El Niño, encontraram maior severidade para os meses de outubro e novembro e menor nos meses de dezembro e janeiro. No entanto, nesse caso, houve maior precipitação pluviométrica e temperatura do ar mais amena em outubro e novembro do que em dezembro e janeiro, devido ao efeito do El Niño. Entretanto, neste estudo a precipitação pluvial e umidade relativa do ar foram maiores no

experimento de janeiro, o que favoreceu a doença, e com isto, a severidade da mancha de septória foi maior nesse experimento.

De acordo com Agrios (2004a), o orvalho é um dos fatores que mais influencia o desenvolvimento de determinados patógenos, provocando maior crescimento e esporulação do mesmo. Portanto, a maior severidade encontrada nos maiores tempos de molhamento nos diferentes experimentos corroboram para esta afirmação.

O erro absoluto médio foi menor no experimento de novembro do que no de janeiro. O índice de concordância de Willmott foi maior no experimento de novembro e assim apresenta um comportamento mais próximo ao observado. Por sua vez, o índice “c” obtido pode ser classificado como  *muito bom e bom*, respectivamente, para o experimento de novembro e janeiro. Enquanto a RQME, foi menor em novembro do que em janeiro, indicando que esta equação possui maior correlação com a severidade real (Tabela 1).

Tabela 1 – Parâmetros estatísticos de “c” índice de confiança, ”d” índice de Willmott, “R<sup>2</sup>” coeficiente de determinação, “EM” Erro Médio, “EAM” Erro Absoluto Médio e “RQME” Raiz do Quadrado Médio do Erro das regressões lineares entre a SEV 1 (novembro) e SEV 2 (janeiro) e número de horas de molhamento artificial de 0 a 32 horas, em Santa Maria, RS.

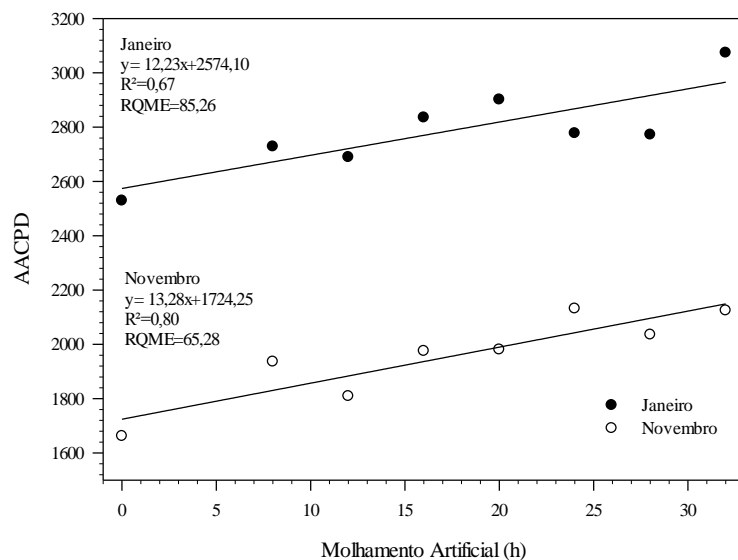
<b>Variáveis</b>	<b>SEV (1)</b>	<b>SEV (2)</b>
<b>EAM</b>	1,31	1,52
<b>EM</b>	-0,001	-0,001
<b>R<sup>2</sup></b>	0,81	0,67
<b>D</b>	0,94	0,89
<b>C</b>	0,85	0,73
<b>RQME</b>	1,49	1,67

Fonte: Autora.

A Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) apresenta relação linear quanto os diferentes períodos de molhamento foliar (Gráfico 4) para os dados dos dois experimentos (Apêndice D). Assim, para o experimento de novembro o menor valor de molhamento, ou seja, o molhamento natural (0h), apresentou o menor valor de AACPD e com o aumento do molhamento, a tendência aponta para um aumento da AACPD para valores em torno de 2100, sendo os máximos valores alcançados com molhamento artificial de 24, 28 e 32 horas. Por sua vez, no experimento de janeiro ocorreram valores de AACPD maiores do que em novembro, mas manteve-se a tendência linear crescente com o aumento do molhamento artificial. O máximo valor foi atingido com o molhamento de 32 horas (AACPD= 3073), cerca de 545 maior do que no molhamento natural (0 horas).

O maior coeficiente de determinação foi encontrado no experimento de novembro ( $R^2 = 0,80$ ). No experimento de janeiro o  $R^2$  foi menor (0,67), o que se deve a condição de maior precipitação pluvial e umidade relativa do ar, que promoveu maior molhamento foliar. Com isto, os diferentes tratamentos apresentaram-se semelhantes no que se deve a severidade e, conseqüentemente, a AACPD. Portanto, a condição de maior precipitação pluvial e maior molhamento da parte aérea explica a maior AACPD encontrado em janeiro com relação a novembro. Além disto, os dois experimentos se localizaram lado a lado. Assim, o experimento de janeiro tinha uma fonte de inóculo adicional ao lado, o que provavelmente contribuiu para um desenvolvimento mais rápido da mancha de septória, o que acabou afetando a AACPD, que então apresentou maior variação entre os diferentes tratamentos de molhamento.

Gráfico 4 – Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) da mancha de septória no girassol e sua relação com ao tempo de molhamento foliar artificial entre 0 e 32 horas, nos experimentos de novembro e janeiro em Santa Maria, RS.



Fonte: Autora.

De acordo com Loose et al. (2012), em um ano de El Niño a maior AACPD ocorre nos meses de outubro e novembro, período de maior efeito positivo do fenômeno sobre a precipitação pluvial no RS (FONTANA; BERLATO, 1997), sendo menores em dezembro e janeiro. Estes resultados divergem dos encontrados neste trabalho, em que no experimento de novembro a AACPD foi menor em relação ao experimento de janeiro. Isto provavelmente se deve a maior pressão de inóculo em janeiro, bem como às chuvas ao longo do ciclo que favoreceram uma dispersão maior do patógeno.

Os parâmetros estatísticos da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença, relativos ao ajuste da equação linear (Gráfico 4) aos dados, são distintos para os experimentos de



novembro e janeiro (Tabela 2). O erro médio é menor em janeiro que em novembro, contudo o erro absoluto médio é maior em janeiro. O índice *d* é maior na equação do experimento de novembro e, portanto, a concordância é maior do que em janeiro. Já o índice *c*, que mede o desempenho do modelo, para novembro é classificado como *muito bom*, e para janeiro como *bom*. A RQME foi menor em novembro do que em janeiro, indicando assim que a equação linear de novembro expressa melhor a AACPD real.

Tabela 2 – Parâmetros estatísticos de “*c*” índice de confiança, “*d*” índice de Willmott, “*R*<sup>2</sup>” coeficiente de determinação, “EM” Erro Médio, “EAM” Erro Absoluto Médio e “RQME” Raiz do Quadrado Médio do Erro das regressões lineares entre a AACPD 1 (novembro) e AACPD 2 (janeiro) e número de horas de molhamento artificial de 0 a 32 horas, em Santa Maria, RS.

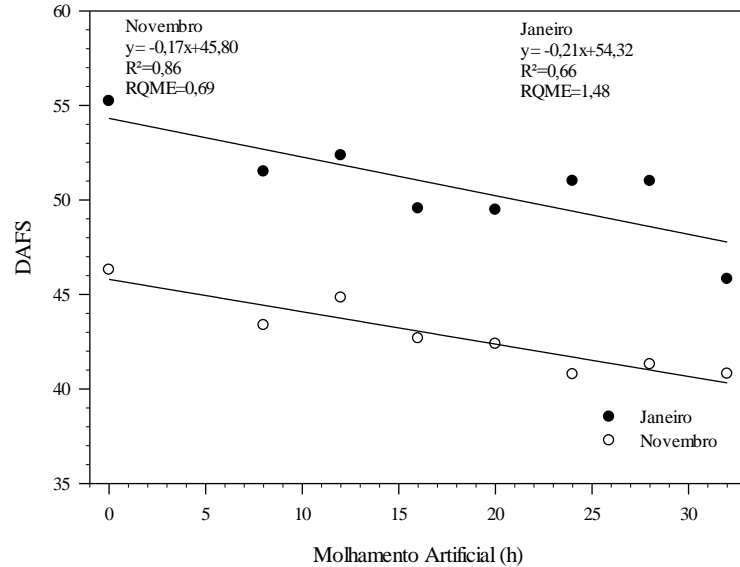
<b>Variáveis</b>	<b>AACPD (1)</b>	<b>AACPD (2)</b>
<b>EAM</b>	57,88	78,03
<b>EM</b>	0,001	0,00005
<b>R<sup>2</sup></b>	0,80	0,67
<b>D</b>	0,94	0,89
<b>C</b>	0,85	0,73
<b>RQME</b>	65,28	85,26

Fonte: Autora.

Os valores da Duração da Área Foliar Sadia (DAFS) nos diferentes níveis de molhamento foliar aplicado para o experimento de novembro e janeiro (Gráfico 5), também apresentam uma tendência linear, mas de forma negativa. Assim, quanto maior o período de molhamento foliar artificial aplicado, menor foi o valor da DAFS em ambos os experimentos (Apêndice E). No experimento de novembro o maior valor da DAFS foi encontrado com o molhamento natural (0h) apresentando cerca de 46 dias, e com o aumento do molhamento, esta diminuiu a valores próximos de 40, sendo estes menores valores encontrados no molhamentos adicionais de 24, 28 e 32 horas. No experimento de janeiro, a maior DAFS foi entrada no molhamento natural (0 horas) com valor próximo a 55 dias. A medida que aumentou o molhamento foliar a DAFS diminuiu, sendo o menor valor constatado no molhamento de 32 horas (46 dias). Portanto, um aumento de 32 horas do molhamento foliar após a inoculação, resultou em uma diminuição da DAFS em seis a nove dias. A mesma tendência observada para a AACPD (Gráfico 4) foi observada também na DAFS, em virtude da maior precipitação pluviométrica, e maior umidade reativa do ar, promovendo um comportamento semelhante nos diferentes períodos de molhamento foliar no experimento de janeiro.

Dessa forma, mesmo que em ambos os experimentos, novembro e janeiro, a DAFS tenha apresentado uma tendência linear, o maior coeficiente de determinação foi encontrado no experimento de novembro ( $R^2=0,86$ ), já um menor  $R^2$  de 0,66 em janeiro.

Gráfico 5 – Duração da Área Foliar Sadia (DAFS) da mancha de septória no girassol e sua relação com ao tempo de molhamento foliar artificial entre 0 e 32 horas, nos experimentos de novembro e janeiro em Santa Maria, RS.



Fonte: Autora.

Em experimento realizado em Santa Maria, RS em ano de El Niño, a maior DAFS foi encontrada nos mês de dezembro, sendo que no mês de outubro obteve-se o menor para esta variável, já o mês de janeiro não diferiu de dezembro, e novembro não diferiu de outubro (LOOSE et al., 2012). A maior DAFS em dezembro e janeiro obtida por Loose et al. (2012), não difere dos resultados deste trabalho. A maior área foliar de janeiro, obtidos neste estudo, faz com que haja maior duração da área foliar sadia, mesmo que a severidade da doença seja maior. Também quanto as avaliações de severidade, esta foi menor no início, pois a primeira avaliação de severidade foram realizadas no dia da inoculação, com menor valor de severidade, promovendo um incremento da DAFS, em janeiro com relação a novembro.

O erro absoluto médio e o erro médio no ajuste da função linear aos dados de DAFS foram menores para o experimento de novembro. O índice d, apresentou-se maior em novembro, indicando que a equação está estimando a DAFS mais próximo do valor observado. O índice de confiança também foi maior em novembro, sendo classificado neste como ótimo e, para janeiro como bom. A RQME foi menor em novembro do que em janeiro, o que significa

que a equação de novembro expressa melhor a DAFS, com menor margem de erro, do que ocorre em janeiro (Tabela 3).

Tabela 3 – Parâmetros estatísticos de “c” índice de confiança, “d” índice de Willmott, “R<sup>2</sup>” coeficiente de determinação, “EM” Erro Médio, “EAM” Erro Absoluto Médio e “RQME” Raiz do Quadrado Médio do Erro das regressões lineares entre a DAFS 1 (novembro) e DAFS 2 (janeiro) e número de horas de molhamento artificial de 0 a 32 horas, em Santa Maria, RS.

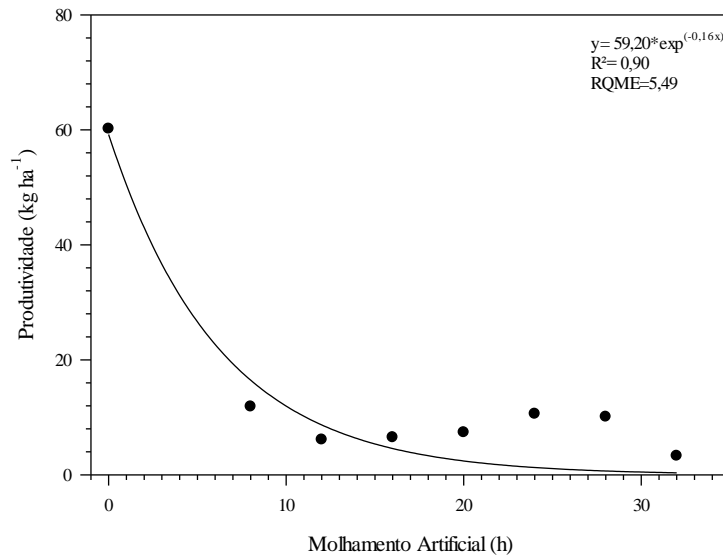
<b>Variáveis</b>	<b>DAFS (1)</b>	<b>DAFS (2)</b>
<b>EAM</b>	0,59	1,35
<b>EM</b>	0,0005	0,001
<b>R<sup>2</sup></b>	0,86	0,66
<b>D</b>	0,96	0,89
<b>C</b>	0,89	0,72
<b>RQME</b>	0,69	1,48

Fonte: Autora.

Em relação aos parâmetros de rendimento da cultura, peso de 1000 grãos, diâmetro de capítulo e produtividade, não se verificou significância para o experimento de novembro, e em janeiro a significância apenas foi encontrada para a produtividade (Apêndice F,G e H). A equação exponencial negativa da produtividade no experimento de janeiro (Gráfico 6), indica que o molhamento natural foi o que apresentou maior produtividade, com tendência de diminuição na produtividade à medida que aumentou o molhamento foliar.

Contudo, a produtividade foi menor da produtividade média encontrada nas lavouras comerciais, sendo que na última safra a produtividade média das regiões produtoras foi de 1.271 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2016). Neste trabalho a redução foi de cerca de 95% na produtividade do girassol com relação a produtividade média, em condições de molhamento natural e severidade média de 52%, porém esta acarretou em diminuição da área foliar sadia no estágios reprodutivos da planta, o que afetou o enchimento de cipselas e, com isto, a produtividade. No experimento de janeiro os capítulos possuíam diâmetro pequeno, e alguns sequer desenvolveram cipselas, devido a condição de severidade alta da doença, devido as condições mais favoráveis e a maior pressão de inóculo e a inoculação ter sido realizada no início do período reprodutivo (R1), diferente do experimento de novembro quando a inoculação foi realizada em R4. Isto indica o potencial dano da mancha de septória na produtividade do girassol em condições de maior severidade.

Gráfico 6 – Produtividade de cipselas de girassol com a inoculação de *Septoria helianthi* no girassol e sua relação com ao tempo de molhamento foliar artificial entre 0 e 32 horas, em experimento de janeiro, em Santa Maria, RS.



Fonte: Autora.

Assim, em novembro a doença não comprometeu o desenvolvimento do capítulos e grãos de maneira tão severa quanto em janeiro. Embora não houvesse diferença estatística em relação aos diferentes molhamentos foliares e produtividade, esta promoveu um redução de cerca de 71% em relação a produtividade média do girassol de acordo com a CONAB (2016). Assim, deve-se adotar o controle da doença de forma que não afete a fase reprodutiva, pois nesta fase, irá acarretar em diminuição expressiva da produtividade da cultura, sendo mais expressiva se ocorrer no início da fase reprodutiva.

Em relação as variáveis estatísticas, para o experimento de janeiro, o coeficiente de determinação foi de 0,90, indicando uma boa precisão do modelo para estimar a redução da produtividade da cultura (Tabela 4). O erro absoluto médio embora baixo, é expressivo considerando que a produtividade foi baixa, o que não ocorre com o erro médio que foi menor. O índice de Willmott diz quanto a equação estima a produtividade, sendo que esta apresenta valor elevado. Já em relação a índice “c” este apresenta classificado como ótimo para a confiança do modelo. O RQME foi de 5,49 indicando um erro de estimativa da equação de cerca de 5,5 kg ha<sup>-1</sup> em relação aos observados.

Tabela 4 –Parâmetros estatísticos de “c” índice de confiança, ”d” índice de Willmott, “R<sup>2</sup>” coeficiente de determinação, “EM” Erro Médio, “EAM” Erro Absoluto Médio e “RQME” Raiz do Quadrado Médio do Erro das regressões lineares entre a Produtividade do girassol após a inoculação de *Septoria helianthi* em janeiro e número de horas de molhamento artificial de 0 a 32 horas, em Santa Maria, RS.

