

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

**DANOS CAUSADOS POR DOENÇAS FÚNGICAS FOLIARES EM**  
**AVEIA BRANCA**

**JOÃO MARTINHO NERBASS JUNIOR**

**Lages (SC), Março de 2008**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**JOÃO MARTINHO NERBASS JUNIOR**

**Eng. Agrônomo**

**DANOS CAUSADOS POR DOENÇAS FÚNGICAS FOLIARES EM**  
**AVEIA BRANCA**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Trezzi Casa

**LAGES, SC**

**2008**

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária  
Renata Weingärtner Rosa – CRB 228/14ª Região  
(Biblioteca Setorial do CAV/UDESC)

Nerbass Junior, João Martinho  
Danos causados por doenças fúngicas foliares em aveia  
branca. / João Martinho Nerbass Junior -- Lages, 2008.  
99 p.

Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências  
Agroveterinárias / UDESC.

1. Aveia. 2. Aveia – Doenças e pragas –  
Controle.

3. Aveia - Rendimento. I. Título.

CDD – 633.13

# **JOÃO MARTINHO NERBASS JUNIOR**

**Graduado em Agronomia – UDESC/CAV – Lages-SC.**

## **DANOS CAUSADOS POR DOENÇAS FÚNGICAS FOLIARES EM AVEIA BRANCA**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovado em: 06/03/2008  
Pela banca examinadora:

Homologado em:  
Por

---

Dr. Ricardo Trezzi Casa  
Orientador – UDESC/Lages-SC

---

Dr. Ricardo Trezzi Casa  
Coordenador Técnico do Curso de Mestrado em  
Produção Vegetal

---

Ph.D. Erlei Melo Reis  
Universidade de Passo Fundo/UPF  
Passo Fundo/RS

---

Dr. Osmar Klauberg Filho  
Coordenador do Programa de Mestrado em  
Agronomia

---

Ph.D. Pedro Boff  
EPAGRI/Lages-SC

---

Dr. Adil Knackfuss Vaz  
Diretor Geral do Centro de Ciências  
Agroveterinárias – UDESC/Lages-SC

---

Dr. João Américo Wordell Filho  
EPAGRI/Chapecó-SC

**LAGES**  
**Santa Catarina - Brasil**  
**Março - 2008**

Aos meus pais João Martinho Nerbass e Maria Cristina R. Nerbass. pelos ensinamentos morais e espirituais que me proporcionaram nesta vida, e a todas as pessoas com quem eu convivo e amo.

**DEDICO.**

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS, por nunca tem me desamparado nesta caminhada e por ter me proporcionado saúde, inteligência e discernimento.

Ao meu orientador e amigo, professor Dr. Ricardo Trezzi Casa por ter acreditado em mim e por todos os ensinamentos repassados com a máxima dedicação.

A Universidade do Estado de Santa Catarina/UEDESC e em especial ao Centro de Ciências Agroveterinárias/CAV pelo espaço cedido a realização dos experimentos, Laboratórios, equipamentos e salas de aula para estudo e aprendizado técnico científico.

Ao Programa de Monitoria de Pós-Graduação/PROMOP, pela concessão da bolsa de mestrado.

A todos os professores do programa de mestrado em Produção Vegetal, que contribuíram com seus conhecimentos edificantes.

Aos bolsistas de iniciação científica Orival Góis, Carlos Techio, Ricardo Paterno, Jonatha Bolzan, Felipe Souza e Anderson pela ajuda sempre que necessário a realização dos experimentos.

Aos colegas de mestrado Francine Regianini, Paulo Kuhnem, Ana Bellani, Amauri Schmitt e em especial ao amigo de todas as horas Fernando Gava, pelos momentos de estudo, trabalho e descontração vivenciados durante este período.

A toda minha família, em especial a minha mãe Maria Cristina, pai João Nerbass, irmã Francine Regianini e namorada Tarin Ramos pelo incentivo constante e diário.

**OBRIGADO!!!**

## RESUMO

A aveia branca (*Avena sativa* L.) é um cereal de estação fria adaptado a diferentes regiões, usada na produção de grãos, forragem verde, feno, silagem, e cobertura verde/morta de solo no inverno. A ferrugem da folha e a helmintosporiose são consideradas doenças freqüentes em aveia. Os danos causados são atribuídos à redução da área foliar fotossintetizante ativa da planta. O objetivo deste trabalho foi obter equações da função de dano para patossistema múltiplo envolvendo ferrugem da folha e helmintosporiose em duas cultivares de aveia branca e correlacionar a intensidade das doenças com componentes do rendimento. Os experimentos foram conduzidos na área experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages, SC, nas safras agrícolas de 2006 e 2007. O gradiente das doenças foliares foi gerado pelo uso de doses crescentes e número de aplicações (uma, duas e quatro) do fungicida piraclostrobina + epoxiconazole (33,25+12,5, 49,87+18,75, 66,5+25 g de i.a. ha<sup>-1</sup>) nas cultivares UPFA 20 Teixeira e UPFA 22 Temprana. As unidades experimentais constaram de cinco linhas de semeadura, espaçadas em 0,20 m, com cinco metros de comprimento. Analisaram-se as seguintes variáveis: incidência e severidade foliar, rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro. As avaliações de doença foram realizadas a cada 10 dias retirando-se 10 plantas aleatoriamente das parcelas. Em geral a helmintosporiose foi a doença predominante nas duas safras agrícolas e duas cultivares de aveia até o início do florescimento. A ferrugem da folha teve sua intensidade aumentada nos estádios subseqüentes. Na primeira parte deste trabalho procurou-se determinar as equações da função de dano pela análise de regressão entre intensidade de doença e rendimento de grãos para cada estágio de desenvolvimento das plantas. Foram obtidas equações significativas para as cultivares UPFA 20 e UPFA 22 nas duas safras agrícolas, onde por meio destas pode-se calcular o Limiar de Dano Econômico por estágio fenológico da cultura. Em sua segunda parte, os valores de incidência e severidade foliar foram utilizados para calcular a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), os quais foram correlacionados com o rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro. Houve correlações negativas e significativas da AACPD com rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro nas duas safras agrícolas. Destes concluiu-se que quanto maior a intensidade das doenças foliares maior são os valores da AACPD, resultando na diminuição dos valores das variáveis produtivas. De posse dos valores de rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro a terceira parte deste trabalho teve como objetivo quantificar o percentual de dano, e controle destas duas doenças em função do número e dose de aplicação do fungicida. Os danos ao rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro foram maiores na safra de 2007 para as duas cultivares. A percentagem de controle das doenças foliares foi maior nas duas cultivares na safra de 2007, atingindo com base na severidade foliar 86,74 % e 85,90 %, respectivamente para UPFA 20 e UPFA 22.

**Palavras chave:** *Avena sativa*. *Puccinia coronata*. *Drechslera avenae*. Controle químico. Limiar de dano econômico. Componentes de produção.

## ABSTRACT

The white oat (*Avena sativa* L.) is a winter cereal adapted different regions, used in the production of grains, green grass, hay, silage and mutch soil coverage in the winter. The leaf rust and helminthosporium are considered frequent diseases in oats. The damages are due to the reduction of the plant green area photosynthesis. This report aimed to obtain equations of damage function to multiple pathosystem involving leaf rust and helminthosporiosis in two white oat cultivars and correlate the disease intensity with the yield components. The experiments were performed in the Center of Agroveterinarian Sciences, Santa Catarina State University, Lages, SC experimental area, in the 2006 and 2007 agricultural harvest. The leaf diseases degree was generated through the use of increasing doses and number of applications (one, two and four) of pyraclostrobina + epoxiconazole (33.25 +12.5, 49.87 +18.75, 66.5 +25 g ai ha<sup>-1</sup>) fungicide in UPFA 20 Teixeirainha and UPFA 22 Temprana cultivars. The experimental units consisted of five lines of sowing, spaced at 0.20 m and five meters in length. Were analyzed the following variables: leaf incidence and severity, grain yield, a thousand grain mass and hectoliter weight. The disease evaluations were performed every 10 days pulling up randomly 10 plants per plot. Generally the helminthosporiosis was the prevalent disease in both agricultural harvest and oat cultivars until the flowering beginning. The leaf rust had its intensity increased in subsequent stages. In the first part of this study was attempted to determine the equations of damage function by the regression analysis between disease intensity and grain yield for each plant development stage. Significant equations were obtained for the UPFA 20 and UPFA 22 cultivars in both agricultural harvests, where through them was possible to calculate the Economic Damage Threshold (EDT) by phonological stage of culture. In its second part, the leaf incidence and severity values were submitted to the Area Under the Disease Progress Curve (AUDPC), which were correlated with the grain yield, thousand grain mass and hectoliter weight. There were negative and significant correlations from the AUDPC with grain yield, thousand grain mass and hectoliter weight in both growing season. From these values it was achieved that as higher is the leaf diseases intensity highest are the AUDPC values, resulting in the decrease of productive variables values. With values of grain yield, thousand grain mass and hectoliter weight the third work purpose quantify the economic damage treschold and control percentage of these two diseases according to the number and dose of fungicide application. The damage to the grain yield, thousand grains mass and hectoliter weight were higher in the 2007 harvest for both cultivars. The leaf diseases control percentage was higher in both cultivars in the 2007 harvest, reaching based on the leaf severity 86.74 % and 85.90 % respectively for UPFA 20 and UPFA 22.

**Key words:** *Avena sativa*. *Puccinia coronata*. *Drechslera avenae*. Chemical control. Economic damage threshold. Yield components.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Doses e número de aplicações do fungicida para gerar o gradiente da intensidade da ferrugem da folha e helmintosporiose nas cultivares de aveia branca UPFA 20 e UPFA 22. Lages, SC, 2008 ..... 41
- Tabela 2 – Equações da função de dano original e ajustada para o patossistema múltiplo com base na incidência, geradas por estádios fenológicos na cultivar de aveia branca UPFA 20 Teixeira. Lages, SC, safra agrícola de 2006 e 2007 ..... 46
- Tabela 3 – Equações da função de dano original e ajustada para o patossistema múltiplo com base na severidade, geradas por estádios fenológicos na cultivar de aveia branca UPFA 20 Teixeira. Lages, SC, safra agrícola de 2006 e 2007 ..... 47
- Tabela 4 - Equações da função de dano original e ajustada para o patossistema múltiplo com base na incidência, geradas por estádios fenológicos na cultivar de aveia branca UPFA 22 Temprana. Lages, SC, safra agrícola de 2006 e 2007 ..... 48
- Tabela 5 – Equações da função de dano original e ajustada para o patossistema múltiplo com base na severidade, geradas por estádios fenológicos na cultivar de aveia branca UPFA 22 Temprana. Lages, SC, safra agrícola de 2006 e 2007 ..... 49
- Tabela 6 – Doses do fungicida, número de aplicações e rendimento de grãos na cultivar de aveia branca UPFA 20 Teixeira. Lages, SC, safra agrícola de 2006 ..... 50
- Tabela 7 – Doses do fungicida, número de aplicações e rendimento de grãos na cultivar de aveia branca UPFA 22 Teixeira. Lages, SC, safra agrícola de 2006 ..... 50
- Tabela 8 – Doses do fungicida, número de aplicações e rendimento de grãos na cultivar de aveia branca UPFA 20 Teixeira. Lages, SC, safra agrícola de 2007 ..... 51

Tabela 9 – Doses do fungicida, número de aplicações e rendimento de grãos na cultivar de aveia branca UPFA 22 Teixeira. Lages, SC, safra agrícola de 2007 .....	51
Tabela 10 – Doses e número de aplicações do fungicida para gerar o gradiente da intensidade da ferrugem da folha e helmintosporiose nas cultivares de aveia branca UPFA 20 e UPFA 22. Lages, SC, 2008.....	66
Tabela 11 – Área abaixo da curva de progresso da incidência de doenças foliares sobre o rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro na cultivar de aveia branca UPFA 20 Teixeira nas safras agrícolas 2006 e 2007. Lages, SC .....	70
Tabela 12 – Área abaixo da curva de progresso da severidade de doenças foliares sobre o rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro na cultivar de aveia branca UPFA 20 Teixeira nas safras agrícolas 2006 e 2007. Lages, SC .....	71
Tabela 13 - Área abaixo da curva de progresso da incidência de doenças foliares sobre o rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro na cultivar de aveia branca UPFA 22 Temprana nas safras agrícolas 2006 e 2007. Lages, SC .....	71
Tabela 14 – Área abaixo da curva de progresso da severidade de doenças foliares sobre o rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro na cultivar de aveia branca UPFA 22 Temprana nas safras agrícolas 2006 e 2007. Lages, SC .....	72
Tabela 15 – Doses do fungicida, número de aplicações e rendimento de grãos na cultivar de aveia branca UPFA 20 Teixeira. Lages, SC na safra agrícola de 2006 .....	72
Tabela 16 – Doses e número de aplicações do fungicida para gerar o gradiente da intensidade da ferrugem da folha e helmintosporiose nas cultivares de aveia branca UPFA 20 e UPFA 22. Lages, SC, 2008.....	83
Tabela 17 – Rendimento de grãos, peso de mil grãos e peso do hectolitro na cultivar de aveia branca UPFA 20 Temprana nas safras agrícolas de 2006 e 2007 em resposta ao número e dose de aplicação do fungicida piraclostrobina+epoxiconazole. Lages, SC, 2008 .....	89
Tabela 18 – Rendimento de grãos, peso de mil grãos e peso do hectolitro na cultivar de aveia branca UPFA 22 Teixeira nas safras agrícolas de 2006 e 2007 em resposta ao número e dose de aplicação do fungicida piraclostrobina+epoxiconazole. Lages, SC, 2008 .....	90

Tabela 19 - Controle de doenças foliares em aveia branca UPFA 20 Temprana com base na área abaixo da curva de progresso da severidade (ACCPs) e da incidência (AACPI). Lages, SC, 2008 ..... 91

Tabela 20 – Controle de doenças foliares em aveia branca UPFA 22 Teixeira com base na área abaixo da curva de progresso da severidade (ACCPs) e da incidência (AACPI). Lages, SC, 2008 ..... 91

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Relação entre rendimento de grãos e incidência de doenças foliares (patossistema múltiplo) na aveia branca, cultivar UPFA 20 Teixeira, nos estádios de desenvolvimento de afilhamento (A), final do afilhamento (B) alongamento (C), emborrachamento (D), grão aquoso (E), grão em massa (F) e grão massa mole (G), grão em massa dura (H). Lages, SC, safra 2006 ..... 52
- Figura 2 – Relação entre rendimento de grãos e incidência de doenças foliares (patossistema múltiplo) na aveia branca, cultivar UPFA 20 Teixeira, nos estádios de desenvolvimento de afilhamento (A), alongamento (B), emborrachamento (C), florescimento (D), grão aquoso (E), grão em massa mole (F). Lages, SC, safra 2007 ..... 53
- Figura 3 – Relação entre rendimento de grãos e severidade de doenças foliares (patossistema múltiplo) na aveia branca, cultivar UPFA 20 Teixeira, nos estádios de desenvolvimento de afilhamento (A), final afilhamento (B), alongamento (C), emborrachamento (D), grão aquoso (E), grão em massa (F) e grão massa mole (G), grão em massa dura (H). Lages, SC, safra 2006 ..... 54
- Figura 4 – Relação entre rendimento de grãos e severidade de doenças foliares (patossistema múltiplo) na aveia branca, cultivar UPFA 20 Teixeira, nos estádios de desenvolvimento de afilhamento (A), alongamento (B), emborrachamento (C), florescimento (D), grão aquoso (E), grão em massa mole (F). Lages, SC, safra 2007 ..... 55
- Figura 5 – Relação entre rendimento de grãos e incidência de doenças foliares (patossistema múltiplo) na aveia branca, cultivar UPFA 22 Temprana, nos estádios de desenvolvimento de afilhamento (A), início do alongamento (B), final alongamento (C), emborrachamento (D), grão aquoso (E), grão em massa mole (F) e grão massa dura (G). Lages, SC, safra 2006 ..... 56

- Figura 6 – Relação entre rendimento de grãos e incidência de doenças foliares (patossistema múltiplo) na aveia branca, cultivar UPFA 22 Temprana, nos estádios de desenvolvimento de perfilhamento (A), alongamento (B), emborrachamento (C), florescimento (D), grão aquoso (E), grão em massa dura (F). Lages, SC, safra 2007 ..... 57
- Figura 7 – Relação entre rendimento de grãos e severidade de doenças foliares (patossistema múltiplo) na aveia branca, cultivar UPFA 22 Temprana, nos estádios de desenvolvimento de afilhamento (A), início do alongamento (B), final alongamento (C), emborrachamento (D), grão aquoso (E), grão em massa mole (F) e grão massa dura (G). Lages, SC, safra 2006 ..... 58
- Figura 8 – Relação entre rendimento de grãos e severidade de doenças foliares (patossistema múltiplo) na aveia branca, cultivar UPFA 22 Temprana, nos estádios de desenvolvimento de perfilhamento (A), alongamento (B), emborrachamento (C), florescimento (D), grão aquoso (E), grão em massa dura (F). Lages, SC, safra 2007 ..... 59
- Figura 9 – Relação entre a área abaixo da curva de progresso da incidência de doenças foliares e o rendimento de grãos (A1, A2), a massa de mil grãos (B1, B2) e o peso do hectolitro (C1, C2) na cultivar de aveia branca UPFA 20 Lages, SC, safras 2006 (A1, B1, C1) e 2007 (A2, B2, C2) ..... 73
- Figura 10 – Relação entre a área abaixo da curva de progresso da severidade de doenças foliares e o rendimento de grãos (A1, A2), a massa de mil grãos (B1, B2) e o peso do hectolitro (C1, C2) na cultivar de aveia branca UPFA 20 Lages, SC, safras 2006 (A1, B1, C1) e 2007 (A2, B2, C2) ..... 74
- Figura 11 – Relação entre a área abaixo da curva de progresso da incidência de doenças foliares e o rendimento de grãos (A1, A2), a massa de mil grãos (B1, B2) e o peso do hectolitro (C1, C2) na cultivar de aveia branca UPFA 22 Lages, SC, safras 2006 (A1, B1, C1) e 2007 (A2, B2, C2) ..... 75
- Figura 12 – Relação entre a área abaixo da curva de progresso da severidade de doenças foliares e o rendimento de grãos (A1, A2), a massa de mil grãos (B1, B2) e o peso do hectolitro (C1, C2) na cultivar de aveia branca UPFA 22 Lages, SC, safras 2006 (A1, B1, C1) e 2007 (A2, B2, C2) ..... 76
- Figura 13 – Relação entre área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para patossistema múltiplo com base na incidência foliar nos diferentes tratamentos para as cultivares de aveia branca UPFA 20 e UPFA 22, na safra agrícola de 2006 (A1) e safra agrícola de 2007 (A2). Lages, SC ..... 77

Figura 14 – Relação entre área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para patossistema múltiplo com base na severidade foliar nos diferentes tratamentos para as cultivares de aveia branca UPFA 20 e UPFA 22, na safra agrícola de 2006 (A1) e safra agrícola de 2007 (A2). Lages, SC ..... 77

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>22</b>
2.1 AVEIA BRANCA .....	22
2.1.1 Origem .....	22
2.1.2 Caracterização genética e morfofisiológica da cultura .....	22
2.1.3 Utilização .....	23
2.1.4 Importância econômica .....	24
2.2 PRINCIPAIS DOENÇAS FÚNGICAS FOLIARES NA CULTURA DA AVEIA .....	24
2.2.1 Helminthosporiose .....	24
2.2.1.1 Etiologia e morfologia .....	24
2.2.1.2 Sintomatologia .....	25
2.2.1.3 Ocorrência e importância .....	25
2.2.1.4 Epidemiologia e controle da doença .....	26
2.2.2 Ferrugem da folha .....	27
2.2.2.1 Etiologia e morfologia .....	27
2.2.2.2 Sintomatologia .....	28
2.2.2.3 Ocorrência e importância .....	28
2.2.2.4 Epidemiologia e controle da doença .....	28
2.3 QUANTIFICAÇÃO DAS DOENÇAS DE PLANTAS .....	29
2.3.1 Incidência e severidade .....	30
2.3.2 Área abaixo da curva de progresso de doença .....	30
2.4 QUANTIFICAÇÃO DE DANOS CAUSADOS POR DOENÇAS FOLIARES .....	31
2.5 LIMIAR DE DANO ECONÔMICO (LDE) .....	32

<b>3 MODELO DE PONTO CRÍTICO PARA ESTIMAR DANOS CAUSADOS POR DOENÇAS FOLIARES NA CULTURA DA AVEIA BRANCA .....</b>	<b>35</b>
3.1 RESUMO .....	35
3.1.1 Abstract .....	36
3.2 INTRODUÇÃO .....	38
3.3 MATERIAL E MÉTODOS .....	40
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	43
3.5 CONCLUSÕES .....	60
<b>4 RELAÇÃO ENTRE ÁREA ABAIXO DA CURVA DE PROGRESSO DE DOENÇAS FOLIARES COM RENDIMENTO DE GRÃOS, MASSA DE MIL GRÃOS E PESO DO HECTOLITRO EM AVEIA BRANCA .....</b>	<b>62</b>
4.1 RESUMO .....	62
4.1.1 Abstract .....	63
4.2 INTRODUÇÃO .....	64
4.3 MATERIAL E MÉTODOS .....	65
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	68
4.5 CONCLUSÕES .....	77
<b>5 CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES E DANOS NA PRODUÇÃO EM RESPOSTA A DOSE E AO NÚMERO DE APLICAÇÕES DE FUNGICIDA .....</b>	<b>79</b>
5.1 RESUMO .....	79
5.1.1 Abstract .....	80
5.2 INTRODUÇÃO .....	81
5.3 MATERIAL E MÉTODOS .....	82
5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	85
5.5 CONCLUSÕES .....	92

**6 CONCLUSÕES GERAIS ..... 93**

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 94**

## 1 INTRODUÇÃO

A aveia é um cereal de clima temperado, tendo centro de origem a Ásia e o Mediterrâneo, é hoje amplamente distribuída nas diferentes regiões do mundo devido a sua grande variabilidade genética (COFFMAN, 1977). As principais espécies cultivadas no Brasil são a aveia branca (*Avena sativa* Linnaeus) e a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) (GOELLNER & FLOSS, 2001).

A aveia branca é um cereal adaptado às diferentes regiões edafo-climáticas, podendo ser cultivada em todos os continentes do mundo. A variabilidade existente entre os genótipos faz com que este cereal apresente múltiplas formas de utilização, como produtor de grãos, forragem verde, feno, silagem e cobertura verde/morta de solo no inverno, antecedendo a implantação de culturas de verão, especialmente no sistema de semeadura direta (INDICAÇÕES, 2006).

No Brasil a cultura da aveia branca ocupou a oitava posição em área semeada e produção de grãos, na safra agrícola de 2006 estando em décima segunda colocação em produtividade, sendo os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul os responsáveis pelos maiores índices produtivos. O Estado de Santa Catarina é considerado o terceiro maior produtor do país, com área estimada de 18,2 mil hectares, para a safra de 2006 com rendimento médio de 910 Kg.ha<sup>-1</sup> e produção de 16,6 mil toneladas (CONAB, 2007).

O cultivo da aveia nos estados do sul do Brasil ocorre em diferentes condições edafoclimáticas e sob diversos níveis tecnológicos que influenciam na produtividade e na qualidade dos grãos. As doenças foliares e da panícula tem sido frequentes com intensidade variando em função do material genético, das práticas culturais de cultivo e das condições de excesso de chuva predominantes no sul do Brasil (FORCELINI & REIS, 2005; REIS & CASA, 2007).

As principais doenças fúngicas foliares da cultura da aveia na região Sul do Brasil são a ferrugem da folha e a helmintosporiose, causadas respectivamente pelos fungos *Puccinia*

*coronata* f.sp. *avenae* Fraser & Led e *Pyrenophora avenae* Ito & Kurib (*Drechslera avenae* (Eidam) El Sharif) (FORCELINI & REIS, 1997). No entanto, existem outras duas helmintosporioses causadas pelos fungos *Bipolaris sorokiniana* (Sacc. In Sorok.) Shoemaker e *Bipolaris victoriae* (Meehan & Muphy) Shoemaker que ocorrem esporadicamente (REIS *et al.*, 1999). O fungo *B. sorokiniana* foi constatado no Brasil infectando sementes de aveia (FORCELINI, 1993; REIS & SOARES, 1995). TVEIT (1956) relatou a presença de *B. victoriae*, nos Estados Unidos em sementes de aveia oriundas do Brasil. Outra doença foliar que ataca a cultura da aveia ocasionada pelo fungo *Microdochium nivale* (sin. = *Fusarium nivale* (Fr.) Ces. denominada de mancha aquosa ou mancha de fusarium ocorre em safras agrícolas onde existam períodos com excesso de molhamento foliar e dias com baixas temperaturas e intensidade luminosa (REIS & CASA, 2007).