<b>Variáveis</b>	<b>Produtividade</b>
<b>EAM</b>	4,59
<b>EM</b>	-2,79
<b>R<sup>2</sup></b>	0,90
<b>d</b>	1,00
<b>c</b>	0,95
<b>RQME</b>	5,49

Fonte: Autora.

### 3.3.3 Severidade Estimada por Modelo

O modelo SEV (equação 11) ajustado com os dados obtidos nos experimentos de novembro e janeiro para estima a severidade da mancha de septória (SEV), causada por *Septoria helianthi*, mostrou-se promissor. Pode ser observado o efeito das variáveis temperatura média diária do ar (Tmed; °C), umidade relativa média diária do ar (URmed; %) e precipitação pluviométrica diária acumulada (prec; mm) como variáveis que influem no processo de avanço da severidade, podendo então ser utilizadas no modelo para simular a severidade da mancha de septória (equação 11).

$$SEV = (0,00089 * (Tmed^2)) + (0,0195 * UR) + 1,0 (SE(prec > 10)) \quad (11)$$

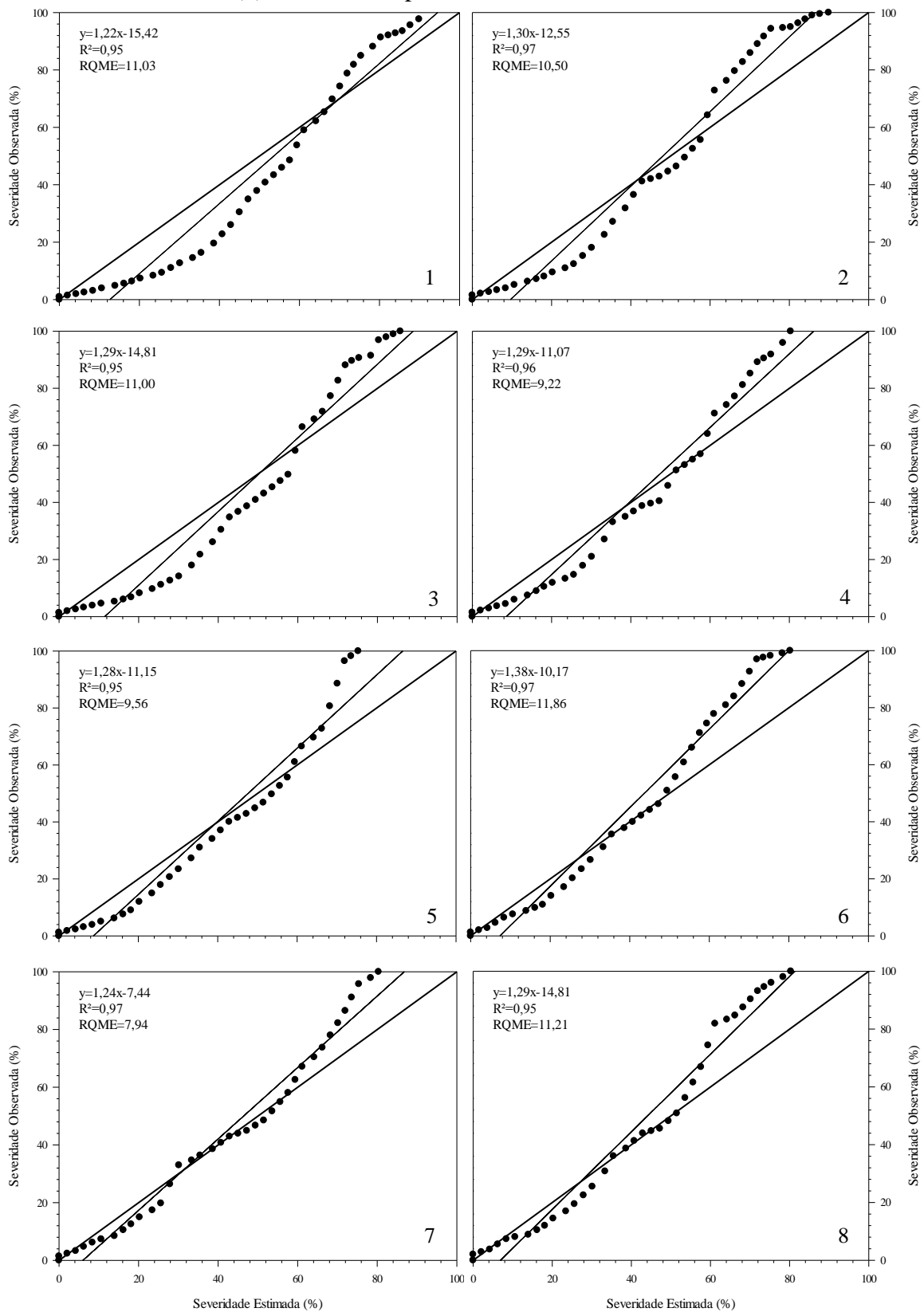
A temperatura do ar teve um comportamento que tendeu ao quadrático, assim possui uma tendência crescente e após decai a medida que se torna mais elevada. Já a umidade relativa do ar o comportamento tendeu mais ao linear, ou seja, acréscimos em umidade sempre promoveram aumento da severidade da doença. Neste modelo a temperatura média do ar apresentou um peso um pouco superior a 10% e a umidade relativa média do ar teve uma importância próxima a 60% na estimativa da severidade da mancha de septória. Isto reforça a importância do molhamento foliar, mesmo obtido indiretamente através da URmed, mostrando ser um bom parâmetro para estimar o desenvolvimento da mancha de septória, visto que este patógeno se desenvolve em uma faixa ampla de temperatura e assim, o tempo de molhamento se torna o diferencial do desenvolvimento dessa doença.

A precipitação pluviométrica foi incluída no modelo como um acelerador dos processos do patossistema. Assim, computou-se o efeito de chuvas mais prolongadas ou volumosas com

um ponto extra no modelo quando a mesma foi maior que 10 mm dia<sup>-1</sup>. Essa forma de considerar a precipitação pluvial pode ser considerada adequada uma vez que o salpico das gotas contribui na distribuição espacial do inóculo (AMORIM, PASCHOLATI, 2011) e o molhamento causado pela chuva, mesmo quando menor que 10 mm dia<sup>-1</sup>, está contemplado indiretamente pelo aumento da umidade relativa do ar. Neste modelo, a precipitação pluvial acumulada teve um peso de cerca de 30% na estimativa da severidade de mancha de septória, promovendo além da dispersão do patógeno um molhamento foliar mais prolongado devido ao aumento da umidade relativa do ar.

Na maior parte dos testes do modelo para os diferentes tempos de molhamento adicionais (0 horas até 32 horas), houve uma superestimativa da severidade estimada pelo modelo em relação a severidade observada nos menores valores de severidade, e subestimativa em severidade maiores (Gráfico 7) no experimento de novembro.

Gráfico 7 – Correlação entre a severidade estimada pelo modelo e a severidade observada da mancha de septória no girassol, por molhamento foliar, molhamento natural (1), molhamento artificial de 8 horas (2), 12 h (3), 16 h (4), 20 h (5), 24 h (6), 28 h (7) e 32 horas (8), obtido no experimento de novembro em Santa Maria, RS.



Fonte: Autora.

O erro médio foi menor que o erro absoluto médio, o que demonstra que se errou para mais e para menos na severidade estimada no modelo. Contudo, os erros foram maiores nos menores tempos de molhamento artificial analisados, diminuindo a medida que aumentou o molhamento. Com relação ao índice “d” que mede a acurácia do modelo, todos os tempos adicionais de molhamento permitiram obter boa acurácia de estimativa da SEV, variando “d” de 0,96 a 0,98. O índice “c”, que mede a confiança do modelo, também foi classificado como ótimo em todos os molhamentos analisados. Os coeficientes de determinação obtidos, indicam que a precisão do modelo é boa, uma vez que em todos os molhamentos os mesmos foram elevados, sendo o maior de 0,97 e o menor de 0,95. A RQME apresentou variações em relação ao molhamento analisado, sendo que, quanto menor melhor o modelo, pois os desvios são menores. Houve variação da RQME entre os modelos, sendo maior no molhamento natural (zero) com 11,03% e menor (7,94%) no molhamento de 28 horas, mas as oscilações entre os tratamentos não permitem concluir sobre essa tendência (Tabela 5).

Tabela 5 – Parâmetros estatísticos de “c” índice de confiança, ”d” índice de Willmott, “R<sup>2</sup>” coeficiente de determinação, “EM” Erro Médio, “EAM” Erro Absoluto Médio e “RQME” Raiz do Quadrado Médio do Erro da correlação da severidade estimada pelo modelo com uso das variáveis meteorológicas e severidade observada de mancha de septória no girassol e número de horas de molhamento artificial de 0 a 32 horas, no experimento de novembro em Santa Maria, RS.

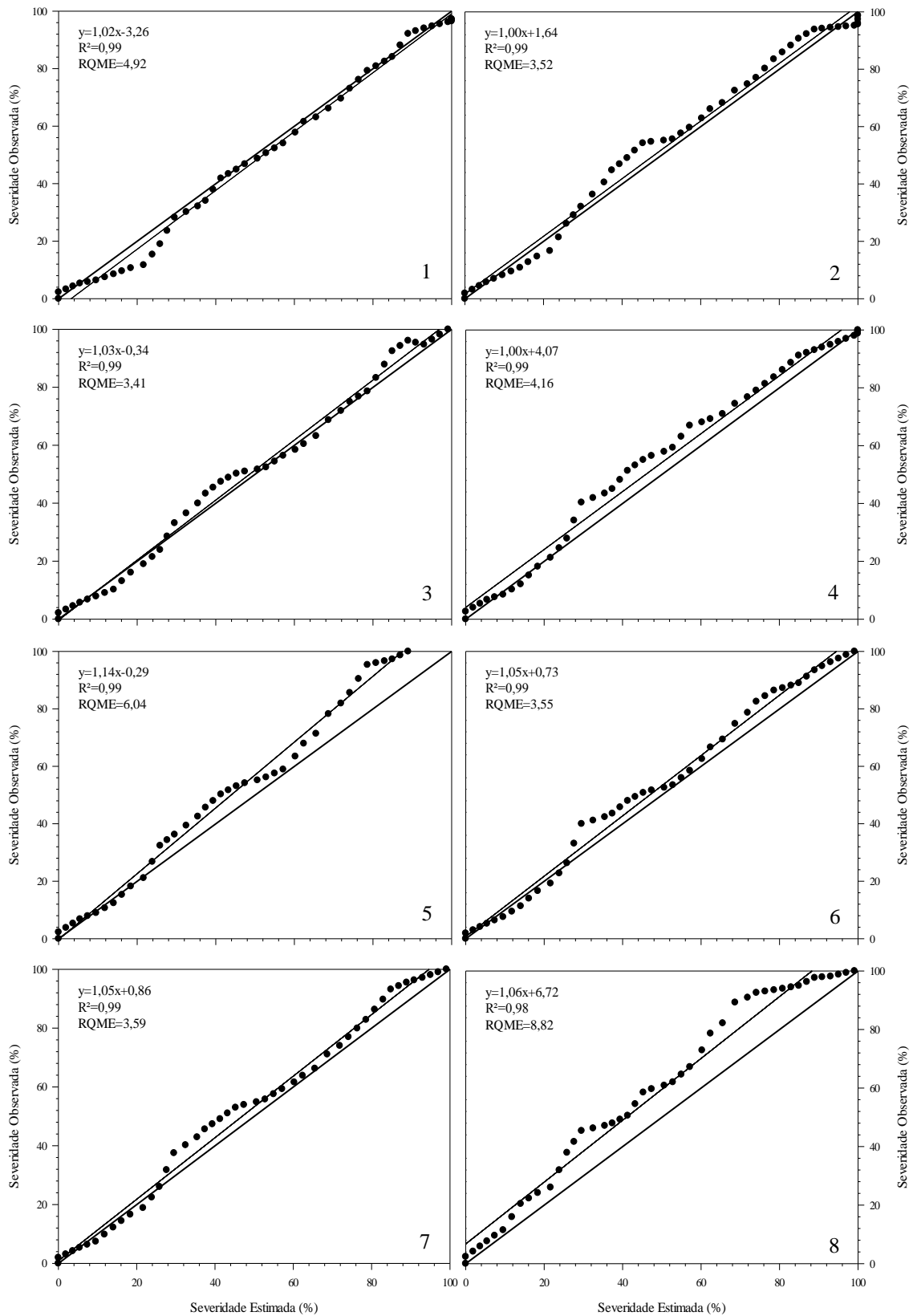
<b>Molhamento (h)</b>	<b>EAM</b>	<b>EM</b>	<b>d</b>	<b>c</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>RQME</b>
<b>0</b>	10,64	7,32	0,96	0,93	0,95	11,03
<b>8</b>	9,68	0,74	0,97	0,96	0,97	10,50
<b>12</b>	10,62	4,97	0,96	0,93	0,95	11,00
<b>16</b>	10,52	-0,87	0,97	0,95	0,96	9,22
<b>20</b>	10,52	0,05	0,97	0,94	0,95	9,56
<b>24</b>	11,24	-5,41	0,96	0,95	0,97	11,86
<b>28</b>	8,20	-2,38	0,98	0,97	0,97	7,94
<b>32</b>	10,58	-4,90	0,97	0,95	0,97	11,21

Fonte: Autora.

No experimento de novembro, houve uma melhor correlação entre a severidade observada e a estimada pelo modelo (Gráfico 8).



Gráfico 8 – Correlação entre a severidade estimada pelo modelo e a severidade observada da mancha de septória no girassol, por molhamento foliar, molhamento natural (1), molhamento artificial de 8 horas (2), 12 h (3), 16 h (4), 20 h (5), 24 h (6), 28 h (7) e 32 horas (8), obtido no experimento de janeiro em Santa Maria, RS.



Fonte: Autora.

Com relação aos parâmetros estatísticos do modelo para os dados de janeiro (Tabela 6), observam-se diferenças com relação ao experimento de novembro (Tabela 5). O erro médio e erro absoluto médio de janeiro foram menores do que no experimento de novembro. Em todos os tratamentos de molhamento artificial ocorreram erros menores de superestimativa e de subestimativa em relação a severidade observada, o que, além de promover um menor erro médio em relação ao erro absoluto médio, diminuiu principalmente a amplitude do erro do experimento de janeiro em relação ao de novembro. Já o índice de Willmott, variando de 1,00 a 0,93, apresentando-se na média menor que no experimento de novembro. O índice “c” que indica a confiança do modelo em todos os molhamentos obteve-se a classificação como ótimo, variando de 0,92 a 0,95, embora este índice apresentou-se maior na média em novembro, contudo a classificação foi a mesma. Os coeficiente de determinação, nos molhamentos natural (zero) a 28 horas apresentou alta precisão ( $R^2=0,99$ ) e, no molhamento de 32 horas foi menor, sendo esse índice estatístico melhor para janeiro que para novembro. O RQME, que expressa o erro médio do modelo, foi maior no molhamento 32 horas por que se verificou um erro sistemático maior. Mesmo assim foi menor do que para novembro em todos, os diferentes molhamentos, variando de 3,41% a 8,82 %, confirmando a qualidade do modelo para estimar a severidade de mancha de septória em girassol para as condições que se apresentaram no período experimental relativo a semeadura de janeiro.

Tabela 6 – Parâmetros estatísticos de “c” índice de confiança, ”d” índice de Willmott, “R<sup>2</sup>” coeficiente de determinação, “EM” Erro Médio, “EAM” Erro Absoluto Médio e “RQME” Raiz do Quadrado Médio do Erro da correlação da severidade estimada pelo modelo com uso das variáveis meteorológicas e severidade observada de mancha de septória no girassol e número de horas de molhamento artificial de 0 a 32 horas, no experimento de janeiro em Santa Maria, RS.

<b>Molhamento (h)</b>	<b>EAM</b>	<b>EM</b>	<b>d</b>	<b>c</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>RQME</b>
<b>0</b>	5,97	2,01	0,95	0,95	0,99	4,92
<b>8</b>	4,74	-1,89	0,95	0,95	0,99	3,52
<b>12</b>	4,57	-1,24	1,00	0,99	0,99	3,41
<b>16</b>	5,32	-4,02	0,95	0,94	0,99	4,16
<b>20</b>	5,74	-4,82	0,93	0,92	0,99	6,04
<b>24</b>	4,69	-2,87	0,94	0,94	0,99	3,55
<b>28</b>	4,69	-2,83	0,94	0,94	0,99	3,59
<b>32</b>	8,58	-8,54	0,93	0,92	0,98	8,82

Fonte: Autora.

O uso das variáveis meteorológicas tem sido adequado para a simulação da severidade de culturas agrícolas. Gouache et al. (2013), encontraram uma correlação de 0,76 e RQME de 16,86% entre a severidade estimada pelo modelo e a severidade observada para *Septoria tritici*, em experimentos realizados em três locais na França. Os resultados de correlação encontrados neste estudo tanto em novembro como em janeiro são estatisticamente melhores que os obtidos para trigo na França.