A ferrugem é uma doença foliar na qual o agente causal é um parasita obrigatório que não sobrevive nas sementes e nos restos culturais. O principal mecanismo de sobrevivência do patógeno é a infecção de plantas voluntárias. Com o sistema plantio direto estas plantas praticamente se encontram perenizadas no Sul do Brasil assegurando a sobrevivência do agente causal (REIS & CASA 2007). Os danos causados por esta doença e relatados no Brasil apontam decréscimos na faixa de 57 a 62 % no rendimento de grãos (MARTINELLI *et al.*, 1994). Deste modo, variedades suscetíveis podem apresentar diferenças de até 2.000 Kg.ha<sup>-1</sup> na produtividade (FORCELINI & REIS, 2005).

A helmintosporiose tem ocorrência e intensidade relacionada com a presença do fungo na semente e nos restos culturais da aveia. Tornou-se preocupante a partir do momento em que as sementes de aveia passaram a ser produzidas em lavouras com plantio direto e monocultura (REIS & CASA 2007). No entanto, os danos causados por esta doença não foram ainda quantificados, mas acredita-se que são mais expressivos em áreas onde não se pratica a rotação com espécies não hospedeiras do patógeno e onde há ausência no tratamento de sementes.

O uso de cultivar resistente é a medida preferencial para o controle das doenças da aveia, no entanto, a resistência genética tem se mostrado pouco duradoura, especialmente para ferrugem. Outras medidas de controle como aplicação de fungicidas em órgãos aéreos, tratamento de sementes, rotação de culturas, eliminação de plantas voluntárias e de hospedeiros alternativos tem se mostrado eficazes na redução do inóculo dos patógenos e no crescimento das doenças durante o cultivo (INDICAÇÕES, 2006).

Segundo KIMATI (1995), o controle químico de doenças de plantas é uma medida eficiente e economicamente viável de garantir altas produtividade e qualidade de produção

agrícola, visadas pela agricultura moderna. No entanto, ZAMBOLIM *et al.*, (2003), aponta que a aplicação de defensivos agrícolas sem nenhum critério técnico, proporcionado pelo modelo convencional de agricultura, provoca aumento no custo de produção e a contaminação do meio ambiente. De acordo com os conceitos de manejo integrado de doenças, propostos por NAS (1969), é possível obter uma produção agrícola baseada no retorno econômico (custo/benefício) e ao mesmo tempo não agredir o meio ambiente. Para BERGAMIN FILHO & AMORIM (1996), conhecer apenas o impacto do valor do dano não é suficiente para o desenvolvimento de um programa de controle de doenças, é necessário ter o conhecimento do valor do prejuízo.

Para a quantificação de danos proporcionados pelos patógenos, são necessários estudos detalhados que envolvem a relação entre a intensidade da doença e as correspondentes reduções em produção (estimados através de modelos), sendo que esta relação pode ser expressa por uma equação matemática que relaciona dano ( $D$ ), com injúria ( $I$ ),  $(D) = f(I)$ . Com base nestes preceitos REIS *et al.* (2001 b) sugeriram que o uso racional de fungicida na cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) tivesse como critério indicador para o início da aplicação o Limiar de Dano Econômico (LDE), conceituado como sendo a intensidade da doença que causa uma perda (R\$) igual ao custo do seu controle, ou seja, o LDE corresponde à intensidade da doença na qual o benefício do controle iguala ao seu custo.

Neste sentido, a cultura da aveia branca torna-se carente quanto a critérios técnicos e econômicos indicadores do momento de iniciar a aplicação de fungicidas. Isto porque o fungicida é aplicado em determinado estágio fenológico da cultura ou quando do aparecimento dos primeiros sintomas, consideradas situações subjetivas, pois não levam em consideração a intensidade da doença, os danos provocados e o custo de controle.

A aplicação de fungicidas visando o controle químico das doenças é um dos fatores que aumentam o custo de produção, tornando o produto menos competitivo no mercado e reduzindo o lucro do produtor. Em geral, as aplicações de fungicidas devem ser realizadas levando-se em consideração a ocorrência da doença, a intensidade da doença, o dano que ela causa, o custo de controle, o valor de venda do produto (grão ou semente) e a eficácia do fungicida utilizado (REIS *et al.*, 2001b; ZAMBOLIM *et al.*, 2003). Deste modo, essas variáveis podem ser utilizadas na definição do critério indicador para aplicação de fungicidas com base no LDE, como utilizado na cultura do trigo e praticamente pouco estudado para a cultura da aveia branca.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo em seu primeiro capítulo gerar as equações da função de dano, com base no modelo de ponto crítico (BERGAMIN &

AMORIM, 1996; VALE *et al.*, 2004), obtendo os coeficientes de dano no patossistema múltiplo que podem ser utilizados no cálculo do LDE como critério indicador para aplicação de fungicidas na aveia branca.

No segundo capítulo determinou-se a área abaixo da curva de progresso das doenças foliares (AACPD) no patossistema múltiplo, a qual foi quantificada por meio da incidência e severidade em diferentes estádios fenológicos da cultura e correlacionada com as variáveis rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro.

O terceiro capítulo teve como objetivo determinar o dano no rendimento de grãos, na massa de mil grãos e no peso do hectolitro em resposta ao número e dose de aplicação do fungicida piraclostrobina+epoxiconazole, bem como quantificar o percentual de controle das doenças foliares com base na área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) e da incidência (AACPI).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 AVEIA BRANCA

#### 2.1.1 Origem

A cultura da aveia é originária da Ásia e do Mediterrâneo (COFFMAN, 1977). Por ser um cereal de clima temperado é atualmente cultivada e distribuída nas diferentes regiões do mundo devido ao fato de apresentar uma grande variabilidade genética e possibilidade de adaptação aos diferentes ecossistemas (GOELLNER & FLOSS, 2001).

#### 2.1.2 Caracterização genética e morfofisiológica da cultura

O gênero *Avena* foi proposto por Tournefort em 1770, porém, a maioria das espécies conhecidas, foi descrita por Linnaeus em 1750 (MATZ, 1969). Baum (1977) reconheceu 27 diferentes espécies de aveia, sendo essas classificadas de acordo com o número de cromossomos em diplóides, tetraplóides e hexaplóides conforme Matz (1969). As principais espécies cultivadas no Brasil são a aveia branca (*A. sativa* L.) e a aveia preta (*A. strigosa* S.).

A aveia branca é uma espécie hexaploide e destina-se basicamente à produção de grãos de alta qualidade industrial, caracterizada pelo maior tamanho da cariopse, alto peso do hectolitro e alta percentagem de grãos descascados em relação ao grão inteiro (rendimento industrial). Nessa espécie são encontradas cultivares consideradas de duplo propósito, pois, além da produção de forragem verde, podem ser colhidos grãos do rebrote.

É uma gramínea anual, de dias longos com ciclo variando de 120 a 200 dias, dependendo da cultivar e das condições edafoclimáticas da região de cultivo, (SHANDS & CISAR, 1988). Apresenta sistema radicular fibroso e fasciculado com raízes seminais e adventícias, características benéficas para melhoria das propriedades físicas do solo (BONNETT, 1961). Os colmos são eretos, cilíndricos e compostos por nó e entrenó. As folhas apresentam lígulas bem desenvolvidas e ausência de aurículas, o que difere a aveia dos outros cereais de clima temperado como o trigo, cevada e o centeio. As inflorescências da aveia são denominadas de panículas apresentando espiguetas contendo de um a três grãos (BONNETT, 1961).

### 2.1.3 Utilização

Segundo FLOSS (1988), a inclusão da cultura da aveia no sistema de cultivo nas lavouras no Sul do Brasil aumenta de importância a cada ano que passa, pelo fato de apresentar uma grande produção de matéria seca, propiciando desta forma a implantação de culturas de verão, especialmente através da semeadura direta.

Fato interessante é que somente nos últimos cinco anos a área cultivada com aveia cresceu 16,86 %, quase a metade do crescimento de vinte anos atrás 34,66 % (CONAB, 2007). Isto é atribuído ao melhoramento genético das cultivares e a adaptabilidade aos diferentes ambientes. No entanto, o que se observa nos dias atuais em comparação com os dados de vinte anos atrás é um incremento mínimo da produtividade de grãos, em torno de 2,55 %.

Cultiva-se a aveia com diferentes propósitos, como produção de grãos, formação de pastagens de inverno e primavera, elaboração de feno ou silagem e como cobertura verde/morta do solo no período de inverno.

A produção de grão de aveia branca destina-se basicamente a alimentação humana e animal. Como formadora de pastagens de inverno, a cultura assegura a alimentação de animais nessa época do ano, quando as pastagens nativas, predominantemente de hábito de crescimento estival, são injuriadas pelo frio, garantindo a produção de leite e carne nas propriedades que adotam o seu cultivo.

Através da integração lavoura-pecuária muitos agricultores do Sul do Brasil, semeiam cultivares de aveia branca imediatamente após a colheita das culturas de verão (soja e milho), nos meses de março a maio, realizam pastoreios no inverno e colhem grãos do rebrote.

#### 2.1.4 Importância econômica

Em 2006, a cultura da aveia branca ocupou a oitava colocação quanto à área cultivada e produção de grãos, dentre as dez principais culturas produtoras de grãos no Brasil. Os principais estados produtores são Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Entre os estados da região Sul, Santa Catarina é considerado o que apresenta menor área cultivada (18,2 mil hectares) com participação de 4,39 % da produção (16,6 mil t) e rendimento médio de 910 kg.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2007).

## 2.2 PRINCIPAIS DOENÇAS FÚNGICAS FOLIARES NA CULTURA DA AVEIA

### 2.2.1 Helmintosporiose

#### 2.2.1.1 Etiologia e morfologia

A doença conhecida como helmintosporiose é causada pelo fungo *Drechslera avenae* Eidam na forma imperfeita ou anamórfica. A forma perfeita ou teleomórfica corresponde a *Pyrenophora avenae* Ito & Kurib (REIS *et al.*, 1999).

O fungo *D. avenae* apresenta conídios cilíndricos, retos ou ligeiramente curvos, com pontas arredondadas, cinza-amarelados quando jovens e escuros quando maduros. Possuem de 4 a 6 septos, medem 80 - 110 µm x 12 - 18 µm e apresentam uma cicatriz na célula basal. Apresentam conidióforos formados individualmente ou em conjunto de dois ou três, medindo de 200 µm x 8 -12 µm (FORCELINI & REIS, 1997). A forma teleomórfica, *P. avenae* ocorre freqüentemente sobre restos culturais, formando peritécios cônicos, providos de numerosas

setas, medindo de 450-800 x 300-600  $\mu\text{m}$ , dentro dos quais se originam ascosporos elipsoidais ou ovais, são hialinos a amarelo-claros, arredondados em ambas as extremidades e com 3 a 6 septos transversos (comumente 5), com ou sem um septo vertical ou oblíquo, em todas ou em algumas células centrais. Constrictos nos septos, medindo 35-75 x 17-30  $\mu\text{m}$  (FORCELINI & REIS, 2005; REIS & CASA, 2007).

#### 2.2.1.2 Sintomatologia

O patógeno ataca todos os órgãos aéreos, no entanto seus sintomas são mais visíveis sobre os limbos foliares (REIS *et al.*, 2001a). Os sintomas caracterizam-se por manchas foliares largas, elípticas ou oblongas, de coloração marrom ou roxa. As lesões se difundem pelo limbo foliar, coalescendo e, eventualmente, necrosando todo o tecido. Sob condições favoráveis, o fungo avança para as brácteas e panículas, estabelecendo-se nos grãos, onde permanece de um ano para outro (FORCELINI & REIS, 2005).

#### 2.2.1.3 Ocorrência e importância

Lavouras de aveia conduzidas sob sistema de plantio direto e monocultura, apresentam maior incidência de helmintosporiose, fato atribuído ao patógeno sobreviver em sementes e restos culturais infectados (REIS *et al.*, 2001). Na resteva são produzidos tanto conídios de *Drechslera* como pseudotécios de *Pyrenophora*, onde a partir da palha o inóculo facilmente atinge as folhas da planta de aveia do novo cultivo feito em monocultura.

A espécie *Helminthosporium* foi relatada pela primeira vez na Itália por Briosi & Cavara no ano de 1889, sendo a mesma denominada de *H. teres* Sacc. var. *avena sativae* (DRECHSLER, 1923). No ano de 1889, nos Estados Unidos, Cooke descreveu como *H. avenaceum* Curtis Herb um fungo ocorrendo sobre a palha de aveia (DRECHSLER, 1923). No Brasil este fungo foi relatado pela primeira vez por COSTA NETO (1967), na forma imperfeita *Drechslera avenae* (Eidam) sobre *Avena* sp., *A. byzantina*, *A. sativa* e *A. strigosa* nos municípios de Porto Alegre, (1953), Encruzilhada do Sul (1957), Porto Alegre (1958) e

Passo Fundo (1960) respectivamente. REIS (1987) descreveu a ocorrência da forma perfeita e imperfeita do fungo, sobrevivendo em restos culturais da aveia por meio da colonização saprofítica. FORCELINI (1993) por meio de levantamentos de fungos associados às sementes de aveia relatou sua presença com incidência elevada nas amostras analisadas. Atualmente a helmintosporiose é uma das manchas foliares mais freqüentes na região Sul do Brasil (REIS & CASA, 2007).

Poucas informações são conhecidas sobre danos causados por este patógeno na cultura da aveia. Danos na faixa de 30 a 40 %, em 1929, e de 10 a 15 % em 1972 a 1973 foram relatados na Alemanha (KIEWNICK, 1974, citados por HARDER & HABER, 1992) e entre 2 a 10 %, em 1970, na Finlândia (REKOLA *et al.*, 1970). GOUGH & McDANIEL (1974) relataram destruição de 50 a 100 % de tecido foliar em determinada cultivares de aveia nos Estados Unidos. No Brasil não se encontram informações relativas à quantificação de danos causados especificamente por *D. avenae*.

#### 2.2.1.4 Epidemiologia e controle da doença

O maior potencial de dano desta moléstia se expressa sob condições de temperaturas altas, na faixa de 18 a 28 °C e períodos prolongados de chuva, mínimo de 30 horas de molhamento, particularmente na fase final da cultura, entre a emissão da panícula e a colheita (REIS & CASA, 2007). O fungo sobrevive no endosperma das sementes e nos restos culturais infectados, principalmente em lavouras conduzidas sob sistema de monocultura. A disseminação do patógeno ocorre principalmente pelas sementes infectadas as quais são consideradas fontes de inóculo primário na lavoura (REIS & CASA, 2000). O vento também é agente de disseminação de conídios e ascosporos (FORCELINI & REIS, 1997). Como hospedeiros deste patógeno, EARHART & SHANDS (1952) comprovaram a infecção por *D. avenae* nas espécies de aveia *Avena algeriensis*, *A. barbata*, *A. brevis*, *A. byzantina*, *A. fátua*, *A. nuda*, *A. sativa* e *A. strigosa*. BOEWE (1960) e ZILLINSKY (1984) confirmaram que o fungo *D. avenae* é de ocorrência restrita em espécies de aveia. CHIDAMBARAM *et al.*, (1973) relataram a ocorrência de *D. avenae* em sementes de *Coriandrum sativum*, e SIVANESAM (1987) descreveu além do gênero *Avena*, mais quatro gêneros nos quais, ocasionalmente, o fungo poderia ocorrer: *Festuca*, *Hordeum*, *Lolium* e *Triticum*. No entanto,

esses dois autores não mencionaram a realização de teste de patogenicidade (REIS *et al.*, 1999).

Entre as estratégias de controle empregadas para a helmintosporiose podem ser citadas: a) utilização de sementes saudáveis; b) tratamento de sementes com fungicidas indicados para a cultura com doses recomendadas tendo como objetivo evitar a introdução do agente causal na lavoura (REIS & CASA, 1998; REIS *et al.*, 2001); c) rotação de culturas com o trigo, cevada, triticale, nabo forrageiro ou ervilhaca, pois o fungo *D. avenae* é específico da cultura da aveia; d) aplicação de fungicidas pulverizados nos órgãos aéreos, quando a incidência foliar atingir 50 % (INDICAÇÕES, 2006; REIS *et al.*, 2007).

No entanto, aplicações de fungicidas realizadas tardiamente na cultura da aveia e sem nenhum critério técnico e econômico, como o limiar de dano econômico (LDE) empregado no controle de manchas foliares nas culturas do trigo, cevada e triticale (REIS *et al.*, 2007), podem ser ineficiente no controle e ser antieconômico, principalmente pela doença apresentar elevada intensidade na cultura e sendo os danos causados as variáveis produtivas na maioria das vezes irreversíveis.

## 2.2.2 Ferrugem da folha

### 2.2.2.1 Etiologia e morfologia

A ferrugem da folha causada pelo fungo *Puccinia coronata* Cda. f. sp. *avenae* Eriks pertence a família Pucciniaceae, ordem Uredinales e classe Basidiomycotina. O patógeno forma pústulas jovens as quais produzem uredosporos unicelulares, de forma esférica ou ovalada, equinados, de coloração amarelo-alaranjada e diâmetro de 20 a 32 µm. Com a maturidade da planta, as pústulas dão origem a teliósporos bicelulares, com células apicais escuras, largas e projeções em forma de coroa, razão pela qual a doença é também conhecida como “ferrugem da coroa” (FORCELINI & REIS, 2005).

#### 2.2.2.2 Sintomatologia

Os sintomas são do tipo pústulas, desenvolvendo-se principalmente no limbo foliar, podendo também aparecer nas bainhas e panículas (REIS *et al.*, 2007). As pústulas são pequenas, ovais, isoladas e expõem uma massa alaranjada de uredosporos, os sinais do patógeno. Quando a severidade da doença é alta as plantas apresentam aspecto de queima das folhas basais. À medida que finda o ciclo da cultura, aparecem pústulas mais escuras que permanecem cobertas pela epiderme, onde se desenvolvem os teliosporos bicelulares e escuros (FORCELINI & REIS, 1997).

#### 2.2.2.3 Ocorrência e importância

A ferrugem da folha na cultura da aveia ocorre em todas as regiões onde este cereal é cultivado. Na região Sul do Brasil, a doença manifesta-se com maior intensidade sob condições de alta umidade relativa do ar e com temperaturas médias entre 18 e 22 °C (FORCELINI & REIS, 2005). Os danos ocasionados ao rendimento de grãos apontam decréscimos na faixa de 57 a 62 % (MARTINELLI *et al.*, 1994).

#### 2.2.2.4 Epidemiologia e controle da doença

O fungo *P. coronata* é um parasita obrigatório, sobrevivendo em plantas voluntárias de aveia, que depois de infectadas favorecem a multiplicação do patógeno. Os uredosporos são facilmente disseminados pelas plantas através do vento, podendo atingir distâncias de 2.000 km (FORCELINI & REIS, 2005). Os uredosporos germinam em temperaturas que variam de 2 a 33 °C, com ótimo entre 18 e 22 °C, e umidade relativa de 100 %, formando tubos germinativos que penetram através dos estômatos. O patógeno nutre-se através dos haustórios (FORCELINI & REIS, 2005).

A principal medida de controle da ferrugem da folha é o uso de cultivares resistentes, no entanto, na prática a resistência tem-se mostrado pouco duradoura, uma vez que esta característica é governada por poucos genes e o patógeno apresenta ampla variabilidade genética, evidenciada pelo grande número de raças (FORCELINI & REIS, 2005). O manejo da doença inclui também a eliminação de plantas voluntárias durante a estação de verão e outono o que reduz o inóculo primário do patógeno e a aplicação de fungicidas sistêmicos nos órgãos aéreos (INDICAÇÕES, 2006). Segundo REIS *et al.* (2007) deve-se proceder a aplicação a partir do final do afilhamento quando os valores de incidência foliar atingirem 15 a 20 %. Segundo INDICAÇÕES (2006) o controle químico da ferrugem da folha deve ser iniciado após o surgimento dos primeiros sinais do patógeno e/ou sintomas da doença.

PICININI & FERNANDES (1993) verificaram que o uso de fungicida reduziu a severidade da doença em 90 % e aumentou o rendimento de grãos em até 77 %. MICHEL & MEDEIROS (1998) observaram que a aplicação de fungicidas proporcionou níveis de controle da ferrugem da folha da aveia entre 72 a 94 %, aos 23 dias após o tratamento.

### 2.3 QUANTIFICAÇÃO DAS DOENÇAS DE PLANTAS

A fitopatometria estuda a quantificação das doenças de plantas, tendo significativa importância no estudo e na análise das epidemias. O objetivo principal da quantificação das doenças é obter dados quantitativos sobre a ocorrência e o desenvolvimento das mesmas, onde é possível quantificar os danos de uma doença, avaliar medidas de controle, diferenciar resistência genética, determinar a eficácia de produtos químicos, entre outros (VALE *et al.*, 2004). Segundo VALE *et al.* (2004) dados de intensidade de doença podem ser usados em conjunto com dados de produção ou de qualidade, determinando-se desta forma a relação entre intensidade e danos à produção, de forma que os danos possam ser calculados a partir de levantamentos conduzidos para avaliar a importância das doenças.

### 2.3.1 Incidência e severidade

Na quantificação das doenças de plantas o termo intensidade de doença é muito empregado, no entanto, esse pode ser referido tanto à incidência quanto a severidade (BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996; REIS *et al.*, 2001; VALE *et al.*, 2004).

A incidência é a característica de mais fácil e rápida quantificação, com alta acuracidade e precisão sendo definida como o número de unidades da planta ou de órgãos amostrados que se encontram visivelmente doente (sintomas e, ou, sinais), dado fornecido em relação ao número total de unidades avaliadas. A severidade é uma medida mais laboriosa, exigindo maior conhecimento da doença estudada. Desta forma é definida como sendo o volume, ou área, de tecido da planta que está doente, em geral relacionado ao volume, ou área, total.

A incidência e a severidade, quantificadas e expressadas em porcentagem de tecido de planta lesionado podem ser utilizadas na elaboração de curvas de progresso de doenças em função do tempo.

### 2.3.2 Área abaixo da curva de progresso de doença

A curva de progresso da doença é usualmente expressa através da plotagem da proporção de doença *versus* tempo, desta maneira é caracterizada como sendo a melhor representação de uma epidemia. Pela curva pode ser caracterizadas as interações entre patógeno, hospedeiro e o ambiente (BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996; VALE *et al.*, 2004).

Curvas de progresso da doença podem ser construídas para qualquer patossistema, independente da situação a ser considerada. Inúmeras informações podem ser obtidas a partir da análise da curva de progresso da doença, destacando-se: época de início da epidemia, quantidade de inóculo, taxa de progresso da doença, intensidade máxima ou ponto de máximo da doença, intensidade final da doença, a forma da curva de progresso e a duração da epidemia (JESUS JUNIOR *et al.*, 2004).

A área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) é calculada por integração trapezoidal (CAMPBELL & MADDEN, 1990), através da equação:

$$AACPD = \sum_1^{n-1} \left( \frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

Onde  $n$  é o número de avaliações;  $y$  a intensidade da doença e  $t$  tempo quando da avaliação da intensidade da doença.

## 2.4 QUANTIFICAÇÃO DE DANOS CAUSADOS POR DOENÇAS FOLIARES

A quantificação dos danos causados por doenças de plantas se constitui no principal pré-requisito usado na definição de qualquer estratégia de controle de doenças, visando desta forma, reduzir ao máximo as perdas (BERGAMIM & AMORIM, 1996; JESUS JUNIOR *et al.*, 2004). Nesse sentido, dano é empregado como sendo qualquer redução na “qualidade e na quantidade da produção”, e perda, “a redução em retorno financeiro por unidade de área devido à ação de agentes nocivos” (ZADOKS, 1985; BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996).

Na quantificação das perdas proporcionadas pelos patógenos, necessita-se a compreensão da relação entre a intensidade da doença e as correspondentes reduções em produção, estimadas através de modelos. Esta relação pode ser expressa por uma equação matemática que relaciona dano ( $D$ ), com injúria ( $I$ ), através da equação  $(D) = f(I)$ . A função de perda relaciona perda ( $P$ ) com dano ( $D$ ):  $P = f(D)$ , onde perda é função de dano. A equação matemática que descreve a função de dano pode ser estabelecida para qualquer patossistema e os parâmetros utilizados variarão de acordo com a cultivar, local, tipo de solo, entre outros. Com relação à função de perda, essa irá depender de alguns fatores econômicos típicos da região e do momento (BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996).