O índice de confiança, foram de 0,899 a 0,914 obtidos por Gouache et al. (2013) para *Septoria tritici* na França, também foram menores do que os obtidos duas datas de semeadura para o girassol no atual trabalho, permitindo inferir que o modelo obtido pode ser utilizado para estimar a severidade de dano por mancha de septória em girassol.

### 3.3.4 Modelos de Crescimento da Doença

De maneira geral, os modelos logístico e gompertz apresentaram ajuste semelhante na avaliação do crescimento da doença para o molhamento foliar natural (MN) e molhamentos artificiais de 8, 12, 16, 20, 24, 28 e 32 horas (Apêndice G, H, I). As estatísticas dos modelos de crescimento que apresentaram maior correlação para o experimento de novembro (Tabela 7), permitem inferir que para novembro o modelo “logito” foi o que melhor se ajustou ao crescimento da mancha de septória para quase todos os tratamentos de molhamento foliar, incluindo o molhamento natural, sendo semelhante ao gompito apenas para 28 horas adicionais.

Para os dados do experimento de janeiro, o modelo de crescimento que melhor se ajustou foi variado em função do molhamento foliar, sendo o logito melhor para o molhamento natural, 20 e 32 horas, o gompito melhor para 16 e 28 horas adicionais de molhamento, enquanto que para os molhamento de 8, 12 e 24 horas os dois modelos foram os melhores, não havendo diferenças significativas entre eles (Tabela 7).

Estes resultados corroboram com os encontrados por Sentelhas et al. (1996), que ao analisar o modelo de crescimento da mancha de alternária em três cultivares também encontrou melhor ajuste para o modelo logito em condição de campo. Leite e Amorim (2002a) encontraram, para mancha de alternária em 10 cultivares de girassol, que o modelo de crescimento que melhor se ajustou ao comportamento da doença foi o logístico, em ambiente controlado.

Com relação a taxa de crescimento ponto a ponto dos modelos monito, logito e gompito, de maneira geral, o molhamento foliar artificial promoveu um aumento do crescimento da doença tanto em novembro quanto em janeiro (Tabela 7). Em novembro, o crescimento da

doença com os molhamentos adicionais acarretou em oscilação na taxa de crescimento de ponto a ponto da doença. No entanto, em janeiro a adição de molhamento foliar promoveu em todas as condições aumento na taxa de crescimento da doença. Porém, de maneira geral, em ambos os experimento o acréscimo de molhamento foliar promoveu um maior crescimento da doença, em relação aos menores molhamentos e ao molhamento natural.

Tabela 7 – Avaliação dos modelos de crescimento da mancha de septória no girassol, monito (Mon), logito (Log) e gompito (Gomp), em diferentes tempos de molhamento foliar, molhamento natural (MN), e molhamento artificial de 8 horas (8h), 12 (12h), 16 (16h), 20 (20h), 24 (24h), 28 (28h) e 32 horas (32h), obtido nos experimentos de novembro (1) e janeiro (2) em Santa Maria, RS, com relação aos parâmetros estatísticos: “c” índice de confiança, ”d” índice de Willmott, “R<sup>2</sup>” coeficiente de determinação, “EM” Erro Médio, “EAM” Erro Absoluto Médio, “TXpp” Taxa de Crescimento da doença de Ponto a Ponto.

MN						
Variáveis	Mon (1)	Log (1)	Gomp (1)	Mon (2)	Log (2)	Gomp (2)
c	0,73	1,00	0,97	0,82	0,99	0,98
d	0,87	1,00	0,99	0,91	1,00	0,99
R <sup>2</sup>	0,71	0,99	0,96	0,83	0,98	0,97
EM	-0,57	0,19	0,81	-0,82	0,01	0,45
EAM	4,17	0,39	1,15	3,38	0,73	1,06
TXpp	0,10	0,22	0,14	0,08	0,15	0,10
8h						
Variáveis	Mon (1)	Log (1)	Gomp (1)	Mon (2)	Log (2)	Gomp (2)
c	0,70	0,99	0,96	0,84	0,99	0,99
d	0,84	1,00	0,98	0,91	1,00	1,00
R <sup>2</sup>	0,70	0,98	0,95	0,85	0,98	0,98
EM	-0,91	0,28	0,87	-0,93	-0,20	0,30
EAM	4,44	0,53	1,21	2,99	0,76	0,74
TXpp	0,13	0,24	0,17	0,09	0,17	0,12
12h						
Variáveis	Mon (1)	Log (1)	Gomp (1)	Mon (2)	Log (2)	Gomp (2)
c	0,76	0,99	0,96	0,87	0,97	0,97
d	0,89	1,00	0,99	0,93	0,99	0,99
R <sup>2</sup>	0,73	0,99	0,96	0,86	0,96	0,97
EM	-0,26	0,20	0,66	-0,35	-0,01	0,33
EAM	3,40	0,50	1,06	2,46	0,97	0,97
TXpp	0,09	0,21	0,13	0,07	0,15	0,10
16h						
Variáveis	Mon (1)	Log (1)	Gomp (1)	Mon (2)	Log (2)	Gomp (2)
c	0,83	0,99	0,98	0,69	0,84	0,88
d	0,93	1,00	0,99	0,73	0,90	0,92
R <sup>2</sup>	0,80	0,99	0,97	0,91	0,88	0,92
EM	-0,12	0,04	0,37	-7,48	-3,72	-3,50
EAM	2,40	0,44	0,73	7,48	3,72	3,50
TXpp	0,08	0,20	0,12	0,12	0,19	0,14
20h						
Variáveis	Mon (1)	Log (1)	Gomp (1)	Mon (2)	Log (2)	Gomp (2)
c	0,81	0,97	0,96	0,84	0,97	0,97
d	0,91	0,99	0,98	0,92	0,99	0,99
R <sup>2</sup>	0,79	0,96	0,95	0,84	0,96	0,96
EM	0,00	0,17	0,49	-0,39	0,08	0,40
EAM	2,48	0,75	0,84	2,53	0,89	0,92
TXpp	0,11	0,26	0,16	0,10	0,19	0,13
24h						
Variáveis	Mon (1)	Log (1)	Gomp (1)	Mon (2)	Log (2)	Gomp (2)
c	0,78	0,99	0,97	0,88	0,98	0,98
d	0,89	1,00	0,99	0,94	0,99	0,99
R <sup>2</sup>	0,77	0,99	0,96	0,88	0,97	0,98
EM	-0,35	0,13	0,56	-0,39	-0,18	0,22
EAM	3,09	0,53	0,94	2,14	0,78	0,68
TXpp	0,09	0,23	0,14	0,08	0,18	0,12
28h						
Variáveis	Mon (1)	Log (1)	Gomp (1)	Mon (2)	Log (2)	Gomp (2)
c	0,85	0,97	0,97	0,86	0,97	0,98
d	0,93	0,99	0,99	0,93	0,99	0,99
R <sup>2</sup>	0,83	0,96	0,96	0,86	0,97	0,97
EM	-0,12	-0,13	0,13	-0,49	-0,07	0,32
EAM	2,31	0,94	0,80	2,57	0,98	0,90
TXpp	0,10	0,23	0,15	0,08	0,18	0,12
32h						
Variáveis	Mon (1)	Log (1)	Gomp (1)	Mon (2)	Log (2)	Gomp (2)
c	0,84	0,99	0,98	0,83	0,98	0,97
d	0,93	0,99	0,99	0,91	0,99	0,99
R <sup>2</sup>	0,81	0,98	0,97	0,84	0,98	0,97
EM	-0,52	-0,52	-0,26	-0,79	-0,07	0,30
EAM	2,33	0,69	0,68	2,75	0,73	0,93
TXpp	0,10	0,22	0,14	0,10	0,19	0,13

Fonte: Autora.

### 3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento do molhamento foliar acarretou aumento da severidade da mancha de septória, sendo a severidade maior no experimento semeado em janeiro.

A Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) aumentou com o acréscimo do molhamento foliar e também foi maior no experimento de janeiro em relação ao cultivo de girassol de novembro.

A Duração da Área Foliar Sadia diminuiu com o aumento do molhamento foliar, sendo maior no experimento de janeiro que em novembro .

O acréscimo da severidade acarretou em diminuição na produtividade da cultura do girassol, com redução de 70 a 95%, em condição de molhamento natural, em experimento inoculado.

O modelo de simulação da severidade com base na temperatura média diária do ar, umidade relativa média diária do ar e precipitação pluvial acumulada diária simulou de maneira satisfatória a severidade de mancha de septória, com precisão, acurácia e confiança suficiente para utilização em um sistema de previsão da mancha de septória em girassol.

O modelo logito foi o que melhor se ajustou para descrever o crescimento da mancha de septória em girassol, mas em 44% dos casos o modelo gompito foi semelhante.

### **CAPÍTULO 3. POTENCIAL DE PRODUTIVIDADE EM FUNÇÃO DAS MANCHAS DE ALTERNÁRIA E SEPTÓRIA NO GIRASSOL**

#### **4.1 INTRODUÇÃO**

Doenças foliares de girassol são, na maior parte, de origem fúngica (LEITE, 2005). Na região central do Rio Grande do Sul de clima subtropical úmido tem destaque duas doenças, a mancha de alternária (*Alternaria helianthi*) e a mancha de septória (*Septoria helianthi*). Esta última foi relatada pela primeira vez em 2007 no RS (MALDANER, 2009b), também tem incidência e severidade alta (MALDANER, 2009a; RADONS, 2010; HINNAH, 2014), podendo em poucos anos se constituir em mais uma das manchas foliares a causar prejuízos significativos na região Sul do Brasil, dadas a condições de clima úmido.

Em virtude dos patossistemas de origem fúngica serem favorecidos por maior umidade e molhamento foliar (AGRIOS, 2004a; LEITE; AMORIM, 2002a), em anos de maior precipitação pluviométrica estes terão maior expressão. Além disso, a precipitação pluvial é um meio de dispersão dos propágulos de agentes patogênicos (AMORIM; PASCHOLATI, 2011), sendo este um acelerador para o alastramento da epidemia na área cultivada.

No Rio Grande do Sul as precipitações e, principalmente, os excedentes hídricos são muito frequentes desde o inverno até início de outubro (BURIOL et al., 1980; HELDWEIN et al., 2009). Assim, nesse período o molhamento foliar tende a ser mais prolongado e frequente (STRECK, 2006), favorecendo as doenças fúngicas. Em anos de El Niño, essa condição favorável geralmente se prolonga nos meses de outubro a dezembro, devido a um aumento da precipitação pluvial (IZUMI et al., 2014).

Práticas de manejo visam melhorar a condição de cultivo e produtividade de culturas agrícolas. No caso do girassol, não há híbridos resistentes às manchas foliares, necessitando-se adotar medidas de controle das mesmas, quando as condições ambientais favorecem os patógenos causais. Mas, devido as plantas de girassol atingirem porte elevado já no início da antese, a aplicação de produtos químicos, fisiológicos ou biológicos para o controle é dificultada, e resulta em maior prejuízo por dano mecânico. Dessa forma, a técnica mais adequada é a aplicação aérea, ou uso de autopropelido, mas grande parte dos agricultores não dispõem desta tecnologia para o controle de doenças em plantas.

O registro de fungicidas para a cultura tem ocorrido, visto que não havia até o ano 2009 (RADONS, 2010), e agora já há registro para algumas doenças foliares (MAPA, 2016). Isto se deve a expansão desta cultura no Brasil, os prejuízos históricos já causados pelas doenças foliares no girassol (LEITE et al., 2007) e a conseqüente necessidade de controle das doenças incidentes quando ocorrem condições meteorológicas favoráveis nas regiões de produção.

Desta forma, é necessário o conhecimento do dano causado pelas diferentes doenças foliares na cultura, pois promovem uma redução no tecido fotossintético da planta, levando a menor produção de fotoassimilados e, com isto, a produção diminui. Contudo, a sua quantificação não é determinada para servir de suporte a tomada de decisão dos produtores. Assim, objetiva-se com este trabalho avaliar o efeito da severidade das manchas de alternária e septória na produtividade da cultura do girassol sob diferentes condições meteorológicas na região central do Rio Grande do Sul.



## 4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.2.1 Local do Experimento

Os experimentos foram realizados na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, localizada em Santa Maria, na Depressão Central do RS (latitude: 29°43'23''S, longitude: 53°43'15''W e altitude: 95 m). O clima é caracterizado como subtropical úmido, com verão quente e sem estação seca definida (Cfa) (ALVARES et al., 2013). O solo é do tipo Argissolo Vermelho Distrófico arênico (EMBRAPA, 2006), pertencente a unidade de mapeamento São Pedro.

### 4.2.2 Instalação e Condução dos Experimentos

Os experimentos ocorreram nos anos de 2007 à 2009, de 2011 a 2013 e de 2015 a 2016, totalizando assim 25 experimentos. Nos anos 2007 a 2008 foram analisadas 7 épocas de julho, agosto, outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro em que foram avaliadas a severidade da mancha de alternária e deficiência hídrica em três genótipos de girassol, Helio 358, Aguará 03 e Embrapa 122 (GUSE, 2009). Outros experimentos também realizados no anos de 2007 a 2008, com sementeiras em setembro (safra) e fevereiro (safrinha) em dois genótipos, Helio 358 e Aguará 03, em que avaliaram tratamento com e sem irrigação e o uso do FAST (Forecasting Alternaria Solanion Tomato) para realização do controle da mancha de alternária, sendo o mesmo realizado quando fossem acumulados 16, 22 e 26 VS (Valor Acumulado de Severidade) e testemunha (sem aplicação de fungicida), em que avaliaram a severidade da doença no girassol (MALDANER, 2009). Nos anos de 2009 a 2010 foram realizadas sementeiras em setembro (safra) e fevereiro (safrinha), em que os tratamentos também consistiram de aplicação de fungicidas também com base no uso do sistema FAST, sendo que as mesmas foram realizadas com 15 VSC (Valor de Severidade Calculada), 20 VSC, 25 VCS, 30 VSC, 35 VSC, aplicação somente em R1 e testemunha sem aplicação, em que foi avaliado a severidade da mancha de septória no girassol, com o híbrido Helio 358 (RADONS, 2010). Os experimentos de 2011 a 2012 foram realizados em 6 épocas de sementeira sendo que as mesmas eram realizadas no início do mês, de setembro até fevereiro em dois híbridos, Aguará 03 e Helio 358, em que se avaliou a severidade da mancha de alternária e septória (HINNAH, 2014). Nos anos de 2012 a 2013, também foram avaliadas diferentes sementeiras totalizando 6 épocas, nos mesmos períodos que nos anos de 2011 a 2012 em dois híbridos de girassol, Aguará 03 e Helio

358, em que se realizou avaliações da severidade da mancha de alternária e septória (HINNAH, 2014). Nos anos de 2015 a 2016 foram realizadas duas datas de sementeiras, em novembro e janeiro, com o híbrido Altis 99, sendo avaliados 8 períodos de molhamento foliar, sendo que os mesmos foram de molhamento natural e molhamentos artificial de 8, 12, 16, 20, 24, 28 e 32 horas, com avaliação da severidade da mancha de septória, com inoculação do fungo *Septoria helianthi*.

O espaçamento entre linhas foi de 0,9 m e entre plantas variou de 0,25 m para os anos de 2007 à 2009 e de 2011 a 2013 (GUSE, 2009; MALDANER, 2009; RADONS, 2010, HINNAH, 2014) e nos anos de 2015 a 2016 os espaçamento entre linhas e entre plantas foram respectivamente de, 0,7 m e 0,33 m.

Os delineamentos experimentais foram de blocos ao acaso para os anos de 2007 à 2009 e de 2011 a 2013 e delineamento inteiramente casualizado para os anos de 2015 a 2016.

O manejo de adubação ocorreu de acordo com a análise de solo e a correção se deu de acordo a necessidade da cultura (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC, 2004).

Os tratos culturais foram realizados conforme a incidência de pragas, fazendo o controle com base na recomendação da EMBRAPA (2000) e AGROFIT (2016).

#### **4.2.3 Dados Meteorológicos**

Os dados meteorológico foram obtidos na estação meteorológica automática de Santa Maria, RS, localizada na Universidade Federal de Santa Maria, pertencente ao 8º Distrito do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Foram utilizados dados de temperatura instantânea do ar com posterior cálculo da temperatura média diária do ar (°C) (Tmed) com a média das 24 leituras horárias. A Umidade Relativa média diária do ar (%) (UR) foi calculada com a umidade relativa do ar instantânea com o média das 24 leituras horárias. A precipitação pluvial acumulada diária (mm) (prec) foi calculada através da soma da precipitação pluvial ocorrida ao longo do dia.

#### **4.2.4 Variáveis Fenométricas**

Foram determinadas, nos 25 experimento, a largura máxima das folhas ( $L$ ), para posterior cálculo da área foliar ( $AF$ ). A área foliar foi calculada com base na dimensão de largura das folhas, adotando o modelo de Maldaner et al. (2009b) (equação 1):

$$AF = 1,7582L^{1,7067} \quad (1)$$

em que, L é a largura máxima da folha (cm).

Para o cálculo do índice da área foliar foi acumulada a AF na área da parcela de amostragem, em função do espaçamento adotado entre linhas e entre plantas (equação 2):

$$IAF = \frac{\Sigma AF}{Ef.Ep} \quad (2)$$

em que, IAF é o índice de área foliar ( $m^2 m^{-2}$ ),  $\Sigma AF$  é a área foliar acumulada ( $m^2$ ) na área de amostragem, Ef é o espaçamento entre fileiras (m) de plantas e Ep é o espaçamento entre plantas (m) na fileira.

#### 4.2.5 Progresso da Doença

As avaliações de severidade foram realizadas após ser observada a incidência das manchas de alternária (*Alternaria helianthi*) e mancha de septória (*Septoria helianthi*). Foram realizadas avaliações dessas doenças foliares em intervalos de no 2 a 7 dias. Para avaliação da severidade destas manchas foliares no girassol foi utilizada a escala diagramática proposta por Leite e Amorim (2002b) (ANEXO A), sendo esta utilizada para estimar a porcentagem de tecido doente, ou seja, a área que apresenta sintomas e/ou com sinais visíveis da doença.

Para o cálculo da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) e da Duração da Área Foliar Sadia (DAFS), foi utilizada metodologia de Campbell e Madden (1990). Assim a AACPD e a DAFS foram calculadas de acordo as com Equações 3 e 4, respectivamente:

$$AACPD = \sum_i^{n-1} \left( \frac{x_i + x_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i) \quad (3)$$

em que, n é o número de avaliações;  $x_i$  é a severidade da doença (%) no tempo  $t_i$ ;  $x_{i+1}$  severidade da doença (%) no tempo  $t_{i+1}$  e  $(t_{i+1} - t_i)$  é o intervalo de tempo (dias) entre duas avaliações consecutivas.

$$DAFS = \sum_i^{n-1} \left[ \frac{IAF_i \left(1 - \frac{x_i}{100}\right) + IAF_{i+1} \left(1 - \frac{x_{i+1}}{100}\right)}{2} \right] (t_i - t_{i-1}) \quad (4)$$

em que,  $n$  é o número de avaliações;  $IAF_i$  é o índice de área foliar ( $m^2 m^{-2}$ ) no tempo  $t_i$ ;  $IAF_{i+1}$  é o índice de área foliar ( $m^2 m^{-2}$ ) no tempo  $t_{i+1}$ ;  $x_i$  é a severidade da doença (%) no tempo  $t_i$ ;  $x_{i+1}$  severidade da doença (%) no tempo  $t_{i+1}$  e  $(t_{i-1} - t_i)$  é o intervalo de tempo (dias) entre duas avaliações consecutivas.

#### 4.2.6 Colheita

A colheita nos diferentes experimentos ocorreu quando as plantas se encontravam no estágio R8, sendo que no estágio R6 foi realizado a proteção dos capítulos, contra os pássaros, nos diferentes tratamentos e experimentos com sacos de fio de ráfia. Após a colheita foi realizada a debulha manual dos grãos dos capítulos e posterior secagem dos mesmos em estufa a uma temperatura de 60 °C por cerca de 72 horas. Após a secagem foi pesado os grãos, mensurada a umidade dos grãos e feita a correção do peso dos mesmos para a umidade de 13% para obter a produtividade do girassol em  $kg ha^{-1}$ .

#### 4.2.7 ENOS

A classificação dos anos em La Niña, Neutros e El Niño foi obtida do Climate Prediction Center (2016). De acordo com Berlato et al. (2005), o período do fenômeno ENOS tem início dia 01 de julho do ano e término no dia 30 de junho do ano seguinte.

#### 4.2.8 Análise dos Resultados

A análise dos resultados foi realizada através de gráfico limite máximo, para a variável produtividade e a sua correlação com a Severidade final observada, AACPD e DAFS, obtidos em anos de El Niño, La Niña e Neutro nos 25 experimentos.

## 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

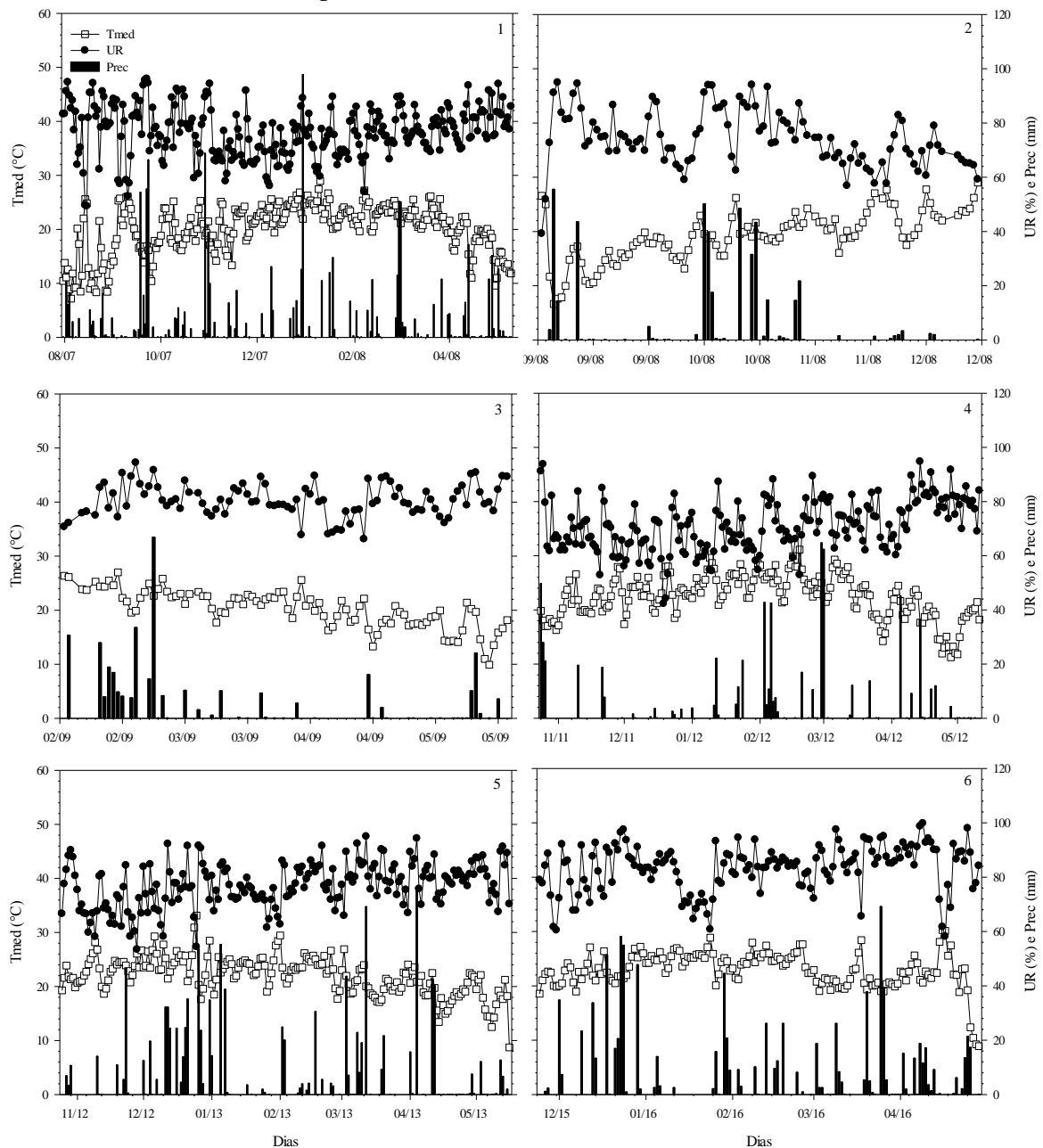
### 4.3.1 Dados Meteorológicos

Ao longo dos 25 experimentos analisados, ocorreu variação na temperatura média, máxima e mínima diária do ar, sendo estas de 21,2 °C, 33,14 °C e 6,65 °C, respectivamente (Gráfico 1). Assim, a temperatura média do ar foi menor apenas no experimento de 2008 (safra), com diminuição de 0,6 °C em relação a normal climatológica. Nos demais anos experimentais a temperatura média foi maior que a normal climatológica de 1961-1990, na ordem de 0,3 °C a 1,9 °C (APÊNDICE L, ANEXO B). Para a temperatura mínima média do ar ocorreu o oposto, em que todos os anos foi menor que a temperatura mínima média mensal das normais, sendo menores de 2 °C a 5,6 °C (APÊNDICE L, ANEXO B). Já a temperatura máxima média do ar foi maior que a normal apenas em dois anos agrícolas (2011-2012 e 2012-2013), com aumento de 0,7 °C e 2,7 °C (APÊNDICE L, ANEXO B).

No que se refere a umidade relativa média diária do ar, esta apresentou oscilação ao longo do período analisado, variando de 99,8% a 39,2% (Gráfico 1). Desta forma, a umidade relativa do ar foi menor que a normal climatológica no experimento de 2011-2012 em 3,4%, e nos demais anos, a umidade relativa do ar média foi maior, variando em acréscimo de 0,9 % a 8% (APÊNDICE L, ANEXO B).

Com relação a precipitação pluvial acumulada esta apresentou variação ao longo dos anos analisados (Gráfico 1). Assim, observa-se que em 4 anos a precipitação pluvial acumulada no período experimental foi menor que a normal climatológica, variando com diminuição de 55 mm a 255 mm, sendo que em três anos ocorreu o fenômeno La Niña (2007-2008, 2009 (safrinha), 2011- 2012) e 1 ano foi Neutro (2008 Safra) (CLIMATE PREDICTION CENTER, 2016) (APÊNDICE L, ANEXO B). Já nos 2 anos experimentais em que a precipitação pluvial acumulada foi maior que a normal, variando com acréscimo de 170 mm a 257 mm, em um ano Neutro (2012- 2013) e outro El Niño (2015-2016), respectivamente (CLIMATE PREDICTION CENTER, 2016) (APÊNDICE L, ANEXO B).

Gráfico 1 – Dados meteorológicos de Temperatura média diária do ar (Tmed), Umidade Relativa média diária do ar (UR) e Precipitação pluvial acumulada diária (Prec) da Estação Meteorológica Automática (EMA)-INMET de Santa Maria, RS, nos 25 experimentos. Em que 1, 2, 3, 4, 5 e 6 correspondem aos períodos experimentais de 31/07/2007-10/05/2008; 02/09/2008-21/12/2008; 10/02/2009-20/05/2009; 24/10/2011-11/05/2012; 25/10/2012-16/05/2013 e 24/11/2015-29/04/2016, respectivamente.



Fonte: Autora.

### 4.3.2 Efeito de Doenças Foliaves na Produtividade do Girassol

A máxima produtividade foi obtida até uma severidade máxima de 24%, com 5.252,6 kg ha<sup>-1</sup> (Gráfico 2), com semeadura realizada em outubro no ano de 2012. As condições de cultivo para a produtividade máxima ocorreram em um ano Neutro em que a precipitação pluviométrica foi de 565 mm, sendo que a maior parte da precipitação pluvial ocorreu no final do período vegetativo e durante todo o período reprodutivo, sendo esta condição que garantiu o suprimento da necessidade hídrica fosse suprida (CASTRO; FARIAS, 2005), garantindo assim uma alta produtividade. Neste experimento, não foi realizado o controle das doenças. Acima dos 24%, o aumento na severidade promoveu um decréscimo na produtividade máxima da cultura, sendo que um acréscimo de 1% na severidade resulta em uma redução na produtividade máxima de grãos de cerca de 69 kg ha<sup>-1</sup>. Também se observa que as menores produtividades tendem a ocorrer em anos de La Niña, mesmo com severidade menor, provavelmente por efeito de estresse hídrico durante o início da primavera e verão (FONTANA; BERLATO, 1997; IZUMI et al., 2014). Contudo, em experimento no ano de influência do fenômeno La Niña em que foi realizada irrigação, além de manejo da doença com controle através do FAST, foram atingidas produtividades maiores. Já em anos de El Niño, a maior precipitação pluviométrica, maior umidade e menor disponibilidade de radiação solar (FONTANA; BERLATO, 1997; IZUMI et al., 2014) favorecem o desenvolvimento e alastramento do patógeno, promovendo maior severidade e com isto resultam em menor produtividade. No caso dos dados dos 25 experimentos analisados a produtividade em anos de El Niño foi menor do que 1.000 kg ha<sup>-1</sup>, principalmente devido a alta severidade (90 a 100%) alcançada (Gráfico 2) e possivelmente a menor disponibilidade de radiação solar. Vale ressaltar que no experimento do ano El Niño o experimento foi inoculado, havendo neste caso maior pressão de inóculo.

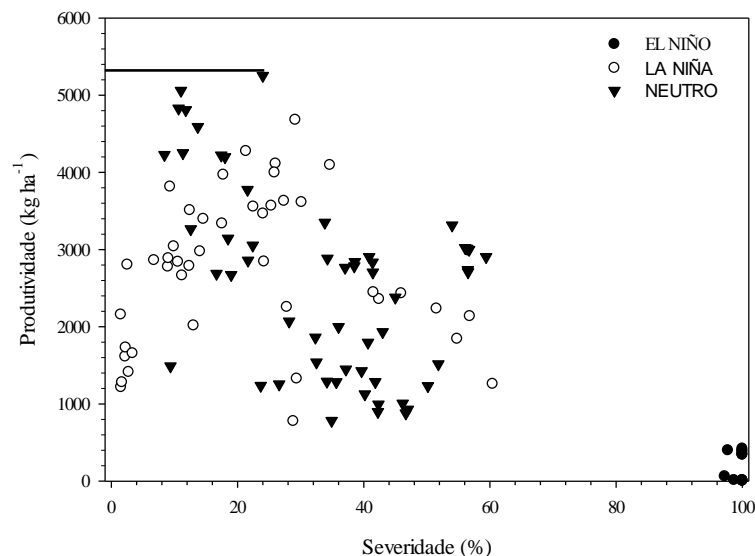
A severidade promove uma diminuição de área do tecido fotossintético da planta e a respiração nas bordas das lesões é quase nula para *Alternaria helianthi* no girassol (CALVET, 2001; BASTIAANS, 1991). Com isto, há uma redução na produtividade em decorrência da menor produção de fotoassimilados (TAIZ; ZAIGER, 2013). Moreira et al. (2009) ao avaliarem diferentes híbridos de girassol, no Rio Grande do Norte em condições de cultivo irrigado, encontraram severidade de 42% para a mancha de septória, 34% para mancha de alternária e 24% para a podridão do colo. Loose et al. (2012) também ao analisar a severidade em cultivos de diferentes épocas de semeadura, encontraram valores maiores que 25% de severidade de manchas de septória e alternária. Assim, estes valores de severidade são superiores ao valor

encontrado neste estudo (24%) quando se obteve a maior produtividade, podendo então inferir que geralmente há perdas de produtividade da cultura nestas condições.

Os maiores valores de severidade para mancha de septória e alternária foram encontrados neste trabalho em anos sob influência do fenômeno El Niño corroborando com os encontrados por Loose et al. (2012), em que nestes mesmos anos também encontraram os maiores valores de severidade de manchas de septória e alternária. Contudo, segundo Loose et al. (2012), em sementeiras mais precoces a severidade em anos de El Niño é maior em relação a anos sem atuação deste fenômeno, como anos Neutro e anos de La Niña.

Gráfico 2 – Produtividade do girassol em relação a severidade final observada das manchas de alternária e septória em anos de El Niño, La Niña e Neutro, obtida nos diferentes tratamentos nos 25 experimentos, em Santa Maria, RS.

Se Severidade menor que 24%;  $Prod=5252,6 \text{ kg ha}^{-1}$ , se Severidade maior que 24% então  $Prod=-69,12*SEV+6946$ .



Fonte: Autora.