Com o objetivo de obter dados para a quantificação de danos causados pelas doenças podem ser realizados experimentos a campo com tratamentos múltiplos, baseados no método da parcela experimental consistindo esse na obtenção de um conjunto de variáveis independentes (níveis de doenças) que possam ser relacionados com um conjunto de variáveis dependentes (níveis de dano), com no mínimo três repetições. A quantificação da intensidade das doenças pode ser realizada através do método da incidência e severidade foliar, sendo que

a quantificação das variáveis produtivas é realizada conforme as mesmas técnicas empregadas pelos produtores (BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996).

O experimento deve constituir-se de diferentes parcelas com diferentes níveis de injúria que acarretaram diferentes níveis de danos, para que desta forma se gere o gradiente das doenças. Isto se tornará possível através do uso de diferentes cultivares, para cada espécie vegetal, com diferentes reações as doenças, com diferentes épocas de semeadura e com diferentes tratos culturais. Exemplos claros disso podem ser: o cultivo em monocultura ou rotação de culturas, a utilização de sementes tratadas ou não com fungicidas, e a aplicação de fungicidas em órgãos aéreos. Desta forma, o uso de fungicidas, doses e números de aplicações, torna-se a principal ferramenta utilizada para gerar o gradiente das doenças conforme a metodologia descrita por SAH & MACKENZIE (1987) e adaptada para os cereais por REIS *et al.*, (2000) e REIS *et al.*, (2002).

O modelo do ponto crítico é usado para identificar um determinado estágio de desenvolvimento do hospedeiro no qual a intensidade de doença presente, está altamente correlacionada com o dano futuro (BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996; JESUS JUNIOR *et al.*, 2004). Nesse tipo de modelo uma só variável independente reflete com maior ou menor exatidão toda epidemia. Este modelo é definido como  $y=b_0 + b_1x$ , em que  $y$  representa valores de produção ou produtividade de uma única planta ou de várias, podendo também ser danos em porcentagem. A variável  $x$  representa valores de intensidade (incidência ou severidade) de doença, como intensidades máximas ou observadas em determinado estágio, fisiológico ou cronológico, do desenvolvimento da cultura (JESUS JUNIOR *et al.*, 2004).

## 2.5 LIMIAR DE DANO ECONÔMICO (LDE)

O limiar de dano econômico (LDE) ou o mesmo que *economic injury level* (STERN *et al.*, 1959) ou *damage threshold* (ZADOKS & SCHEIN, 1979), foi inicialmente definido como “a menor densidade populacional do organismo nocivo que causa dano econômico” e melhorado por MUMFORD & NORTON (1984) que o definem como “a densidade populacional do organismo nocivo na qual o benefício do controle iguala seu custo” (JESUS

JUNIOR *et al.*, 2004). O LDE também é definido como a intensidade da doença que causa perdas iguais ao custo do seu controle (REIS *et al.*, 2001).

Neste sentido o LDE se tornou uma das estratégias de controle integrantes do manejo integrado de doenças de plantas tendo como principal objetivo determinar o momento apropriado para o início da aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos das culturas. Segundo NAS (1969), o manejo pode ser conceituado como a utilização de todas as técnicas disponíveis dentro de um programa unificado, de tal modo a manter a população de organismos nocivos abaixo do limiar de dano econômico e a minimizar os efeitos colaterais deletérios ao meio ambiente.

No Brasil, foram geradas equações da função de dano para ferrugem da folha da aveia branca, obtidas na cultivar UPF 13 nos anos de 1995 e 1996 que podem ser usadas no cálculo do LDE considerando o patossistema simples (aveia x ferrugem) (REIS & CASA, 2007). No entanto, essas equações não levam em conta o patossistema múltiplo, em que a planta é vulnerável a ocorrência conjunta de mais de uma doença foliar na mesma cultivar e área de cultivo por diferentes fatores predisponentes, que, desta forma contribuem para que os danos sejam aditivos, justificando desta forma estudos mais aprofundados. O patossistema múltiplo contempla a realidade ao avaliar conjuntamente todas as doenças ocorrentes naquele momento na cultura o que reflete melhor a estimativa dos danos.

Na prática, a assistência técnica se utiliza de critérios que tomam como base de aplicação determinados estádios fenológicos da cultura e o uso de calendários fixos. Estas estratégias são subjetivas, pois não considera a intensidade da doença, os danos provocados ao rendimento de grãos e o custo do seu controle, fato que pode aumentar o custo de produção e tornar o produto menos competitivo no mercado. Considerando que o controle químico da doença é um dos fatores que aumenta o custo de produção e que a aplicação de fungicida pode ser realizada levando-se em consideração a ocorrência da doença, a intensidade da doença, o dano que ela causa e o custo do seu controle, o LDE pode ser explorado para a cultura da aveia branca para outras cultivares e para o patossistema múltiplo.

O LDE é determinado utilizando-se como base de cálculo a fórmula proposta por MUMFORD & NORTON (1984), e aplicada para o controle de doenças dos cereais com fungicidas:  $ID = Cc / (Pp \times Cd) \times Ec$ , onde ID= intensidade da doença, Cc= custo de controle por hectare, Pp= preço de venda do produto (aveia) em toneladas (t), Cd= coeficiente de dano (obtido da equação da função de dano) e Ec= eficiência de controle (fungicida indicado pela pesquisa) (REIS *et al.*, 2001; REIS & CASA, 2007).

Os coeficientes de dano (cd) são obtidos por equações de função de dano geradas pela pesquisa para uma doença (patossistema simples) ou para mais de uma doença conjuntamente (patossistema múltiplo), para cultivares e para os estádios fenológicos dos hospedeiros, através da análise de regressão entre a intensidade de doenças e o rendimento de grãos.

Sabendo-se que o LDE preconiza o uso racional de fungicidas nas culturas com o intuito de torná-las economicamente viáveis, reduzindo também, os riscos de contaminação ao meio ambiente, a aplicação de fungicidas deve ser efetuada somente quando os valores do LDE forem alcançados. Caso os valores sejam extrapolados as perdas decorrentes poderão ser irrecuperáveis. Neste sentido os fungicidas não devem ser aplicados de forma preventiva (sem doença) ou tardiamente (após o LDE), ou seja, o controle químico das doenças só pode ser realizado quando os valores da incidência e/ou severidade atingirem o LDE (REIS *et al.*, 2001). Segundo REIS *et al.* (2001) para que as doenças não causem prejuízos econômicos às culturas após o LDE ser alcançado, recomenda-se a aplicação de fungicidas com valores inferiores ao do LDE. Dessa forma sugere-se utilizar o limiar de ação (LA), pois tanto a implementação da medida de controle como a ação do fungicida demandam tempo, sendo pertinente a pulverização com fungicida quando a intensidade da doença atingir o LA.

### **3 MODELO DE PONTO CRÍTICO PARA ESTIMAR DANOS CAUSADOS POR DOENÇAS FOLIARES NA CULTURA DA AVEIA BRANCA**

#### **3.1 RESUMO**

A cultura da aveia branca pode sofrer reduções significativas na produtividade em virtude da ocorrência de doenças foliares como a ferrugem da folha e a helmintosporiose. O controle químico é uma das estratégias de manejo destas doenças, no entanto, raramente tem sido realizado analisando-se critérios técnicos e econômicos. O objetivo deste trabalho foi gerar equações da função de dano para patossistema múltiplo obtendo coeficientes de dano para serem utilizadas no cálculo do Limiar de Dano Econômico (LDE). Os experimentos foram conduzidos na área experimental do CAV/UEDESC, Lages, SC, nas safras agrícolas de 2006/07 e de 2007/08. O gradiente da intensidade das doenças foi gerado pelo número de aplicações (uma, duas e quatro) e doses do fungicida piraclostrobina + epoxiconazole (33,25+12,5, 49,87+18,75, 66,5+25 g de i.a. ha<sup>-1</sup>) nas cultivares UPFA 20 Teixeira e UPFA 22 Temprana. Os experimentos constaram de 10 tratamentos, distribuídos em blocos ao acaso, com quatro repetições. As unidades experimentais constaram de cinco linhas de semeadura, espaçadas em 0,20 m, com cinco metros de comprimento. As avaliações foram realizadas a cada 10 dias, retirando-se 10 plantas aleatoriamente das parcelas. Foram quantificadas as seguintes variáveis: incidência e severidade foliar e rendimento de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>). As equações das funções de dano foram obtidas por análise de regressão entre rendimento de grãos e incidência e severidade foliar para cada estágio de desenvolvimento da planta. Na cultivar UPFA 20 na safra de 2006 foi obtida uma equação da função de dano com valores de coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) e de probabilidade (p=) significativos, correspondente ao estágio de emborrachamento (R=1.000 - 3,473 I). Para cultivar UPFA 22 neste mesmo ano, obtiveram-se equações da função de dano significativas para os estágios de alongamento (R=1.000 - 3,136 I e R=1.000 - 104,94 S), emborrachamento (R=1.000 - 3,66 I e

R=1.000 - 177,95 S), grão aquoso (R=1.000 - 5,855 I e R=1.000 - 37,16 S), grão em massa mole (R=1.000 - 2,653 I e R=1.000 - 37,16 S) e grão em massa dura (R=1.000 - 2,175 I e R=1.000 - 77,14 S), quantificadas pela incidência e severidade foliar respectivamente. Na safra agrícola de 2007 para cultivar UPFA 20 foram geradas equações significativas nos estádios de alongamento (R=1.000 - 8,731 I e R=1.000 - 662,54 S), emborrachamento (R=1.000 - 6,180 I e R=1.000 - 196,45 S), florescimento (R=1.000 - 5,276 I e R=1.000 - 121,59 S), grão aquoso (R= 1.000 - 75,906 I e R=1.000 - 82,43 S) e grão em massa mole (R= 1.000 - 92,315 I e R=1.000 - 88,507 S). Na cultivar UPFA 22 em 2007, obtiveram-se equações da função de dano nos estádios de alongamento (R=1.000 - 9,456 I e R=1.000 - 1321,65 S), emborrachamento (R=1.000 - 6,106 I e R=1.000 - 188,308 S), florescimento (R=1.000 - 5,857 I e R=1.000 - 125,741 S), grão aquoso (R=1.000 - 80,337 I e R=1.000 - 92,364 S) e grão massa dura (R=1.000 - 79,695 I e R=1.000 - 106,08 S). Os coeficientes de dano obtidos em algumas equações podem ser utilizados para calcular o limiar de dano econômico para patossistema múltiplo em aveia branca.

**Palavras-chave:** *Avena sativa*. Controle químico. *Drechslera avenae*. Limiar de dano econômico. *Puccinia coronata*

### 3.1.1 Abstract

#### Point Critical Model for Estimate Damage Caused by Leaf Diseases in White Oat Crop

The culture of white oat may have significant decreases in the productivity caused by the occurrence of leaves diseases such as leaf rust and the helminthosporium blights. The chemical control is one of the management strategies of these diseases, however, rarely has been realized analyzing the technical and economic criteria. This report aimed to create equations of the damage function to multiple pathosystem achieving coefficients of damage to be used in the Economic Damage Threshold (EDT) calculation. The experiments were conducted in the experimental area of CAV / UDESC, Lages, SC, in the agricultural harvest of 2006/07 and 2007/08. The diseases intensity gradient was generated by the amount of applications (one, two and four) and doses of pyraclostrobina + epoxiconazol (33.25 + 12.5,

49.87 + 18.75, 66.5 + 25g ai ha<sup>-1</sup>) fungicide on the cultivar UPFA 20 Teixeirainha and UPFA 22 Temprana. The tests consisted of 10 treatments, randomly distributed in blocks with four replications. The experimental units consisted of five lines of sowing, spaced at 0.20 m, with five meters in length. Evaluations were conducted every 10 days pulling up 10 plants randomly of the plots. The following variables were analyzed: leaf incidence and severity and grain yield (kg.ha<sup>-1</sup>). The equations of the damage functions were obtained by the regression analysis between grain yield and leaf incidence and severity for each plant development stage. In 'UPFA 20 from 2006 harvest was obtained an equation of the damage function with the significant values of determination coefficient (R<sup>2</sup>) and probability (p =), corresponding to the level of heading (R = 1,000 - 3.473 I). From cultivar UPFA 22 in the same year, were obtained significant equations of the damage function to the stages of elongation (R = 1,000 - 3.136 I and R = 1,000 - 104.94 S), heading (R = 1,000 - 3.66 I and R = 1,000 - 177.95 S), water ripe stage (R = 1,000 - 5.855 I and R = 1,000 to 37.16 S), soft dough stage (R = 1,000 - 2.653 I and R = 1,000 - 37.16 S) and hard dough stage (R = 1,000 - 2.175 I and R = 1,000 - 77.14 S), quantified through respectively leaf incidence and severity. In growing season from 2007 to cultivate UPFA 20 were obtained significant equations in the stages of elongation (R = 1,000 - 8.731 I and R = 1,000 - 662.54 S), heading (R = 1,000 - 6.180 I and R = 1,000 - 196.45 S), flowering (R = 1,000 - 5.276 I and R = 1,000 - 121.59 S), water ripe stage (R = 1,000 - 75.906 I and R = 1,000 - 82.43 S) and soft dough stage (R = 1,000 - 92.315 I and R = 1,000 - 88.507 S). In UPFA 22 from 2007, were obtained equations of the damage function in the stages of elongation (R = 1,000 - 9.456 I and R = 1,000 - 1321.65 S), heading R = 1,000 - 6.106 I and R = 1,000 , - 188.308 S ), flowering (R = 1,000 - 5.857 I and R = 1,000 - 125.741 S), water ripe stage (R = 1,000 - 80.337 I and R = 1,000 - 92.364 S) and hard dough stage (R = 1,000 - 79.695 I and R = 1,000 - 106.08 S). The damage coefficients obtained in some equations can be used to calculate the economic damage threshold to multiple pathosystem in white oats.

**Keywords:** *Avena sativa*. Chemical control. *Drechslera avenae*. Economic damage threshold. *Puccinia coronata*

### 3.2 INTRODUÇÃO

Com a adoção do sistema de semeadura direta nas lavouras do Sul do Brasil, houve um aumento da área semeada com a cultura da aveia branca (*Avena sativa* L.) principalmente antecedendo a implantação das culturas de verão (GOELLNER & FLOSS, 2001). A aveia é cultivada com os mais diferentes propósitos, como formadora de pastagens de inverno/primavera, para elaboração de feno ou silagem, como cobertura verde/morta e principalmente como cultura produtora de grãos para alimentação animal e humana. Apresenta adaptação aos diferentes ecossistemas (solo, fertilidade, temperatura, umidade do ar, índices pluviométricos), possui resistência contra importantes doenças que atacam os demais cereais de inverno e apresenta capacidade de produção de biomassa.

A Região Sul do Brasil é responsável por apresentar os maiores índices produtivos deste cereal, sendo o maior produtor o estado do Paraná seguido pelo estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, com áreas semeadas na safra de 2006/07 de 237,3, 65,9 e 18,2 mil hectares respectivamente, totalizando 320 mil hectares, com produção total de 378.000 toneladas e produtividade média de 1,2 ton.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2007). O estado de Santa Catarina que dentre os estados do sul apresenta a menor área cultivada tem participação de 4,39 % da produção (16,6 mil t) (CONAB, 2007).

A ocorrência de doenças tem ocasionado reduções significativas na produção de grãos (FORCELINI & REIS, 2005). A ferrugem da folha causada pelo fungo *Puccinia coronata* Cda. f.sp. *avenae* Eriks é considerada a enfermidade mais destrutiva da cultura, sendo de ocorrência freqüente em todas as regiões e safras agrícolas, com maior intensidade quando são semeadas cultivares suscetíveis. Segundo MARTINELLI *et al.* (1994), os danos causados ao rendimento de grãos apontam decréscimos na faixa de 57 a 62 %. Outra doença que merece atenção é a helmintosporiose, causada pelo fungo *Drechslera avenae* (Eidam) El Sharif, tornando-se preocupante a partir do momento em que as semente de aveia passaram a ser produzidas em lavouras de plantio direto e monocultura (REIS & CASA 2007).

Dentre as medidas de controle de doenças utilizadas para a cultura da aveia o uso de cultivares com resistência genética é a mais eficaz, entretanto, não se dispõem no mercado de cultivares com resistência a todas as doenças, empregando-se então como medidas alternativas o uso de sementes sadias, tratamento de semente, rotação de culturas e a eliminação de plantas voluntárias, garantindo dessa forma redução da fonte de inóculo. Além destas estratégias, a aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos se torna uma medida

emergencial, rápida e eficiente no controle de patógenos que visa impedir o crescimento das doenças (INDICAÇÕES, 2006; FORCELINI & REIS, 2005; REIS *et al.*, 2007).

A pulverização nos órgãos aéreos com fungicidas sem nenhum critério técnico e econômico proporcionado pelo modelo convencional de agricultura provoca aumentos no custo de produção e a contaminação do agro-ecossistema (ZAMBOLIM *et al.*, 2003). Deste modo, para que se obtenha sucesso na atividade agrícola em especial na cultura da aveia branca, torna-se necessário a determinação de critérios científicos para que se inicie a aplicação de fungicidas. Para controle da ferrugem da folha e da helmintosporiose na aveia o critério indicador do momento de início da aplicação do fungicida não está bem definido pela pesquisa, existindo situações onde o fungicida é aplicado a partir do surgimento dos primeiros sintomas da doença ou quando a cultura se encontra num determinado estágio fenológico. Um dos critérios indicadores para o controle da ferrugem da folha consiste na aplicação de fungicidas a partir do final do afilhamento quando a incidência foliar atingir 15 a 20 % (REIS *et al.*, 2007). Segundo FORCELINI & REIS (2005) os melhores resultados no controle da ferrugem da folha são obtidos com duas aplicações de fungicidas, sendo a primeira no surgimento dos primeiros sinais e a segunda no florescimento. Para o controle da helmintosporiose o critério indicador é quando a incidência foliar atinja 50 % (REIS *et al.*, 2007).

Apesar de existirem informações sobre intensidade de doença, estas não levam em consideração a relação dano ou perda com o custo de controle, fato que pode acarretar em aplicações de fungicidas desnecessárias, elevando os custos de produção, ou ainda, aplicações tardias quando a intensidade da doença presente extrapolou o limiar de dano econômico (LDE).

O LDE caracteriza-se como critério científico e racional para a utilização de fungicida nas culturas, como exemplo em alguns patossistemas do trigo (INDICAÇÕES, 2005; REIS *et al.*, 2005; REIS & CASA, 2007), oídio na cevada (REIS *et al.*, 2002) e ferrugem da folha na aveia branca (REIS *et al.*, 1996). No caso da aveia, o LDE foi gerado somente para cultivar UPF 13 obtendo-se quatro equações da função de dano nos estádios fenológicos de alongamento, emborrachamento (duas) e floração. Assim, torna-se necessário a obtenção de equações da função de dano em outras cultivares, com reações contrastantes a doenças foliares, e sobre tudo em patossistema múltiplo, considerando a ocorrência conjunta de mais de uma doença foliar na mesma planta. A obtenção destas equações envolvendo a quantificação conjunta da ferrugem da folha e da helmintosporiose se torna essencial, pois, contempla a realidade de ocorrência das doenças no campo, refletindo melhor as estimativas

dos danos causados, o que facilita o processo de tomada de decisão por parte da assistência técnica quanto ao momento de iniciar ou não a aplicação de fungicida na cultura.

Nesse sentido, buscou-se neste trabalho gerar as equações das funções de dano para o patossistema múltiplo através da correlação entre doenças foliares quantificadas por meio da incidência e severidade foliar com o rendimento de grãos na aveia branca nas cultivares UPFA 20 Teixeira e UPFA 22 Temprana. De posse dos coeficientes de dano gerados para cada cultivar, nos diferentes estádios fenológicos da cultura, pode-se determinar o LDE como critério indicador do momento da aplicação de fungicida.

### 3.3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na área experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV/UEDESC, Lages, SC, nas safras agrícolas de 2006/07 e 2007/08, estando o município localizado no Planalto Sul do estado, correspondente às coordenadas geográficas 27° 50' 35'' de latitude sul e 50° 29' 45'' de longitude oeste. O solo da área experimental é classificado como Cambissolo Húmico aluminoso Leptico, franco argilo-siltoso, derivado de rochas sedimentares, siltito da formação Rio-do-Rastro (EMBRAPA, 2008).

Os experimentos foram conduzidos utilizando-se duas cultivares de aveia branca: UPFA 20 Teixeira e UPFA 22 Temprana, ambas susceptíveis a ferrugem da folha.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, constando de dez tratamentos, totalizando 40 parcelas em cada experimento. Cada cultivar constituiu um experimento e as doses e épocas de aplicação do fungicida constituíram os tratamentos (Tabela 1).

As unidades experimentais constaram de parcelas com cinco metros de comprimento por um metro de largura, contendo cinco linhas de semeadura.

Tabela 1 – Doses e número de aplicações do fungicida para gerar o gradiente da intensidade da ferrugem da folha e helmintosporiose nas cultivares de aveia branca UPFA 20 e UPFA 22. Lages, SC, 2008.

<b>Tratamentos</b>	<b>Aplicações (n°)</b>
1. Testemunha	Sem aplicação
2. 33,25 + 12,5 g i.a <sup>1</sup>	Uma aplicação
3. 49,87 + 18,75 g i.a	Uma aplicação
4. 66,5 + 25 g i.a	Uma aplicação
5. 33,25 + 12,5 g i.a	Duas aplicações
6. 49,87 + 18,75 g i.a	Duas aplicações
7. 66,5 + 25 g i.a	Duas aplicações
8. 33,25 + 12,5 g i.a	Quatro aplicações
9. 49,87 + 18,75 g i.a	Quatro aplicações
10. 66,5 + 25 g i.a	Quatro aplicações

<sup>1</sup> Ingrediente ativo: Piraclostrobina + Epoxiconazole

Obs.: Primeira aplicação (afilhamento), segunda aplicação (alongamento), terceira aplicação (emborrachamento) e quarta aplicação (grão massa mole)

Antes da semeadura realizou-se a dessecação da área com a aplicação do herbicida glifosato (72 g i.a. ha<sup>-1</sup>). As sementes foram tratadas com inseticida imidacloprida (24 g i.a. para 100 kg de sementes), visando o controle de pragas do solo e de pulgões na fase inicial da cultura, e com o fungicida triadimenol (40 g de i.a. para 100 kg de sementes), visando controle de fungos associados à semente e proteção de oídio nos estádios iniciais.

A semeadura da aveia foi realizada no dia 12 de julho de 2006 e no dia 17 de julho de 2007, com replantio no dia 10 de agosto do mesmo ano devido à ocorrência de baixas temperaturas e geadas que ocasionaram morte de plântulas. Os ensaios foram instalados em área de rotação de culturas para a primeira safra agrícola e sob monocultura para a segunda safra agrícola. A semeadura foi no sistema de plantio direto com semeadora própria para parcelas experimentais, regulada no espaçamento de 0,20 metros entre linhas e com densidade populacional de 250 plantas/m<sup>2</sup>.

Para adubação de base utilizou-se 300 kg.ha<sup>-1</sup> do fertilizante (N-P-K), fórmula 10-20-20. A adubação de cobertura foi realizada aos 35 dias após a semeadura com 150 kg.ha<sup>-1</sup> de uréia (45% de N).

O controle de plantas daninhas em pós-emergência foi feito com os herbicidas metsulfurom metílico (2,0 g i.a. ha<sup>-1</sup>) visando controle de folhas largas. O manejo do azevém

(*Lolium multiflorum* L.) foi feito com capina manual. O controle de pulgões e lagartas foi feito com aplicação do inseticida Beta-ciflutrina + imidacloprida (600 ml. ha<sup>-1</sup>).

O gradiente da intensidade das doenças fúngicas foliares nas duas cultivares foi gerado pelo número de aplicações (uma, duas e quatro) e doses ( $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  e dose indicada) de fungicida conforme metodologia usada por Sah & Mackenzie (1987), Reis *et al.*, (2000) e Reis *et al.*, (2002). O fungicida usado nas duas cultivares e nos dois anos agrícolas foi piraclostrobina + epoxiconazole (Opera) nas doses de 33,25+12,5, 49,87+18,75, 66,5+25 g de i.a. ha<sup>-1</sup>. O intervalo de tempo entre as aplicações foi relativo ao período de persistência do produto (aproximadamente 20 dias). O fungicida foi aplicado com pulverizador costal de precisão, com pressão constante gerada por gás CO<sub>2</sub>, com barra de dois metros contendo seis pontas de pulverização, com volume de calda de 200 litros.ha<sup>-1</sup>.

A metodologia usada para obter o gradiente de intensidade das doenças com os respectivos graus de dano no rendimento de grãos constitui-se do método de parcela experimental usando o modelo de ponto crítico (BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996).

A quantificação da intensidade de doenças foliares foi feita de dez em dez dias, com base na incidência e na severidade foliar, de folhas verdes e expandidas da amostra de dez plantas coletadas ao acaso por parcela. Para a determinação do percentual de área infectada pelas doenças foliares através da severidade, atribui-se uma nota, variando de zero a dez.