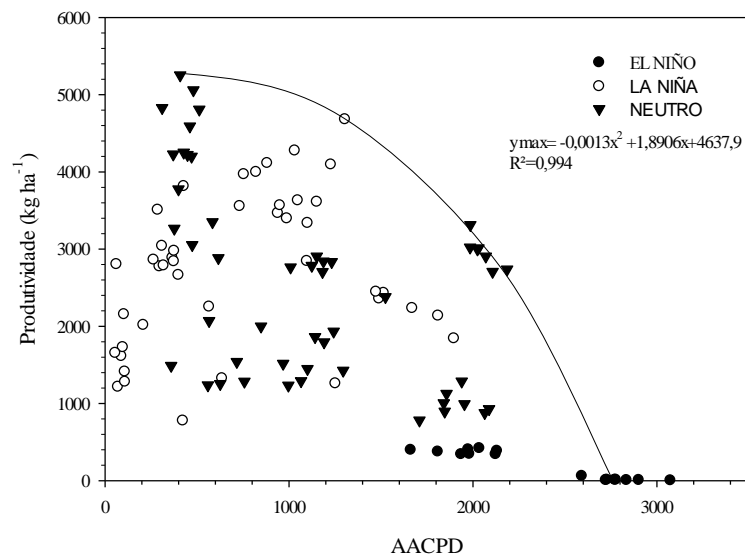
A análise conjunta dos dados dos 25 experimentos permitiu verificar também que existe uma relação quadrática entre a produtividade e a AACPD (Gráfico 3). A produtividade é próxima da máxima para a AACPD de zero até cerca de 400, e então, a medida que aumenta a AACPD ocorre diminuição na produtividade do girassol. A AACPD tem relação com o progresso da severidade da doença no tempo, como pode ser visualizado na fórmula utilizada para o seu cálculo, de acordo com Campbell e Madden (1990). Assim, como ocorre com a severidade, também se observa com a AACPD, com o aumento da AACPD ocorre uma diminuição da produtividade do girassol. O aumento de 100 valores adimensionais da AACPD, promove uma diminuição de cerca de  $34 \text{ kg ha}^{-1}$  na produtividade da cultura. De acordo com Leite et al.



(2006), quanto maior a AACPD menor produtividade do girassol, sob a infecção de mancha de alternária. Com relação a AACPD de manchas foliares de alternária e septória, está se apresentou maior em condições de anos de El Niño, resultados que vão ao encontro dos encontrados por Loose et al. (2012). Estes mesmos autores encontraram também relação direta da AACPD com a precipitação pluvial, isto é, quanto maior a precipitação maior a AACPD. Este resultados explicam porque a AACPD é maior em anos de influência do fenômeno El Niño, pois estes anos, na região Sul do Brasil, são caracterizados por chuvas acima da média histórica (FONTANA; BERLATO, 1997; IIZUMI, et al., 2014).

Há uma relação entre a severidade e a AACPD, ou seja, a medida que aumenta a severidade ocorrem acréscimos na AACPD. O maior valor de AACPD e severidade ocorrem na maioria dos casos em anos de El Niño e Neutro. Isto se deve ao favorecimento das doenças pela maior umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, que favorecem as epidemias e dispersão dos agentes patogênicos na área (AGRIOS, 2004a). Em experimento com girassol em que foi avaliada a mancha de alternária, verificou-se que quanto maior a severidade da doença maior a AACPD (LEITE et al., 2006).

Gráfico 3 – Produtividade do girassol em  $\text{kg ha}^{-1}$  em relação a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) da mancha de alternária e septória em anos de El Niño, La Niña e Neutro, obtida nos diferentes tratamentos nos 25 experimentos em Santa Maria, RS.



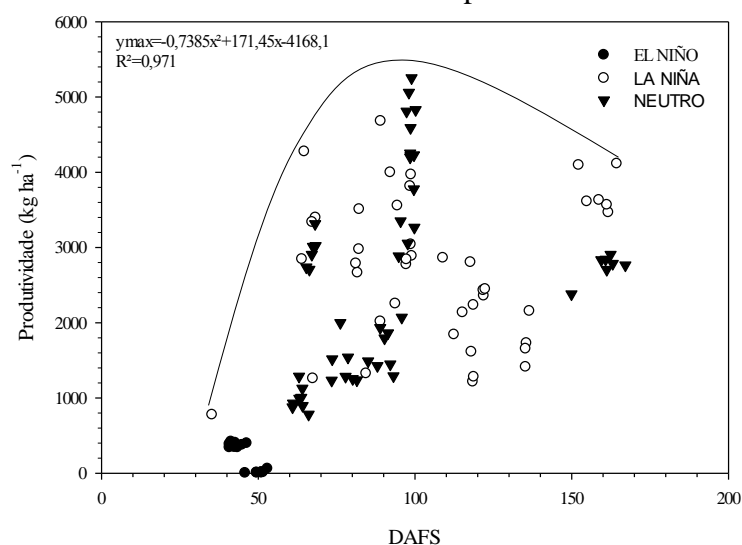
Fonte: Autora.

A relação entre a DAFS e a produtividade máxima do girassol pode ser representada por uma função quadrática (Gráfico 4). Há um ponto de máxima produtividade da cultura, que corresponde a uma DAFS de cerca de 100, sendo que ocorre um crescimento da produtividade

até 100 de DAFS, representada pela curva quadrática. Já para DAFS maior que 100 observa-se uma diminuição na produtividade. O aumento de produtividade com a DAFS até 100, provavelmente está relacionada a que valores de DAFS acima de 100 só ocorrem em anos mais secos, quando também o provável aumento do déficit hídrico contribui para a redução da área foliar e por consequência na produtividade máxima.

A DAFS é menor em anos de La Niña, o que se deve a precipitação pluvial menor em anos com este fenômeno. Assim, devido a uma menor umidade aliada a uma maior temperatura, tem-se o oposto do que geralmente se observa durante o fenômeno El Niño (FONTANA; BERLATO, 1997; IIZUMI et al., 2014). Como doenças fúngicas são favorecidas por condição de maior molhamento foliar (LEITE; AMORIM, 2002a), em anos de La Niña, as mesmas geralmente serão desfavorecidas. Leite et al. (2006), ao avaliarem a mancha de alternária no girassol, encontraram que quanto menor a DAFS menor a produtividade da cultura. Neste mesmo experimento também avaliaram a absorção da área foliar sadia (AAFS), encontrando produtividade máxima próximo a 100 de AAFS. Este resultado é similar ao encontrado para a DAFS no presente trabalho. Loose et al. (2012), encontraram que em anos de El Niño, a DAFS em função das manchas de alternária e septória, foi menor, resultado que está de acordo com o encontrado no atual trabalho, sendo que em épocas de semeadura mais tardias, a DAFS aumenta em relação as semeaduras mais precoces em anos de El Niño.

Gráfico 4 – Produtividade do girassol em  $\text{kg ha}^{-1}$  em relação a Duração da Área Foliar Sadia (DAFS) da mancha de alternária e septória em anos de El Niño, La Niña e Neutro, obtida nos diferentes tratamentos nos 25 experimentos em Santa Maria, RS.



Fonte: Autora.

A relação da severidade com a DAFS é inverso, ou seja, com o aumento da severidade da doença promove uma diminuição da DAFS. Para o cálculo da DAFS é necessário ter avaliação da severidade da doença e do IAF, assim quanto maior a severidade menor a DAFS. Como o girassol possui a grande área foliar e as folhas crescem de maneira rápida, à medida que a doença avança a área foliar também cresce por um período e com isto a DAFS não se altera até certo ponto, em severidades menores. Dessa forma, quando aumenta a severidade a DAFS diminui, pois a área foliar não aumenta na mesma proporção que a severidade.

O índice de área foliar (IAF), que varia com a área foliar da cultura, é considerado o responsável pela capacidade de produção de fotoassimilados e, assim, influencia a produtividade das culturas (TAIZ; ZAIGER, 2013). A severidade, por sua vez, promove uma diminuição da área foliar, pois leva a senescência prematura em condições de maior severidade, e com isto diminui a produtividade. Com o acréscimo da severidade ocorre uma diminuição no IAF<sub>máx</sub>, em decorrência da queda prematura das folhas, que resulta das mesmas apresentarem lesões cloróticas e necróticas que promovem a senescência de maneira mais rápida. De acordo com Martins et al. (2004), que avaliaram septoriose e crestamento foliar de cercospora em soja, a severidade maior que 66% levou a senescência mais rápida das folhas. Essa relação também depende de quando ocorre a incidência da doença. Quando a mesma ocorre nas fases iniciais, menor será a IAF<sub>máx</sub>, pois a severidade será maior e com isto a senescência ocorre de maneira precoce. Um IAF maior na cultura possibilita obter uma maior produtividade, a exemplo disso quando foi aplicada injúria foliar de 25%, 50%, 75% e 100% as plantas do girassol tenderam a apresentar produtividade decrescente, sendo o grau sim dependente do estágio fenológico da aplicação artificial da injúria (LUCAS, 2011).

#### 4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produtividade do girassol é reduzida em condição de severidade de dano por manchas foliares de alternária e septória maior que 24%, sendo que um acréscimo de 1% na severidade acima de 24% tende a reduzir a produtividade em 69 kg ha<sup>-1</sup>.

A produtividade de cipselas do girassol é afetadas negativamente pela AACPD e positivamente pela DAFS.

## 5 CONCLUSÕES GERAIS

Os resultados obtidos neste estudo comprovam que existe uma influência do molhamento foliar no desenvolvimento da mancha de septória no girassol. Quanto maior foi o molhamento foliar maior será a severidade da doença.

A severidade de mancha de septória em condições inoculadas de molhamento natural promove uma diminuição na produtividade da cultura na ordem de 70 a 95% em relação à produtividade média brasileira.

As variáveis meteorológicas utilizadas para modelar o desenvolvimento da severidade da mancha de septória, temperatura média diária do ar, umidade relativa média diária do ar e precipitação pluvial diária acumulada, foram adequadas e apresentaram um bom ajuste entre a severidade estimada pelo modelo e a severidade observada.

O modelo de crescimento que melhor explica o desenvolvimento da doença em diferentes condições de molhamento é o modelo logístico, sendo que o modelo de gompertz apresentou um bom ajuste semelhante. Porém, o ajuste do modelo de gompertz foi menor que o logístico no que se refere a explicar os modelos de crescimento da doença, para a maior parte dos molhamentos analisados.

A produtividade do girassol não é afetada até a severidade de manchas foliares de septória e alternária atingir 24% e após isto, um acréscimo de 1% na severidade promove uma redução de mais de um saco por hectare na produtividade do girassol.

A AACPD possui uma relação quadrática no que se refere a produtividade máxima, sendo que quanto maior a AACPD menor a produtividade do girassol.

A maior produtividade do girassol ocorre quando a cultura alcança 100 DAFS nas condições de cultivo de Santa Maria, enquanto valores acima ou abaixo diminuem a produtividade de grãos de girassol.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AGRIOS, G.N. Plant disease epidemiology. In: \_\_\_\_\_. **Plant Pathology**.5.ed. San Diego: Academic Press,2004a.cap.8, p.265-291.

AGRIOS, G.N. Plant Diseases caused by fungi. In: \_\_\_\_\_. **Plant Pathology**.5.ed. San Diego: Academic Press, 2004b.cap.8, p.460-463.

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 29 jul. 2016.

ALFENAS, A.C.; FERREIRA, F.A. Inoculação de Fungos Fitopatogênicos. In: ALFENAS, A.C.; MAFIA, R.G. **Métodos em fitopatologia**. Viçosa, 2007. cap. 5. p. 117-137.

ALLEN, S. J.; KOCHMAN, J. K.; BROWN, J. F. Losses in sunflower yield caused by *Alternaria helianthi* in Southern Queensland. **Animal Production Science**, [S.l.: s.n.] v. 21, n. 108, p. 98-100, 1981.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AMABILE, R. F.; VASCONCELOS, C. M.; GOMES, A. C. Severidade da mancha-de-alternária em cultivares de girassol na região do Cerrado do Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 03, p. 251-257, 2002.

AMORIM, L.; PASCHOLATI, S. F. Ciclo relação patógeno-hospedeiro. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos**. 4ed, v. 1, p. 704. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011.cap 4, p. 59-98.

ATLANTICÂ SEMENTES. **Girassol**. Disponível em: <<http://www.atlanticasementes.com.br/produtos/girassol/altis-99/>> Acesso em 29 jul. 2016.

AWAIS, M. et al. Nitrogen fertilization and narrow plant spacing stimulates sunflower productivity. **Turkish Journal Of Field Crops**, [S.l.: s.n.], v. 20, n. 1, p. 99-108, 2015.

BACKES, R. L. et al. Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de plantio de safrinha no Planalto Norte Catarinense. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.1, p.41-48, 2008.

BASF. **Nota de prensa**: BASF lanzael fungicida Comet para girassol. Aires, 2006, 2p. Disponível em: <[http://www.agro.basf.com.ar/images/12-06\\_comet\\_girasol.pdf](http://www.agro.basf.com.ar/images/12-06_comet_girasol.pdf)>. Acesso em: 28 out. 2014.

BEDENDO, I. P.; AMORIM, L. .Ambiente e doença. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos**. 4ed, v. 1, p. 704. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011.cap 7, p. 133-147.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. .Sistemas de previsão e avisos. In: AMORIM, L. , REZENDE, J. A. M. , BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos**. 4ed, v. 1, p. 704. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011. cap12, p. 389-407.

BERGAMIN FILHO, A. Curvas de progresso da doença. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. **Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos**. 3ed, v.1. São Paulo: Ceres, 1995. cap. 30, p.602-626.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. **El Niño e La Nina: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Ed UFRGS, 2002, p. 110.

BLOCK, C.C. Evaluation of wild Helianthus annuus for resistance to Septoria leaf blight. **Proceedings of the 27th Sunflower Research Workshop**, [S.l.: s.n.], Fargo, ND: 2005

BOSCO, L. C. **Sistema de previsão de ocorrência de requeima em clones de batata suscetíveis e resistentes**. 2008. 112 P. Dissertação (Mestrado Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2008.

BOSCO, L.C.et al. Sistema de previsão de ocorrência de requeima em clones de batata suscetíveis e resistentes. **Ciência Rural**, Santa Maria. v.39, p.1024-1031, 2009.

BROWN, J.; OGLE, H.; DALE, M. Disease management: general concepts. In: BROWN, J.; OGLE, H. **Plant pathogens and plant diseases**. Rockvale publications, Armidale, NSW, Australia, p.343-358, 1997.

CAMARGO, A. D.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de agrometeorologia**, Santa Maria. v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. Forecasting plant diseases. In: \_\_\_\_\_. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990. Cap.15, p.423-452.

CARSON, M. L. Effect of two foliar pathogens on seed yield of sunflower. **Plant Disease (EUA)**, 1987.

CASTRO, C. et al. **Cultura do girassol: tecnologia de produção**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1996. 19p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 67).

CASTRO, C.; FARIAS, J.R.B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R.M.V.B. de C. et al. **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 2005, p. 163-218.

CLIMATE PREDICTION CENTER. **Nacional Weather Service, Climate Prediction Center**. Disponível em:

<[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml)>. Acesso em 04 ago 2016.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre, 2004. 400 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries históricas. 2016**. Disponível em:

<[http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&&Pagina\\_objcmsconteudos=3#A\\_objcmsconteudos](http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos)>. Acesso em 02 dez 2016.

COSTA, V.C.A.; SILVA, F.N.; RIBEIRO, M.C.C. Efeito de épocas de semeadura na germinação e desenvolvimento em girassol (*Helianthus annuus L.*). **Revista Científica Rural**, Bagé. v. 5, p.154-158, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do girassol**.

Embrapa Soja, 2000. n. 1. Disponível em:

<<http://www.cnpso.embrapa.br/producaogirassol/index.htm>>. Acesso em: 15 jan. 2009 e 29 jul. 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do girassol**.

Embrapa Soja. 2014. Disponível em <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/girassol>>. Acesso em: 21 out. 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de**

**Classificação de Solos**. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. Brasília: Embrapa - SPI; Rio de Janeiro: Embrapa - Solos, 2006. 306 p.

FAGUNDES, J. D. et al. Crescimento, desenvolvimento e retardamento da senescência foliar em girassol de vaso (*Helianthus annuus L.*): efeito de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p.987-993, 2007.

FAOSTAT. **Food and agriculture organization of the united nations statistics division**.

Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/E>>. Acesso em: 11 ago. 2016.

FERNANDES, M.R. **Manual para laboratório de fitopatologia**. Passo Fundo – RS:

EMATER – CNPT, p. 128. 1993.

FONTANA, D.C.; BERLATO, M.A. Influência do El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a precipitação do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, p.127-132, 1997.

GÉZA, F. et al. **A szántóföldi növények betegségei**. 1995. Disponível em:

<[https://www.google.com.br/url?sa=t&rc=tj&q=&esrc=s&source=web&cd=31&cad=rja&uact=8&ved=0CEkQFjAKOBRqFQoTCJ2\\_xu\\_t1sgCFcKPkAodTF8EIQ&url=http%3A%2F%2Fwww.tankonyvtar.hu%2Fhu%2Ftartalom%2Ftamop425%2F2011\\_0001\\_521\\_A\\_szantofoldi\\_novenyek\\_betegsegei%2F2011\\_0001\\_521\\_A\\_szantofoldi\\_novenyek\\_betegsegei.docx&usq=AFQjCNEjVcJGu98Upz3LzwoD\\_4fly1sG9Q&sig2=JKepcK6o0OAH3hunP69uKg&bvm=bv.105814755,d.Y2I](https://www.google.com.br/url?sa=t&rc=tj&q=&esrc=s&source=web&cd=31&cad=rja&uact=8&ved=0CEkQFjAKOBRqFQoTCJ2_xu_t1sgCFcKPkAodTF8EIQ&url=http%3A%2F%2Fwww.tankonyvtar.hu%2Fhu%2Ftartalom%2Ftamop425%2F2011_0001_521_A_szantofoldi_novenyek_betegsegei%2F2011_0001_521_A_szantofoldi_novenyek_betegsegei.docx&usq=AFQjCNEjVcJGu98Upz3LzwoD_4fly1sG9Q&sig2=JKepcK6o0OAH3hunP69uKg&bvm=bv.105814755,d.Y2I)> Acesso em 22 out. 2015.