A colheita foi feita de forma manual, coletando-se todas as panículas de aveia em moldura com área de 0,25 m<sup>2</sup> disposta em dois pontos dentro de cada parcela. As panículas foram acondicionadas em casa de vegetação de vidro por três dias, visando reduzir os teores de umidade dos grãos para próximos de 120-130 g.kg<sup>-1</sup>. Após procedeu-se a trilha em máquina estacionária, efetuando-se a limpeza e a pesagem dos grãos, determinando-se o rendimento por parcela com posterior conversão para hectare.

As equações das funções de dano para cada cultivar, em cada ano agrícola e estágio fenológico da cultura foram obtidas pela análise de regressão entre a intensidade das doenças foliares (variável independente) e o rendimento de grãos (variável dependente).

### 3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante as safras agrícolas de 2006 e 2007 houve condições ambientais propícias para a ocorrência e desenvolvimento da helmintosporiose e da ferrugem da folha nas cultivares de aveia branca UPFA 20 Teixeirainha e UPFA 22 Temprana.

Na safra agrícola de 2006, para as cultivares de aveia branca UPFA 20 e UPFA 22 houve o predomínio da helmintosporiose nas fases de desenvolvimento compreendidas do afilhamento, final de perfilhamento, início do alongamento, final do alongamento, emborrachamento e grão aquoso. A partir do estágio de grão em massa mole até grão em massa dura a ferrugem da folha teve incremento de intensidade em ambas as cultivares. A maior severidade da ferrugem da folha nos estádios mais avançados de desenvolvimento das plantas pode ser explicado pelo aumento da temperatura do ar, requerida pelo patógeno na faixa de 18 a 22 °C (FORCELINI & REIS, 2005), ocorrente a partir dos meses de outubro e novembro na região de Lages, SC.

Na safra de 2007, para a cultivar UPFA 20 observou-se a ocorrência precoce da ferrugem da folha e da helmintosporiose nas fases iniciais do desenvolvimento da cultura, final do perfilhamento e alongamento, fato motivado pelo atraso na época de semeadura e elevação da temperatura do ar, aproximadamente segunda quinzena do mês de outubro. Na cultivar UPFA 22 contatou-se a predominância da helmintosporiose nas fases de afilhamento, alongamento, emborrachamento e florescimento, demonstrando uma certa resistência a ferrugem da folha em comparação com a cultivar UPFA 20.

Foram obtidas 48 equações de função de dano para patossistema múltiplo correspondentes a quantificações de doenças através da incidência e severidade foliar para as duas cultivares de aveia branca (Tabelas 2, 3, 4 e 5), com respectivos valores de probabilidade ( $p=$ ) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Essas equações também foram convertidas para uma tonelada de aveia branca colhida com o intuito de facilitar a comparação dos coeficientes de dano por estágio fenológico e cultivar, pois podem ser utilizados no cálculo do LDE, como já é feito para o trigo em patossistema simples (INDICAÇÕES, 2005; REIS *et al.*, 2005; REIS & CASA, 2007) e patossistema múltiplo (BOHATCHUK, 2007).

Na cultivar UPFA 20 foi obtida uma equação da função de dano com valores de coeficiente de determinação e de probabilidade significativos na safra agrícola de 2006, indicativos de que não houve correlações entre intensidade de doenças foliares (incidência e severidade) com rendimento de grãos para os diferentes estádios fenológicos da cultura (Tabelas 2 e 3). Nesse caso, ao analisar os dados de rendimento de grãos (Tabela 6), verifica-

se que em seis tratamentos o rendimento de grãos foi inferior ao da testemunha, que não gerou o gradiente de rendimento, e, portanto, não se correlacionando com os dados de incidência e de severidade da doença. A hipótese aceitável para tal fato foi decorrente da alta percentagem de quebra dos colmos e conseqüente acamamento desta variedade de aveia, o que interferiu no rendimento de grãos. Outro fato que também pode ter contribuído foi à ocorrência de geada no final de setembro, próximo ao emborrachamento das plantas, uma vez que a cultivar UPFA 20 é sensível à geada e a UPFA 22 é tolerante (INDICAÇÕES, 2006). Assim, o gradiente da doença foi gerado, o que não aconteceu com o rendimento de grãos. No caso da UPFA 20 para a safra agrícola de 2006 somente foi obtido uma equação significativa no estágio de emborrachamento, com coeficiente de dano de 3,473 Kg para cada 1% de incidência foliar, considerando um rendimento de 1.000 kg.ha<sup>-1</sup> (Tabela 2).

Na safra agrícola de 2007 foram obtidas equações da função de dano significativas para os estádios de alongamento, emborrachamento, florescimento e grãos em massa mole para correlações entre incidência de doenças foliares com o rendimento de grãos (Tabela 2; Figura 2) e para os estádios de alongamento, emborrachamento, florescimento, grão aquoso e grão em massa mole para correlações entre severidade de doenças com o rendimento de grãos (Tabela 3; Figura 4). Nesta safra ocorreu menor percentagem de quebra dos colmos em virtude do encurtamento do ciclo da cultura devido à semeadura ter sido realizada mais tardiamente e não ocorreu geada durante as fases mais críticas do ciclo da cultura. Analisando-se os dados de rendimento de grãos para essa cultivar durante a safra de 2007 (Tabela 8) verifica-se que foi gerado o gradiente de rendimento entre os tratamentos. Comparando-se os valores de coeficiente de determinação e de probabilidade para cultivar UPFA 20 nos estádios de desenvolvimento mais avançados do ciclo da cultura durante a safra de 2007 (Tabelas 2 e 3; Figuras 2 e 4), verifica-se que a metodologia de quantificação das doenças foliares que mais explica o progresso da doença foi a percentagem de área foliar infectada (severidade).

O gradiente das doenças foliares e do rendimento de grãos (Tabelas 7 e 9) foi gerado para cultivar UPFA 22 nas safras agrícolas de 2006 e 2007, com valores de coeficiente de determinação e da probabilidade significativos com base na incidência (Tabela 4; Figuras 5 e 6) e severidade (Tabela 5; Figuras 7 e 8). Nesta cultivar não houve quebra de colmos e acamamento das plantas, assim como, a UPFA 22 é classificada como tolerante à geada (INDICAÇÕES, 2006).

As equações obtidas na safra de 2007 na cultivar UPFA 20 geraram valores de coeficiente de dano que variou entre 5,276 kg e 92,315 kg, para cada 1 % de incidência foliar,

e de 82,433 kg e 662,546 kg, para cada 1 % de severidade foliar, considerando o rendimento de 1.000 kg.ha<sup>-1</sup> nos diferentes estádios fenológicos da cultura (Tabelas 2 e 3). Na safra 2006, para cultivar UPFA 22 os valores do coeficiente de dano foram de 2,175 kg a 5,855 kg para cada 1% de incidência foliar e de 37,16 kg a 290,58 kg, para 1% de severidade, considerando também o rendimento médio de 1.000 kg.ha<sup>-1</sup> (Tabelas 4 e 5). Na safra 2007 os valores do coeficiente de dano para a mesma cultivar foram de 5,857 Kg a 80,337 kg para cada 1% de incidência foliar e entre 92,364 kg e 1.321,6 kg para 1% de severidade, considerando rendimento médio de 1.000 kg.ha<sup>-1</sup> (Tabelas 4 e 5).

Fazendo-se uma comparação entre os anos agrícolas, com base nos coeficientes de dano gerados para as cultivares UPFA 20 (Tabelas 2 e 3) e UPFA 22 (Tabelas 4 e 5), pode-se verificar que no ano de 2007 os danos foram maiores, possivelmente pela ocorrência mais precoce das doenças, fato atribuído a época de semeadura e ao monocultivo, este último relacionado diretamente a *D. avenae* que sobreviveu nos restos culturais infectados da safra anterior.

Com base nas equações da função de dano geradas para as duas cultivares de aveia branca quantificadas pelo método da severidade (Tabelas 3 e 5), constatou-se que os maiores danos no rendimento de grãos ocorreram quando correlacionaram-se nos estádios iniciais do desenvolvimento da cultura, coincidindo com os mesmos encontrados por COOK *et al.*, (1999) na cultura do trigo. O surgimento precoce das doenças pode interferir nos componentes do rendimento e qualidade dos grãos em cereais de inverno (REIS & CASA, 2007). Deste modo, possivelmente a ocorrência conjunta da helmintosporiose e ferrugem da folha da aveia, atuam de forma aditiva interferindo nos componentes da produção.

Tabela 2 - Equações da função de dano original e ajustada para o patossistema múltiplo com base na incidência, geradas por estádios fenológicos na cultivar de aveia branca UPFA 20 Teixeira. Lages, SC, safra agrícola de 2006 e 2007.

<b>Cultivar/Ano</b>	<b>Estádio</b>	<b>Equação Original</b>	<b>Equação Ajustada</b>	<b>p=</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
UPFA 20 2006	Afilhamento	R = 5.346,9 - 3,791 I	R = 1.000 - 0,709 I	0,907	0,001
	Final afilhamento	R = 5.354,8 - 2,820 I	R = 1.000 - 0,526 I	0,7905	0,009
	Alongamento	R = 5.641,1 - 5,9445 I	R = 1.000 - 1,053 I	0,1435	0,2474
	Emborrachamento	R = 6.354,2 - 22,071 I	R = 1.000 - 3,473 I	0,0194	0,5145
	Grão Aquoso	R = 5.488,1 - 4,1585 I	R = 1.000 - 0,757 I	0,7683	0,0012
	Grão em massa	R = 5.474,9 - 5,85 I	R = 1.000 - 1,068 I	0,5267	0,0519
	Grão massa mole	R = 5.714,5 - 6,7644 I	R = 1.000 - 1,183 I	0,0914	0,3149
	Grão massa dura	R = 6.131,4 - 8,901 I	R = 1.000 - 1,451 I	0,5545	0,0454
2007	Afilhamento	R = 4.822,6 - 69,387 I	R = 1.000 - 14,387 I	0,5777	0,040
	Alongamento	R = 6.368,9 - 55,609 I	R = 1.000 - 8,731 I	0,0167	0,5316
	Emborrachamento	R = 6.619,8 - 40,911 I	R = 1.000 - 6,180 I	0,0002	0,8275
	Florescimento	R = 6.129,0 - 32,338 I	R = 1.000 - 5,276 I	0,00000003	0,9809
	Grão Aquoso	R = 1.519,1 - 115,31 I	R = 1.000 - 75,906 I	0,0259	0,482
	Grão massa mole	R = 4.722,7 - 435,98 I	R = 1.000 - 92,315 I	0,0178	0,5248

Tabela 3 - Equações da função de dano original e ajustada para o patossistema múltiplo com base na severidade, geradas por estádios fenológicos na cultivar de aveia branca UPFA 20 Teixeira. Lages, SC, safra agrícola de 2006 e 2007.

<b>Cultivar/Ano</b>	<b>Estádio</b>	<b>Equação Original</b>	<b>Equação Ajustada</b>	<b>p=</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
UPFA 20 2006	Afilhamento	R = 5.381,8 - 2.108,9S	R = 1.000 - 391,8 S	0,544	0,047
	Final afilhamento	R = 5.334,8 - 90,47 S	R = 1.000 - 16,95 S	0,756	0,012
	Alongamento	R = 5.505,0 - 259,65 S	R = 1.000 - 47,16 S	0,1336	0,2583
	Emborrachamento	R = 5.698,3 - 561,49 S	R = 1.000 - 98,54 S	0,0637	0,3662
	Grão Aquoso	R = 5.459,0 - 291,58 S	R = 1.000 - 53,41 S	0,4926	0,0607
	Grão em massa	R = 5.477,9 - 201,51 S	R = 1.000 - 36,78 S	0,2268	0,1764
	Grão massa mole	R = 5.581,6 - 208,48 S	R = 1.000 - 37,35 S	0,0565	0,3827
	Grão massa dura	R = 5.658,4 - 43,654 S	R = 1.000 - 7,710 S	0,0683	0,3565
2007	Afilhamento	R = 7.170,2 - 2.895,4 S	R = 1.000 - 403,81 S	0,5022	0,0581
	Alongamento	R = 4.966,4 - 2.811,6 S	R = 1.000 - 566,12 S	0,0001	0,340
	Emborrachamento	R = 5.181,8 - 1.702,0 S	R = 1.000 - 328,45 S	0,0029	0,55
	Florescimento	R = 5.252,1 - 638,61 S	R = 1.000 - 121,591 S	0,000047	0,8864
	Grão Aquoso	R = 6.146,8 - 506,7 S	R = 1.000 - 82,433 S	0,0000008	0,9580
	Grão massa mole	R = 5.829,1 - 515,92 S	R = 1.000 - 88,507 S	0,0002523	0,8289

Tabela 4 - Equações da função de dano original e ajustada para o patossistema múltiplo com base na incidência, geradas por estádios fenológicos na cultivar de aveia branca UPFA 22 Temprana. Lages, SC, safra agrícola de 2006 e 2007.