GILLESPIE, T. J.; SENTELHAS, P. C. Agrometeorology and plant disease management: a happy marriage. **Scientia Agricola**, Piracicaba. v. 65, n. SPE, p. 71-75, 2008.

GOMES, E. M. **Parâmetros básicos para irrigação sistemática do girassol (*Helianthus annuus L.*)**. 2005. 99 p. Tese de doutorado (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2005.



- GOMES, E. P. et al. Desenvolvimento e produtividade do girassol sob lâminas de irrigação em semeadura direta na região do Arenito Caiuá, Estado do Paraná. **Irriga**, Botucatu. v. 15, n. 4, p. 373, 2010.
- GOMPERTZ, B. On the nature of the function expressive of the law of human mortality. **Philos. Trans. R. Soc. London**. [S.l.: s.n.], v. 36, p. 513-585, 1825.
- GONZÁLEZ, J. et al. Ensayos “multiambientales” en el centro y norte de Buenos Aires. In: **Congreso Argentino de Girasol**. 2014, 27 de mayo de 2014. Buenos Aires. AR. 2014.
- GOUACHE, D. et al. Modelling climate change impact on *Septoria tritici* blotch (STB) in France: accounting for climate model and disease model uncertainty. **Agricultural and forest meteorology**, [S.l.: s.n.], v. 170, p. 242-252, 2013.
- GUSE, F. I. **Produtividade, severidade de mancha de Alternária e deficiência hídrica em diferentes épocas de semeadura do girassol em Santa Maria - RS**. 2009. 50 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2009.
- HAMID, M.; JALALUDIN, M. A new report of *Septoria helianthi* leaf spot of sunflower from sindh. **Pakistan Journal of Botany**. [S.l.: s.n.], v. 9, p. 659, 2007.
- HINNAH, F. D. **Análise numérica de risco de ocorrência de mancha de alternária e septória em girassol para diferentes datas de semeadura, em Santa Maria - RS**. 2014. 83 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2014.
- HELDWEIN, A.B. **Ermittlung der taubenetzung von pflanzenbeständen durch anwendung mikrometeorologischer verfahren sowie mittels konventioneller methoden**. 1993. 206 p. Tese de Doutorado. Fachbereich Internationale Agrarentwicklung. Technische Universität Berlin, Berlin, GER, 1993.
- HELDWEIN, A.B. Alerta Fitossanitário. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA: Agrometeorologia, Monitoramento Ambiental e Agricultura Sustentável. **Suplemento dos Anais ... / Mesas Redondas**, Piracicaba, p. 63-77, 1997.
- HELDWEIN, A. B. Princípios para implementar alertas agrometeorológicos fitossanitários. In: SIMPÓSIO DE MELHORAMENTO GENÉTICO E PREVISÃO DE EPÍFITIAS EM BATATA, 2006. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2006. p. 56-89.
- HELDWEIN, A. B. et al. Princípios para implementar alertas agrometeorológicos e fitossanitários. In: CARLESSO, R. et al. **Usos e benefícios da coleta automática de dados meteorológicos na agricultura**. Santa Maria: EDUFSM, 2007, p.115-134.
- HUBER, L.; GILLESPIE, T.J. Modeling leaf wetness in relation to plant disease epidemiology. **Annual Review of Phytopathology**, v.30, p.553-577, 1992.
- IBGE. **Produção agrícola mundial: Culturas temporárias e permanentes**. 2013. Disponível em: <[http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam\\_2013\\_v40\\_br.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2013_v40_br.pdf)>. Acesso em 11 ago. 2015.

IZUMI, T. et al. Impacts of El Niño Southern Oscillation on the global yields of major crops. **Nature communications**, [S.l.: s.n.], v. 5, 2014.

INDEX FUNGORUM. Disponível em:

<<http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=204004>>. Acesso em 29 out. 2016.

INTA. **Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria**. Informe fitossanitário del cultivo de girasol - Campaña agrícola 2011. Disponível em: <[http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-informe\\_fitosanitario\\_girasol\\_n1.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-informe_fitosanitario_girasol_n1.pdf)>. Acesso em 13 ago. 2015.

LAZZARO, N.; FACUNDO, Q. **Enfermedades foliares de Fin de Ciclo (EFC) em el cultivo de girasol**. 2014 Disponível em:

<[http://www.syngentaenvivo.com.ar/2014/manual/files/girasol\\_enfermedades.htm](http://www.syngentaenvivo.com.ar/2014/manual/files/girasol_enfermedades.htm)>. Acesso em: 02 dez de 2016.

LEITE, R.M.V.B.C. **Doenças do girassol**. Londrina: Centro Nacional de Pesquisa do Solo. EMBRAPA, Circular técnica 19, 1997, 68p.

LEITE, R.M.V.B.C. Manejo de doenças do girassol. In: LEITE, R.M.V.B.C., BRIGHENTI, A.M., CASTRO, C. d. **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA/CNPSoja, p. 501-546, 2005.

LEITE, R.M.V.B.C.; AMORIM, L. Influência da temperatura e do molhamento foliar no monociclo da mancha de alternária em girassol. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 193-200, 2002a.

LEITE, R. M. V. B. C.; AMORIM, L. Elaboração e validação de escala diagramática para mancha de alternária em girassol. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.28, p.14-19, 2002b.

LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005.

LEITE, R. M. V. B. C.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Relationships of disease and leaf area variables with yield in the *Alternaria helianthi*–sunflower pathosystem. **Plant pathology**, [S.l.: s.n.], v. 55, n. 1, p. 73-81, 2006.

LEITE, R.M.V.B.C. et al. Indicações para o cultivo de girassol nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 4p. (**Comunicado Técnico, 78**)

LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H.; COELHO, H. A. Efeito da adubação nitrogenada na produtividade do girassol. **Científica**, [S.l.: s.n.], v. 40, n. 1, p. 59-68, 2012.

LOOSE, L.H. et al. Severidade de ocorrência das manchas de alternária e septoriose em girassol semeado em diferentes épocas no Rio Grande do Sul. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 2, p.282-289, 2012.

- LOOSE, L. H. **Respostas agronômicas e morfológicas do girassol ao déficit e excesso hídrico em dois solos.** 2016. 166 p. Tese (Doutorado em Agronomia)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2016
- LUCAS, D. D. P.. **Risco de ocorrência de excesso hídrico para a cultura do girassol na região central do Rio Grande do Sul.** 2014. 100 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2014.
- LUCAS, D. D. P. et al. Excedente hídrico em diferentes solos e épocas de semeadura do girassol no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.50, n.6, p.431-440, jun. 2015. DOI: 10.1590/S0100-204X2015000600001
- MADDEN, L.V.; PENNYPACKER, S. P.; MACNAB, A.A. FAST: a forecast system for *Alternaria solani* on tomato. **Phytopathology**, [S.l.: s.n.], v.68, p.1354-1358, 1978.
- MALDANER, I. C. **Irrigação e aplicação de fungicida na ocorrência de doenças e produtividade do girassol.** 2009. 93 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2009.
- MALDANER, I. C. et al. Primeiro relato de *Septoria helianthi* em girassol no Brasil. In: Reunião Nacional da Pesquisa do Girassol, 18, 2009, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p. 282-287. 2009a.
- MALDANER et al. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1356-1361, ago. 2009b.
- MALDANER, R. L. et al. Estimativa da temperatura base da emergência - início da antese em girassol. In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 26, Santa Maria, **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2011. 1 CD-ROM.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anuário estatístico da agroenergia: statistical year book of agrienergy 2014.** Secretaria de Produção e Agroenergia. Bilingue. – Brasília: MAPA/ACS, 2015.205 p.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento Agrícola para a cultura de girassol no Estado do Rio Grande do Sul, ano-safra 2015/2016.** Portaria nº 117, de 31 de julho de 2015. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Politica\\_Agricola/Portarias/PORT-N-117-GIRASSOL-RS.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Politica_Agricola/Portarias/PORT-N-117-GIRASSOL-RS.pdf)>.
- MARTINS, M. C. et al. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília. v. 29, p.179-184. 2004.
- MASIREVIC, S. Proposed methodologies for inoculation of sunflower with *Alternaria helianthi* and for disease assessment. ILIESCU, H. **Proposed methodologies for inoculation of sunflower with different pathogens and for disease assessment.** Bucharest: FAO European Research Network on Sunflower, p. 25-28, 1995.

MCMULLEN, M. P.; LAMEY, H. A. **Symptoms and controls crop diseases**. 1997. Disponível em: <<https://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/crops/pp533.pdf>> . Acesso em: 21 out. 2015.

MOREIRA, M. A. B. et al. Ocorrência de doenças fúngicas associadas a diferentes genótipos de girassol no estado do Rio Grande do Norte. In: Reunião Nacional da Pesquisa do Girassol, 18, 2009, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. p. 317-323.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

PEREIRA, R. B; CARVALHO, A. D. F.; PINHEIRO, J. B. **Recomendações para o manejo da septoríose em tomateiro**. Embrapa Hortaliças, Brasília. Comunicado Técnico 96. 2013.

PETROV, M.; ARSENJEVIC, M. Septoria leaf speck, a new disease of sunflower, caused by *Septoria helianthina* sp. **Journal of phytopathology**, v. 144, n. 7-8, p. 337-346, 1996.

POVERENE, M.; CANTAMUTTO, M.; SEILER, G. J. Ecological characterization of wild *Helianthus annuus* and *Helianthus petiolaris* germplasm in Argentina. **Plant Genetic Resources**, [S.1.: s.n.], v. 7, n. 01, p. 42-49, 2009.

RADONS, S. Z. et al. Chuva, irrigação e severidade de ocorrência de mancha de septória em girassol. In: Reunião Nacional de Pesquisa De Girassol, 18.; Simposio Sobre a Cultura de Girassol, 6., 2009. **Anais...** Pelotas, 2009. p. 317-323.

RADONS, S. Z. **Severidade de ocorrência de mancha de septória e produtividade do girassol irrigado**. 2010. 66 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2010.

REIS, A. **Patogenicidade de isolados de *Septoria lycopersici* e resistência de espécie de *Solanum***. Embrapa Hortaliças, Brasília. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 70. 2010. 16 p.

REIS, E. M.; WORDELL FILHO, J. A. Previsão de doenças de plantas. In: REIS, E. M. **Previsão de doenças de plantas**. 2004. Passo Fundo: UPF. cap.3, p.67-99.

RIBEIRO, I. J. O.; PARADELA FILHO, O.; SOAVE, J.; CORVELLINI, G. S. Ocorrência de *Alternaria helianthi* (Hansf.) Tubaki & Nishihara sobre girassol. **Bragantia**, Campinas, v. 33, p. 81-85. 1974.

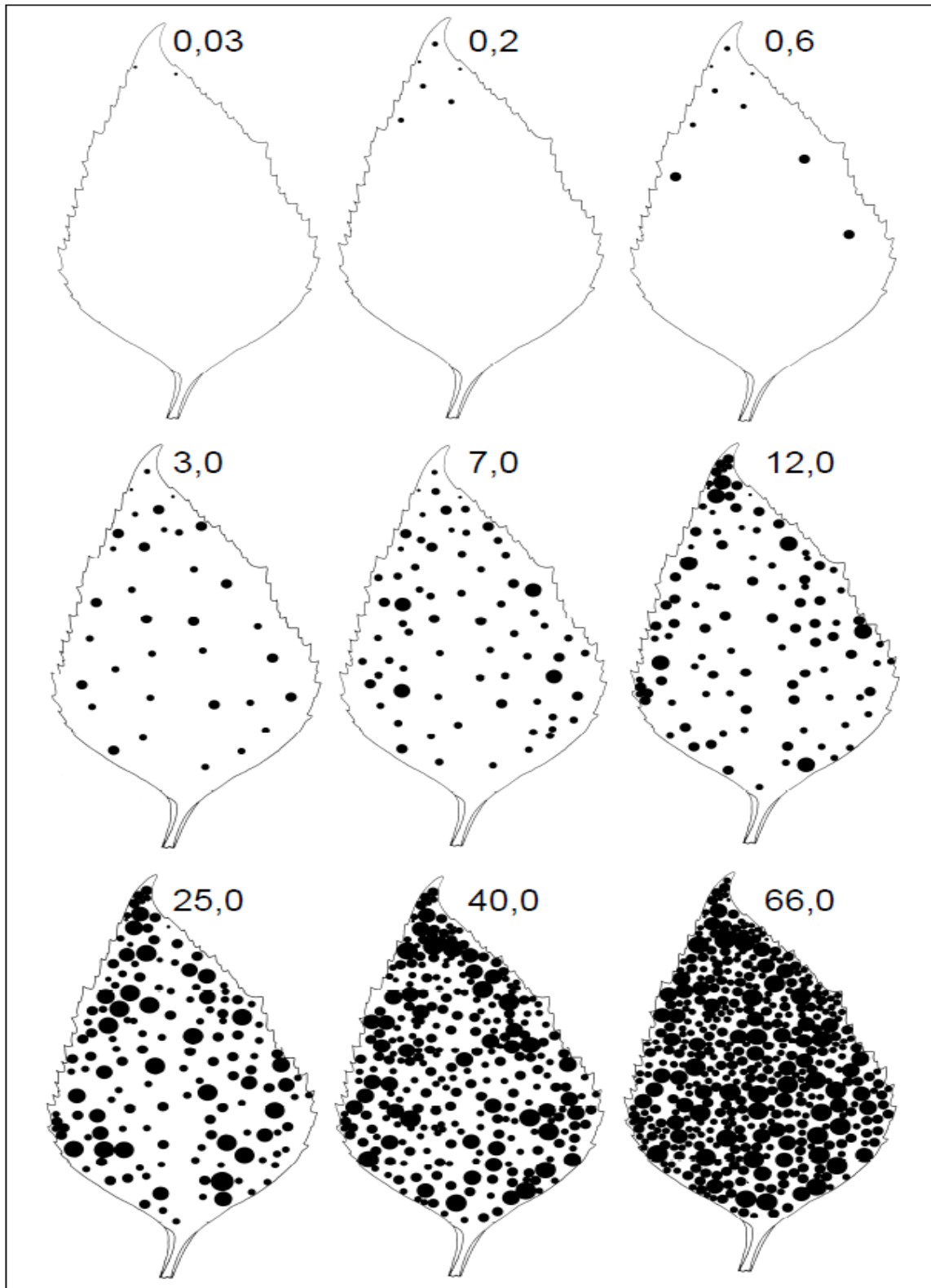
ROBESON, D. J.; STROBEL, G. A. The influence of plant extracts on phytotoxin production and growth rate of *Alternaria helianthi*. **Journal of phytopathology**, [S.1.: s.n.], v. 117, n. 3, p. 265-269, 1986.

SANDRI, M. A. et al. High density of defoliated tomato plants in protected cultivation and its effects on development of trusses and fruits. **Horticultura Brasileira**, Brasília. v. 20, n. 3, p. 485-489, 2002.

- SANGOI, L.; KRUSE, N.D. Comportamento de cultivares de girassol em diferentes épocas de semeadura no planalto catarinense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.1, p.81-91, 1993.
- SCHNEITER, A.A.; MILLER, J.F. Description of Sunflower growth stages. **Crop Science**. Madison, v. 21, p. 901-903, 1981.
- SENTELHAS, P. C. et al. Aspectos climáticos relacionados à ocorrência da mancha de alternária em cultivares de girassol. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília. v. 21, p.464-469. 1996.
- SENTELHAS, P. C. **Duração do período de molhamento foliar: aspectos operacionais da sua medida, variabilidade espacial em diferentes culturas e sua estimativa a partir do modelo de Penman-Monteith**. 2004. 162 p. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba, SP, 2004.
- STRAND, J. F. Some agrometeorological aspects of pest and disease management for the 21st century. **Agricultural and Forest Meteorology**, [S.l.: s.n.] v. 103, n. 1, p. 73-82, 2000.
- STRECK, L. **Determinação da duração do período de molhamento foliar em cultivos de batata**. 2006. 107 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2006.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. p. 918.
- TOSI, L.; ZAZZERINI, A. *Alternaria helianthi*-a new sunflower parasite in Italy. **Informatore Fitopatologico**, [S.l.: s.n.], v. 41, n. 4, p. 54-58, 1991.
- TRENTIN, G. **Avaliação de Sistemas de previsão de ocorrência de *Phytophthora infestans* em batata**. 2006, 100 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2006.
- UNGARO, M. R. G. et al. Girassol. In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. 1. ed. Brasília: INMET.2009. p. 203-220.
- UNGER, P. W. Sunflower. In: STEWART, B.A.; NIELSEN, D.R. (Ed.) **Irrigation of agricultural crops**. Agronomy 30, Madison: ASA, p. 775-794, 1990.
- VANDERPLANK, J. E. **Plant diseases: epidemics and control**. New York: Academic Press, 1963. 349 p.
- VERHULST, P. F. Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement. **Quetelet**, [S.l.: s.n.], v. 10, p. 113-121, 1838.
- VIANA, P. T. et al. Fracionamento de carboidratos e de proteína das silagens de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v. 41, n. 2, p. 292-297, 2012.
- ZIMMER, D. E.; HOES, J.A. Diseases. In: CARTER, J.F. ed. **Sunflower science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 1978. p.225-262.

## ANEXO

**ANEXO A – ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA AVALIAÇÃO DA MANCHA DE ALTERNÁRIA EM GIRASSOL. VALORES EM PORCENTAGEM DA ÁREA FOLIAR COM SINTOMAS (LESÕES NECRÓTICAS E HALO CLORÓTICO) (LEITE; AMORIM, 2002b).**



## APÊNDICES

**APÊNDICE A – DIAS APÓS A INOCULAÇÃO (DAI) E DURAÇÃO DO MOLHAMENTO FOLIAR COM O USO DE UMIDADE RELATIVA DO AR  $\geq$  86% PARA AVALIAR A DURAÇÃO DO MOLHAMENTO FOLIAR NATURAL (0H), E MOLHAMENTO ARTIFICIAL DE 8 HORAS (8H), 12 (12H), 16 (16H), 20 (20H), 24 (24H), 28 (28H) E 32 HORAS (32H), PARA O EXPERIMENTO DE NOVEMBRO NO GIRASSOL, EM SANTA MARIA, RS.**

DAI	MN	8h	12h	16h	20h	24h	28h	32h
26/01/2016	19	19	19	19	19	19	19	19
27/01/2016	10	10	10	14	18	22	24	24
28/01/2016	0	0	0	0	0	0	2	6
29/01/2016	2	2	2	2	2	2	2	2
30/01/2016	4	4	4	4	4	4	4	4
31/01/2016	5	5	5	9	13	17	19	19
01/02/2016	0	0	0	0	0	0	2	6
02/02/2016	0	0	0	0	0	0	0	0
03/02/2016	11	11	11	11	11	11	11	11
04/02/2016	12	12	12	12	12	12	12	12
05/02/2016	1	1	1	6	10	14	15	15
06/02/2016	11	11	11	11	11	11	11	11
07/02/2016	0	0	0	0	0	0	0	0
08/02/2016	1	1	1	1	1	1	1	1
09/02/2016	24	24	24	24	24	24	24	24
10/02/2016	13	13	13	13	13	13	13	13
11/02/2016	4	4	4	4	4	4	4	4
12/02/2016	0	0	0	0	0	0	0	0
13/02/2016	3	3	3	3	3	3	3	3
14/02/2016	0	0	0	0	0	0	0	0
15/02/2016	16	16	16	16	16	16	16	16
16/02/2016	18	18	18	18	18	18	18	18
17/02/2016	11	11	11	11	11	11	11	11
18/02/2016	12	12	12	12	12	12	12	12
19/02/2016	17	17	17	17	17	17	17	17
20/02/2016	11	11	11	11	11	11	11	11
21/02/2016	11	11	11	11	11	11	11	11
22/02/2016	8	8	8	8	8	8	8	8
23/02/2016	11	11	11	11	11	11	11	11
24/02/2016	4	4	4	4	4	4	4	4
25/02/2016	9	9	9	9	9	9	9	9
26/02/2016	12	12	12	12	12	12	12	12
27/02/2016	10	10	10	10	10	10	10	10
28/02/2016	11	11	11	11	11	11	11	11
29/02/2016	10	10	10	10	10	10	10	10
01/03/2016	0	0	0	0	0	0	0	0
02/03/2016	9	9	9	9	9	9	9	9
03/03/2016	22	22	22	22	22	22	22	22
04/03/2016	16	16	16	16	16	16	16	16
05/03/2016	11	11	11	11	11	11	11	11
06/03/2016	8	8	8	8	8	8	8	8
07/03/2016	8	8	8	8	8	8	8	8
08/03/2016	0	0	0	0	0	0	0	0
09/03/2016	10	10	10	10	10	10	10	10
10/03/2016	3	3	3	3	3	3	3	3
11/03/2016	1	1	1	1	1	1	1	1
12/03/2016	0	0	0	0	0	0	0	0
13/03/2016	0	0	0	0	0	0	0	0
14/03/2016	3	3	3	3	3	3	3	3
15/03/2016	16	16	16	16	16	16	16	16
16/03/2016	17	17	17	17	17	17	17	17
<b>Total geral</b>	<b>415</b>	<b>415</b>	<b>415</b>	<b>428</b>	<b>440</b>	<b>452</b>	<b>461</b>	<b>469</b>

**APÊNDICE B – DIAS APÓS A INOCULAÇÃO (DAI) E DURAÇÃO DO MOLHAMENTO FOLIAR COM O USO DE UMIDADE RELATIVA DO AR  $\geq$  86% PARA AVALIAR A DURAÇÃO DO MOLHAMENTO FOLIAR NATURAL (0H), E MOLHAMENTO ARTIFICIAL DE 8 HORAS (8H), 12 (12H), 16 (16H), 20 (20H), 24 (24H), 28 (28H) E 32 HORAS (32H), PARA O EXPERIMENTO DE JANEIRO NO GIRASSOL, EM SANTA MARIA, RS.**

DAI	0h	8h	12h	16h	20h	24h	28h	32h
11/03/2015	1	3	3	3	3	3	3	3
12/03/2015	0	5	9	13	17	21	24	24
13/03/2015	0	0	0	0	0	0	1	5
14/03/2015	3	3	3	3	3	3	3	3
15/03/2015	16	16	16	16	16	16	16	16
16/03/2015	17	17	17	17	17	17	17	17
17/03/2015	13	13	14	15	15	15	15	15
18/03/2015	2	2	2	2	21	21	21	21
19/03/2015	24	24	24	24	24	24	24	24
20/03/2015	24	24	24	24	24	24	24	24
21/03/2015	17	17	17	17	17	17	17	17
22/03/2015	16	16	16	16	16	16	16	16
23/03/2015	13	13	13	13	13	13	13	13
24/03/2015	0	0	0	0	0	0	0	0
25/03/2015	15	15	15	15	15	15	15	15
26/03/2015	16	16	16	16	16	16	16	16
27/03/2015	3	3	3	3	3	3	3	3
28/03/2015	3	3	3	3	3	3	3	3
29/03/2015	13	13	13	13	13	13	13	13
30/03/2015	12	12	12	12	12	12	12	12
31/03/2015	16	16	16	16	16	16	16	16
01/04/2015	14	14	14	14	14	14	14	14
02/04/2015	20	20	20	20	20	20	20	20
03/04/2015	16	16	16	16	16	16	16	16
04/04/2015	12	12	12	12	12	12	12	12
05/04/2015	0	0	0	0	0	0	0	0
06/04/2015	3	3	3	3	3	3	3	3
07/04/2015	0	0	0	0	0	0	0	0
08/04/2015	13	13	13	13	13	13	13	13
09/04/2015	24	24	24	24	24	24	24	24
10/04/2015	21	21	21	21	21	21	21	21
11/04/2015	24	24	24	24	24	24	24	24
12/04/2015	24	24	24	24	24	24	24	24
13/04/2015	24	24	24	24	24	24	24	24
14/04/2015	18	18	18	18	18	18	18	18
15/04/2015	10	10	10	10	10	10	10	10
16/04/2015	0	0	0	0	0	0	0	0
17/04/2015	0	0	0	0	0	0	0	0
18/04/2015	3	3	3	3	3	3	3	3
19/04/2015	7	7	7	7	7	7	7	7
20/04/2015	2	2	2	2	2	2	2	2
21/04/2015	7	7	7	7	7	7	7	7
22/04/2015	9	9	9	9	9	9	9	9
23/04/2015	14	14	14	14	14	14	14	14
24/04/2015	11	11	11	11	11	11	11	11
25/04/2015	18	18	18	18	18	18	18	18
26/04/2015	13	13	13	13	13	13	13	13
27/04/2015	0	0	0	0	0	0	0	0
28/04/2015	0	0	0	0	0	0	0	0
29/04/2015	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total geral</b>	<b>531</b>	<b>538</b>	<b>543</b>	<b>548</b>	<b>571</b>	<b>575</b>	<b>579</b>	<b>583</b>



**APÊNDICE C – RESUMO PARA A ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL SEVERIDADE PARA O EXPERIMENTO DE NOVEMBRO (1) E JANEIRO (2) NO GIRASSOL, EM SANTA MARIA, RS.**

Causa de Variação	GL	QM (1)	Pr>F(1)	QM (2)	Pr>F (2)
1° Grau	1	295,072	0*	168,644	0,030*
2° Grau	1	11,439	0,334 <sup>ns</sup>	0,876	0,869 <sup>ns</sup>
3° Grau	1	0,646	0,817 <sup>ns</sup>	24,586	0,386 <sup>ns</sup>
Exponencial – exp(x)	1	0,436	0,849 <sup>ns</sup>	38,687	0,279 <sup>ns</sup>
Exponencial – exp(-(x <sup>2</sup> )/2)	1	41,808	0,071 <sup>ns</sup>	1,883	0,809 <sup>ns</sup>
Desvio	2	8,278	0,504 <sup>ns</sup>	8,083	0,776 <sup>ns</sup>
Erro	24	11,748		31,439	

\*Variável significativa em nível de 5% de significância. <sup>ns</sup> Variável não significativa em nível de 5% de significância.

**APÊNDICE D – RESUMO PARA A ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL ÁREA ABAIXO DA CURVA DE PROGRESSO DA DOENÇA (AACD) PARA O EXPERIMENTO DE NOVEMBRO (1) E JANEIRO (2) NO GIRASSOL, EM SANTA MARIA, RS.**

Causa de Variação	GL	QM (1)	Pr>F (1)	QM (2)	Pr>F (2)
1° Grau	1	562508,212	0*	440862,178	0,030*
2° Grau	1	20630,470	0,352 <sup>ns</sup>	1808,545	0,883 <sup>ns</sup>
3° Grau	1	1027,1435	0,834 <sup>ns</sup>	64467,684	0,384 <sup>ns</sup>
Exponencial – exp(x)	1	733,286	0,860 <sup>ns</sup>	100317,324	0,280 <sup>ns</sup>
Exponencial – exp(-(x <sup>2</sup> )/2)	1	79572,496	0,075 <sup>ns</sup>	5418,842	0,799 <sup>ns</sup>
Desvio	2	17208,826	0,483 <sup>ns</sup>	21361,308	0,772 <sup>ns</sup>
Erro	24	22928,652		81711,986	

\*Variável significativa em nível de 5% de significância. <sup>ns</sup> Variável não significativa em nível de 5% de significância.

**APÊNDICE E – RESUMO PARA A ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL DURAÇÃO DA ÁREA FOLIAR SADIA (DAFS) PARA O EXPERIMENTO DE NOVEMBRO (1) E JANEIRO (2) NO GIRASSOL, EM SANTA MARIA, RS.**

Causa de Variação	GL	QM (1)	Pr>F (1)	QM (2)	Pr>F (2)
1° Grau	1	93,583	0*	123,184	0,014*
2° Grau	1	1,770	0,467 <sup>ns</sup>	0,470	0,870 <sup>ns</sup>
3° Grau	1	0,177	0,817 <sup>ns</sup>	26,465	0,229 <sup>ns</sup>
Exponencial – exp(x)	1	0,054	0,898 <sup>ns</sup>	24,435	0,247 <sup>ns</sup>
Exponencial – exp(-(x <sup>2</sup> )/2)	1	9,092	0,107 <sup>ns</sup>	0,916	0,820 <sup>ns</sup>
Desvio	2	2,117	0,529 <sup>ns</sup>	6,052	0,708 <sup>ns</sup>
Erro	24	3,238			

\*Variável significativa em nível de 5% de significância. <sup>ns</sup> Variável não significativa em nível de 5% de significância.

**APÊNDICE F – RESUMO PARA A ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL PESO DE 1000 GRÃOS PARA O EXPERIMENTO DE NOVEMBRO (1) E JANEIRO (2) NO GIRASSOL, EM SANTA MARIA, RS.**

Causa de Variação	GL	QM (1)	Pr>F (1)	QM (2)	Pr>F (2)
1° Grau	1	150,986	0,337 <sup>ns</sup>	207,269	0,371 <sup>ns</sup>
2 ° Grau	1	4,616	0,866 <sup>ns</sup>	52,539	0,650 <sup>ns</sup>
3° Grau	1	20,239	0,723 <sup>ns</sup>	649,790	0,119 <sup>ns</sup>
Exponencial	1	6,269	0,844 <sup>ns</sup>	38,674	0,697 <sup>ns</sup>
Exponencial $\exp(-(x^2)/2)$	1	0,515	0,955 <sup>ns</sup>	10,921	0,836 <sup>ns</sup>
Desvio	2	62,189	0,678 <sup>ns</sup>	31,333	0,882 <sup>ns</sup>
Erro	24	157,559		249,245	

<sup>ns</sup>Variável não significativa em nível de 5% de significância.

**APÊNDICE G – RESUMO PARA A ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL PRODUTIVIDADE PARA O EXPERIMENTO DE NOVEMBRO (1) E JANEIRO (2) NO GIRASSOL, EM SANTA MARIA, RS.**

Causa de Variação	GL	QM (1)	Pr>F (1)	QM (2)	Pr>F (2)
1° Grau	1	102,87	0,888 <sup>ns</sup>	4702,456	0,025*
2 ° Grau	1	18,09	0,953 <sup>ns</sup>	3439,023	0,050*
3° Grau	1	8180,13	0,215 <sup>ns</sup>	1605,506	0,176 <sup>ns</sup>
Exponencial – exp(x)	1	4854,79	0,337 <sup>ns</sup>	1,319	0,968 <sup>ns</sup>
Exponencial – exp(-(x <sup>2</sup> )/2))	1	7813,30	0,226 <sup>ns</sup>	7,997	0,922 <sup>ns</sup>
Desvio	2	2294,83	0,640 <sup>ns</sup>	1,839	0,998 <sup>ns</sup>
Erro	24	5048,70		826,980	

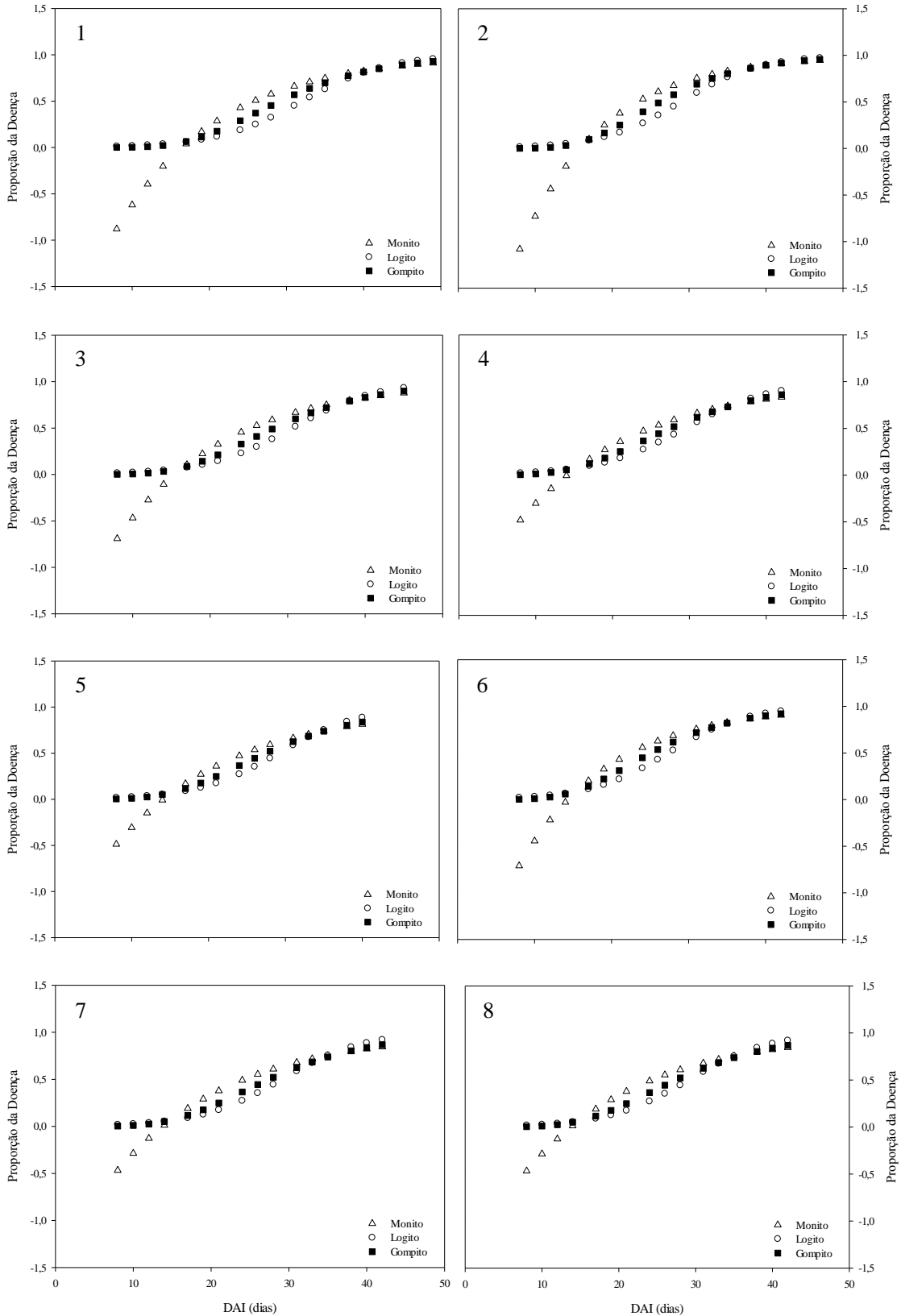
\*Variável significativa em nível de 5% de significância. <sup>ns</sup>Variável não significativa em nível de 5% de significância.

**APÊNDICE H – RESUMO PARA A ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL DIÂMETRO DE CAPITULO PARA O EXPERIMENTO DE NOVEMBRO (1) E JANEIRO (2) NO GIRASSOL, EM SANTA MARIA, RS.**

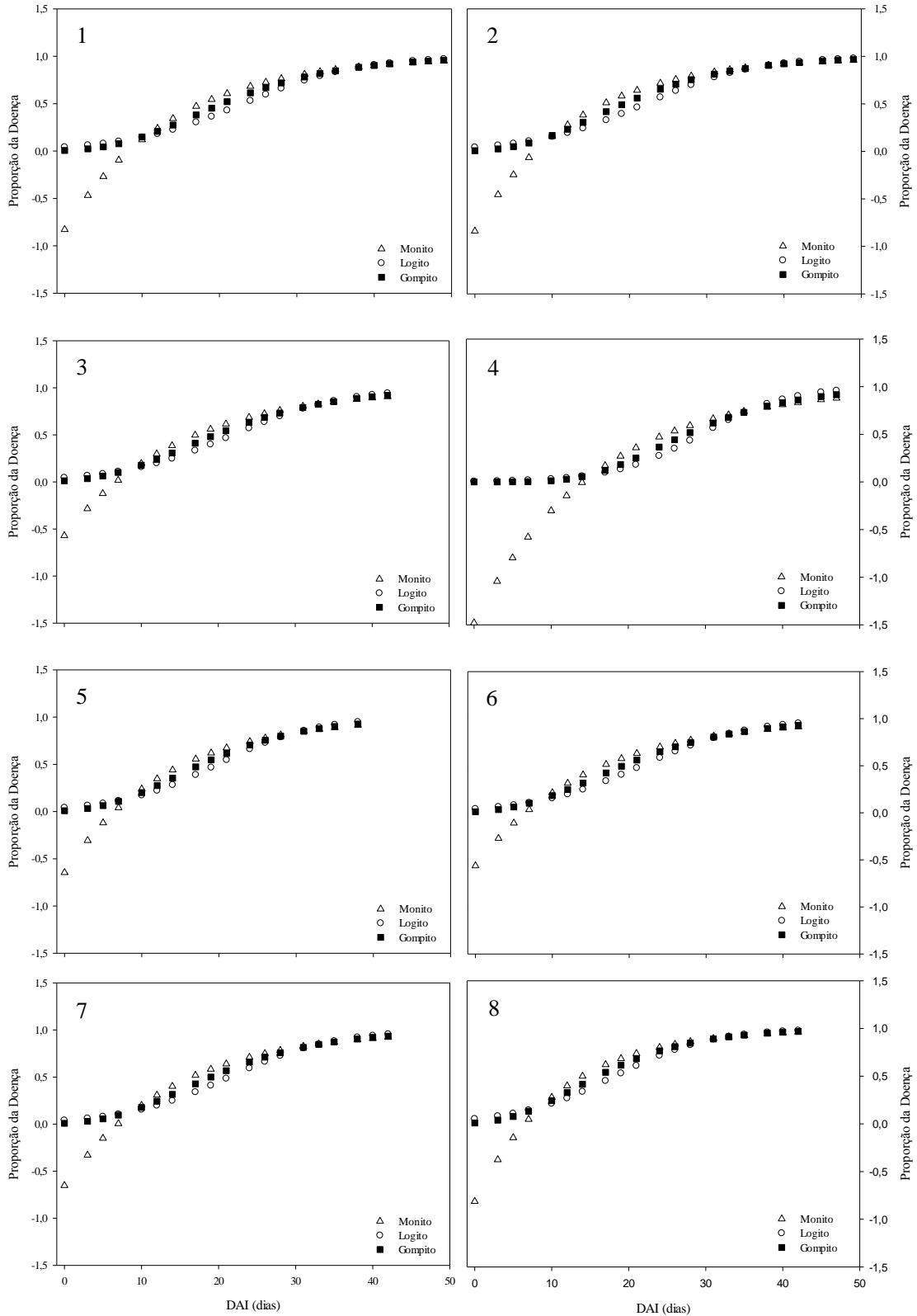
Causa de Variação	GL	QM (1)	Pr>F (1)	QM (2)	Pr>F (2)
1° Grau	1	0,356	0,776 <sup>ns</sup>	12,968	0,218 <sup>ns</sup>
2 ° Grau	1	1,466	0,565 <sup>ns</sup>	0,481	0,810 <sup>ns</sup>
3° Grau	1	1,862	0,517 <sup>ns</sup>	19,713	0,132 <sup>ns</sup>
Exponencial – exp(x)	1	13,508	0,089 <sup>ns</sup>	1,975	0,626 <sup>ns</sup>
Exponencial – exp $(-x^2)/2$	1	1,206	0,601 <sup>ns</sup>	0,767	0,761 <sup>ns</sup>
Desvio	2	5,125	0,322 <sup>ns</sup>	0,897	0,896 <sup>ns</sup>
Erro	24	4,307		8,102	

<sup>ns</sup>Variável não significativa em nível de 5% de significância.

**APÊNDICE I – DADOS DO MODELO DE CRESCIMENTO DE DOENÇA, MONITO, LOGITO E GOMPITO, POR MOLHAMENTO FOLIAR, MOLHAMENTO NATURAL (1), MOLHAMENTO ARTIFICIAL DE 8 HORAS (2), MOLHAMENTO DE 12H (3), 16 (4), 20H (5), 24H (6), 28H (7) E 32 HORAS (8), OBTIDOS NO EXPERIMENTO DE NOVEMBRO NO GIRASSOL, EM SANTA MARIA, RS.**



**APÊNDICE J – DADOS DO MODELO DE CRESCIMENTO DE DOENÇA, MONITO, LOGITO E GOMPITO, POR MOLHAMENTO FOLIAR, MOLHAMENTO NATURAL (1), MOLHAMENTO ARTIFICIAL DE 8 HORAS (2), MOLHAMENTO DE 12H (3), 16 (4), 20H (5), 24H (6), 28H (7) E 32 HORAS (8), OBTIDOS NO EXPERIMENTO DE JANEIRO NO GIRASSOL, EM SANTA MARIA, RS.**





**APÊNDICE K – AVALIAÇÃO DO MODELO DE CRESCIMENTO DE DOENÇA, MONITO (MON), LOGITO (LOG) E GOMPITO (GOMP), POR MOLHAMENTO FOLIAR, MOLHAMENTO NATURAL (MN), MOLHAMENTO ARTIFICIAL DE 8 HORAS (8H), MOLHAMENTO DE 12 (12H), 16 (16H), 20 (20H), 24 (24H), 28 (28H) E 32 (32H) HORAS, OBTIDO NO EXPERIMENTO DE NOVEMBRO (1) E JANEIRO (2) NO GIRASSOL, EM SANTA MARIA, RS, COM RELAÇÃO AOS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS “a” COEFICIENTE LINEAR, ”b” COEFICIENTE ANGULAR, “TX” TAXA DE CRESCIMENTO E “I” INOCULO INICIAL.**

MN						
Var.	Mon (1)	Log (1)	Gomp (1)	Mon (2)	Log (2)	Gomp (2)
a	-0,156	0,002	0,047	-0,250	-0,019	-0,001
b	1,310	1,019	0,988	1,401	1,037	1,041
Taxa de cresc.	0,075	0,181	0,113	0,073	0,136	0,098
Inoc. Inc.	-1,227	-5,822	-2,924	-0,603	-3,133	-1,624
8h						
Var.	Mon (1)	Log (1)	Gomp (1)	Mon (2)	Log (2)	Gomp (2)
a	-0,241	0,005	0,046	-0,271	-0,029	-0,010
b	1,431	1,023	1,006	1,408	1,035	1,041
Taxa de cresc.	0,093	0,197	0,131	0,078	0,142	0,103
Inoc. Inc.	-1,477	-5,724	-3,083	-0,606	-3,117	-1,610
12h						
Var.	Mon (1)	Log (1)	Gomp (1)	Mon (2)	Log (2)	Gomp (2)
a	-0,114	0,005	0,043	-0,178	-0,025	0,006
b	1,260	1,017	0,988	1,326	1,050	1,048
Taxa de cresc.	0,071	0,184	0,111	0,067	0,140	0,095
Inoc. Inc.	-1,092	-5,628	-2,783	-0,451	-3,064	-1,496
16h						
Var.	Mon (1)	Log (1)	Gomp (1)	Mon (2)	Log (2)	Gomp (2)
a	-0,081	-0,008	0,026	-0,922	-0,200	-0,187
b	1,192	1,027	0,992	2,007	1,041	1,036
Taxa de cresc.	0,064	0,178	0,106	0,087	0,150	0,112
Inoc. Inc.	-0,908	-5,245	-2,538	-0,691	-3,083	-1,659
20h						
Var.	Mon (1)	Log (1)	Gomp (1)	Mon (2)	Log (2)	Gomp (2)
a	-0,093	-0,011	0,022	-0,205	-0,023	-0,005
b	1,271	1,066	1,030	1,382	1,058	1,059
Taxa de cresc.	0,065	0,190	0,109	0,077	0,160	0,109
Inoc. Inc.	-0,916	-5,546	-2,618	-0,498	-3,171	-1,563
24h						
Var.	Mon (1)	Log (1)	Gomp (1)	Mon (2)	Log (2)	Gomp (2)
a	-0,157	-0,008	0,029	-0,166	-0,030	-0,005
b	1,319	1,039	1,015	1,289	1,041	1,033
Taxa de cresc.	0,085	0,198	0,126	0,069	0,145	0,098
Inoc. Inc.	-1,214	-5,440	-2,809	-0,447	-3,146	-1,514
28h						
Var.	Mon (1)	Log (1)	Gomp (1)	Mon (2)	Log (2)	Gomp (2)
a	-0,111	-0,045	-0,010	-0,209	-0,031	-0,010
b	1,260	1,093	1,045	1,366	1,054	1,054
Taxa de cresc.	0,066	0,173	0,105	0,073	0,149	0,102
Inoc. Inc.	0,913	-4,971	-2,449	-0,502	-3,188	-1,565
32h						
Var.	Mon (1)	Log (1)	Gomp (1)	Mon (2)	Log (2)	Gomp (2)
a	-0,087	-0,035	0,003	-0,287	-0,027	-0,012
b	1,128	1,005	0,953	1,430	1,040	1,049
Taxa de cresc.	0,081	0,186	0,120	0,092	0,160	0,119
Inoc. Inc.	-1,151	-5,109	-2,678	-0,595	-2,916	-1,536

**APÊNDICE L – VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS DE TEMPERATURA MÉDIA MENSAL DO AR °C (TMED), TEMPERATURA MÍNIMA MÉDIA MENSAL DO AR MENSAL °C (TMÍN), TEMPERATURA MÁXIMA MÉDIA MENSAL DO AR MENSAL °C (TMÁX), UMIDADE RELATIVA MÉDIA MENSAL DO AR % (URMED), PRECIPITAÇÃO PLUVIAL MENSAL ACUMULADA MM (PREC), NORMAIS CLIMATOLÓGICA MENSAL DO INMET (N) E ENOS (LA NIÑA-LN; NEUTRO-N E EL NIÑO-EN), DURANTE OS 25 EXPERIMENTOS NO GIRASSOL, EM SANTA MARIA, RS.**

Meses	Tmed	NTmed	Tmín	NTmín	Tmáx	NTmáx	UR	NUR	Prec	NPrec	ENOS
jul/07	10,4	13,5	10,4	9,5	10,4	19,6	82,7	80,0	0,2	148,6	LN
ago/07	13,1	14,6	7,2	10,4	25,6	20,3	79,4	78,0	116,6	137,4	LN
set/07	18,7	16,2	10,4	11,3	26,1	21,9	78,0	78,0	210,0	153,6	LN
out/07	20,2	18,8	16,1	13,5	25,3	24,8	78,3	73,0	158,2	145,9	LN
nov/07	19,9	21,4	13,4	15,9	25,1	27,3	70,6	71,0	69,8	132,2	LN
dez/07	23,4	22,7	19,4	18,3	26,9	29,5	70,5	69,0	202,0	133,5	LN
jan/08	23,7	24,6	20,1	19,1	28,9	30,4	72,3	71,0	96,2	145,1	LN
fev/08	23,3	24,0	19,5	19,5	27,2	30,0	75,5	76,0	133,6	130,2	LN
mar/08	22,4	22,2	19,3	17,9	26,1	28,2	77,3	79,0	115,4	151,7	LN
abr/08	18,0	18,8	9,6	14,5	22,3	25,0	79,7	80,0	124,2	134,7	LN
mai/08	13,4	16,0	11,0	11,8	15,9	22,1	83,3	82,0	31,6	129,1	LN
set/08	14,8	16,2	6,7	11,3	26,6	21,9	76,8	78,0	124,2	153,6	N
out/08	18,7	18,8	13,2	13,5	26,2	24,8	78,3	73,0	251,6	145,9	N
nov/08	22,0	21,4	16,1	15,9	27,7	27,3	70,6	71,0	44,4	132,2	N
dez/08	22,9	22,7	17,5	18,3	29,0	29,5	68,9	69,0	10,0	133,5	N
fev/09	23,8	24,0	19,6	19,5	27,0	30,0	81,3	76,0	162,0	130,2	N
mar/09	22,2	22,2	17,7	17,9	25,8	28,2	81,6	79,0	126,4	151,7	N
abr/09	19,1	18,8	13,3	14,5	25,6	25,0	78,7	80,0	26,8	134,7	N
mai/09	16,3	16,0	9,9	11,8	21,4	22,1	81,7	82,0	44,8	129,1	N
out/11	17,7	18,8	16,3	13,5	19,8	24,8	75,7	73,0	99,0	145,9	LN
nov/11	22,1	21,4	17,1	15,9	27,9	27,3	67,4	71,0	46,4	132,2	LN
dez/11	23,0	22,7	17,4	18,3	28,0	29,5	64,6	69,0	13,6	133,5	LN
jan/12	25,3	24,6	20,9	19,1	29,6	30,4	65,8	71,0	70,2	145,1	LN
fev/12	25,9	24,0	21,4	19,5	31,1	30,0	72,6	76,0	210,8	130,2	LN
mar/12	22,6	22,2	14,2	17,9	29,3	28,2	72,6	79,0	90,4	151,7	LN
abr/12	18,5	18,8	11,3	14,5	24,5	25,0	78,8	80,0	119,2	134,7	LN
mai/12	18,3	16,0	11,8	11,8	21,4	22,1	78,7	82,0	1,2	129,1	LN
out/12	21,3	18,8	19,3	13,5	23,9	24,8	82,2	73,0	21,2	145,9	N
nov/12	23,3	21,4	18,6	15,9	28,2	27,3	68,1	71,0	78,8	132,2	N
dez/12	24,7	22,7	17,7	18,3	33,1	29,5	76,5	69,0	348,2	133,5	N
jan/13	23,4	24,6	18,5	19,1	28,4	30,4	74,5	71,0	116,8	145,1	N
fev/13	23,5	24,0	17,7	19,5	29,4	30,0	79,0	76,0	102,2	130,2	N
mar/13	20,6	22,2	17,1	17,9	26,9	28,2	80,9	79,0	203,6	151,7	N
abr/13	19,2	18,8	13,4	14,5	23,6	25,0	80,7	80,0	186,6	134,7	N
mai/13	17,0	16,0	8,7	11,8	22,1	22,1	81,4	82,0	35,4	129,1	N
nov/15	21,0	21,4	18,6	15,9	22,6	27,3	75,0	71,0	3,6	132,2	EN
dez/15	22,9	22,7	19,0	18,3	27,2	29,5	83,6	69,0	366,0	133,5	EN
jan/16	24,9	24,6	20,1	19,1	28,9	30,4	78,6	71,0	115,0	145,1	EN
fev/16	24,8	24,0	21,2	19,5	28,0	30,0	83,8	76,0	106,6	130,2	EN
mar/16	20,9	22,2	19,0	17,9	28,4	28,2	86,7	79,0	227,8	151,7	EN
abr/16	21,6	18,8	8,9	14,5	30,3	25,0	85,8	80,0	155,0	134,7	EN