<b>Cultivar/Ano</b>	<b>Estádio</b>	<b>Equação Original</b>	<b>Equação Ajustada</b>	<b>p=</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
UPFA 22 2006	Afilhamento	R = 6.188,3 - 99,47 I	R = 1.000 - 16,07 I	0,1957	0,1994
	Início Alongamento	R = 5.312,0 - 18,075 I	R = 1.000 - 3,402 I	0,1138	0,2824
	Final Alongamento	R = 5.726,4 - 17,961 I	R = 1.000 - 3,136 I	0,0118	0,5682
	Emborrachamento	R = 5.960,8 - 21,849 I	R = 1.000 - 3,66 I	0,0055	0,639
	Grão Aquoso	R = 6.217,1 - 36,406 I	R = 1.000 - 5,855 I	0,0104	0,5806
	Grão massa mole	R = 5.925,2 - 15,722 I	R = 1.000 - 2,653 I	0,0184	0,521
	Grão massa dura	R = 5.575,6 - 12,128 I	R = 1.000 - 2,175 I	0,0209	0,5067
-----					
2007	Afilhamento	R = 4.980,2 - 92,438 I	R = 1.000 - 18,561 I	0,1969	0,1985
	Alongamento	R = 5.205,7 - 41,96 I	R = 1.000 - 8,06 I	0,0001	0,3803
	Emborrachamento	R = 5.328,8 - 60,51 I	R = 1.000 - 11,35 I	0,0046	0,4995
	Florescimento	R = 5.604,5 - 32,826 I	R = 1.000 - 5,857 I	0,000004	0,9360
	Grão Aquoso	R = 1.574,6 - 126,5 I	R = 1.000 - 80,337 I	0,000039	0,8918
	Grão massa dura	R = 1.537,1 - 122,5 I	R = 1.000 - 79,695 I	0,000046	0,8873

Tabela 5 - Equações da função de dano original e ajustada para o patossistema múltiplo com base na severidade, geradas por estádios fenológicos na cultivar de aveia branca UPFA 22 Temprana. Lages, SC, safra agrícola de 2006 e 2007.

<b>Cultivar/Ano</b>	<b>Estádio</b>	<b>Equação Original</b>	<b>Equação Ajustada</b>	<b>p=</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
UPFA 22	Afilhamento	R = 5.186,5 - 1.495,4 S	R = 1.000 - 288,32 S	0,405	0,088
2006	Início Alongamento	R = 6.015,4 - 1.748,0 S	R = 1.000 - 290,58 S	0,0577	0,3798
	Alongamento	R = 5.160,8 - 541,57S	R = 1.000 - 104,94S	0,0635	0,3666
	Emborrachamento	R = 5.433,3 - 966,84S	R = 1.000 - 177,95 S	0,0145	0,5463
	Grão Aquoso	R = 5.538,7 - 1.185,2 S	R = 1.000 - 213,98 S	0,0015	0,7356
	Grão massa mole	R = 5.303,3 - 197,09 S	R = 1.000 - 37,16 S	0,0376	0,4363
	Grão massa dura	R = 5.386,6 - 415,51 S	R = 1.000 - 77,14 S	0,0348	0,4459
2007	Afilhamento	R = 3.997,9 - 6.386,9 S	R = 1.000 - 1.597,56 S	0,3976	0,0908
	Alongamento	R = 4.976,8 - 6.577,6 S	R = 1.000 - 1.321,65 S	0,0082	0,6028
	Emborrachamento	R = 4.238,2 - 798,09 S	R = 1.000 - 188,308 S	0,0135	0,5542
	Florescimento	R = 4.680,0 - 588,47 S	R = 1.000 - 125,741 S	0,0006	0,7824
	Grão Aquoso	R = 5.409,0 - 499,6 S	R = 1.000 - 92,364 S	0,000011	0,9205
	Grão massa dura	R = 5.608,9 - 595,04 S	R = 1.000 - 106,088 S	0,0000057	0,9327

Tabela 6 - Doses do fungicida, número de aplicações e rendimento de grãos na cultivar de aveia branca UPFA 20 Teixeira. Lages, SC, safra agrícola de 2006.

<b>Tratamento</b>	<b>Dose (g i.a. ha<sup>-1</sup>)<sup>1</sup></b>	<b>Aplicações (nº)</b>	<b>Rendimento (Kg ha<sup>-1</sup>)</b>
1	--	Testemunha	5.314,0
2	33,25 + 12,5	1	4.938,8
3	49,87 + 18,75	1	5.193,2
4	66,5 + 25	1	5.301,4
5	33,25 + 12,5	2	4.960,0
6	49,87 + 18,75	2	5.198,6
7	66,5 + 25	2	5.805,8
8	33,25 + 12,5	4	5.203,8
9	49,87 + 18,75	4	5.368,6
10	66,5 + 25	4	5.574,4

<sup>1</sup>Fungicida Piraclostrobina+Epoxiconazole

Tabela 7 - Doses do fungicida, número de aplicações e rendimento de grãos na cultivar de aveia branca UPFA 22 Teixeira. Lages, SC, safra agrícola de 2006.

<b>Tratamento</b>	<b>Dose (g i.a. ha<sup>-1</sup>)<sup>1</sup></b>	<b>Aplicações (nº)</b>	<b>Rendimento (Kg ha<sup>-1</sup>)</b>
1	--	Testemunha	4.174,4
2	33,25 + 12,5	1	4.399,2
3	49,87 + 18,75	1	4.712,8
4	66,5 + 25	1	4.872,0
5	33,25 + 12,5	2	4.651,4
6	49,87 + 18,75	2	5.259,0
7	66,5 + 25	2	5.146,0
8	33,25 + 12,5	4	4.770,4
9	49,87 + 18,75	4	5.348,8
10	66,5 + 25	4	5.458,2

<sup>1</sup>Fungicida Piraclostrobina+Epoxiconazole

Tabela 8 - Doses do fungicida, número de aplicações e rendimento de grãos na cultivar de aveia branca UPFA 20 Teixeirainha. Lages, SC, safra agrícola de 2007.

<b>Tratamento</b>	<b>Dose (g i.a. ha<sup>-1</sup>)<sup>1</sup></b>	<b>Aplicações (n<sup>o</sup>)</b>	<b>Rendimento (Kg ha<sup>-1</sup>)</b>
1	--	Testemunha	2.756,6
2	33,25 + 12,5	1	2.896,1
3	49,87 + 18,75	1	3.235,7
4	66,5 + 25	1	3.292,0
5	33,25 + 12,5	2	3.596,5
6	49,87 + 18,75	2	3.849,8
7	66,5 + 25	2	3.994,8
8	33,25 + 12,5	4	5.150,9
9	49,87 + 18,75	4	5.244,2
10	66,5 + 25	4	5.546,8

<sup>1</sup>Fungicida Piraclostrobina+Epoxiconazole

Tabela 9 - Doses do fungicida, número de aplicações e rendimento de grãos na cultivar de aveia branca UPFA 22 Teixeirainha. Lages, SC, safra agrícola de 2007.

<b>Tratamento</b>	<b>Dose (g i.a. ha<sup>-1</sup>)<sup>1</sup></b>	<b>Aplicações (n<sup>o</sup>)</b>	<b>Rendimento (Kg ha<sup>-1</sup>)</b>
1	--	Testemunha	2.669,1
2	33,25 + 12,5	1	2.972,6
3	49,87 + 18,75	1	2.977,3
4	66,5 + 25	1	2.869,8
5	33,25 + 12,5	2	3.421,5
6	49,87 + 18,75	2	3.433,1
7	66,5 + 25	2	3.212,3
8	33,25 + 12,5	4	4.157,7
9	49,87 + 18,75	4	4.603,1
10	66,5 + 25	4	5.178,1

<sup>1</sup>Fungicida Piraclostrobina+Epoxiconazole

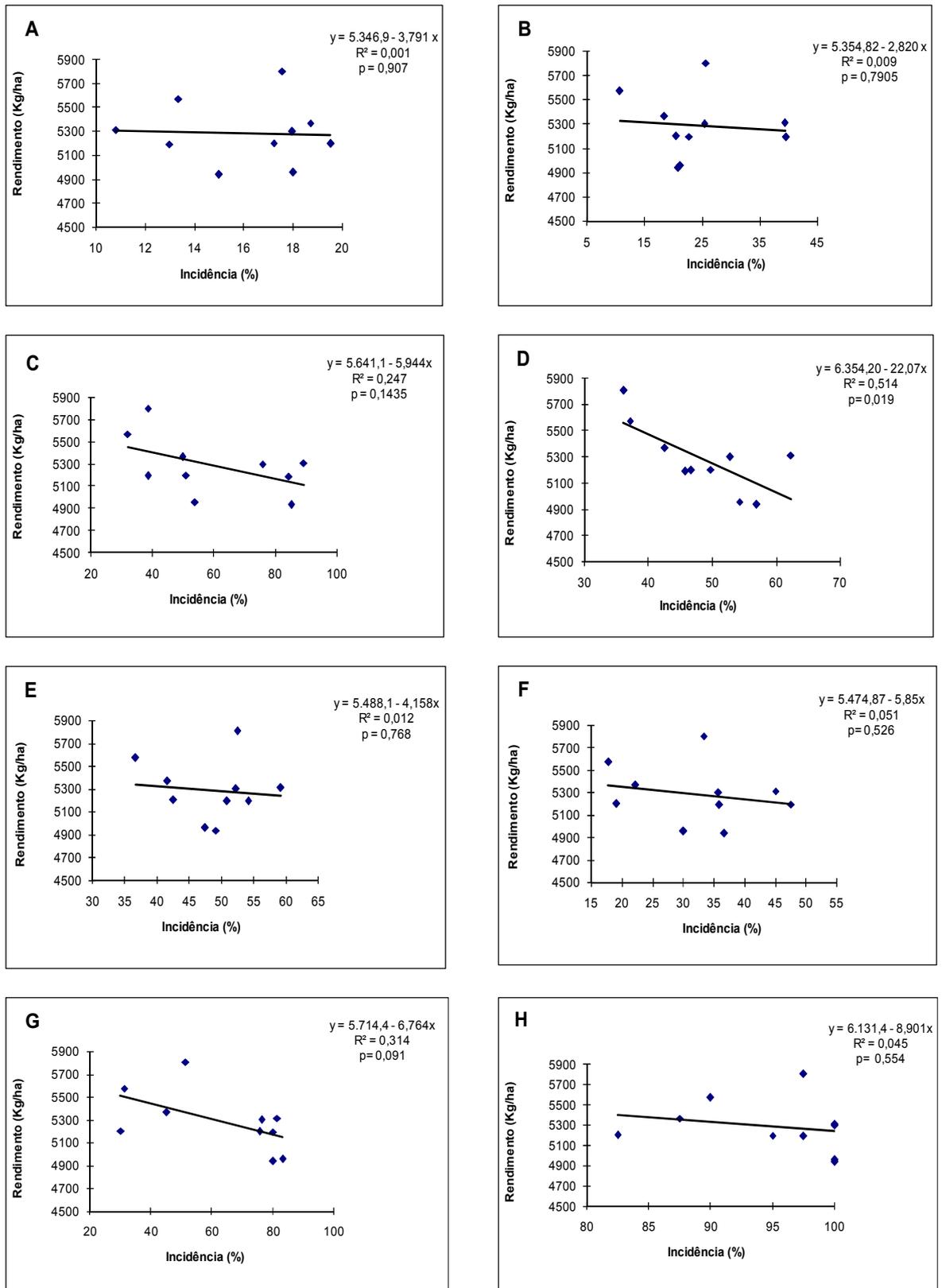


Figura 1 - Relação entre rendimento de grãos e incidência de doenças foliares (patossistema múltiplo) na aveia branca, cultivar UPFA 20 Teixeira, nos estádios de desenvolvimento de afilamento (A), final do afilamento (B) alongamento (C), emborrachamento (D), grão aquoso (E), grão em massa (F) e grão massa mole (G), grão em massa dura (H). Lages, SC, safra 2006.

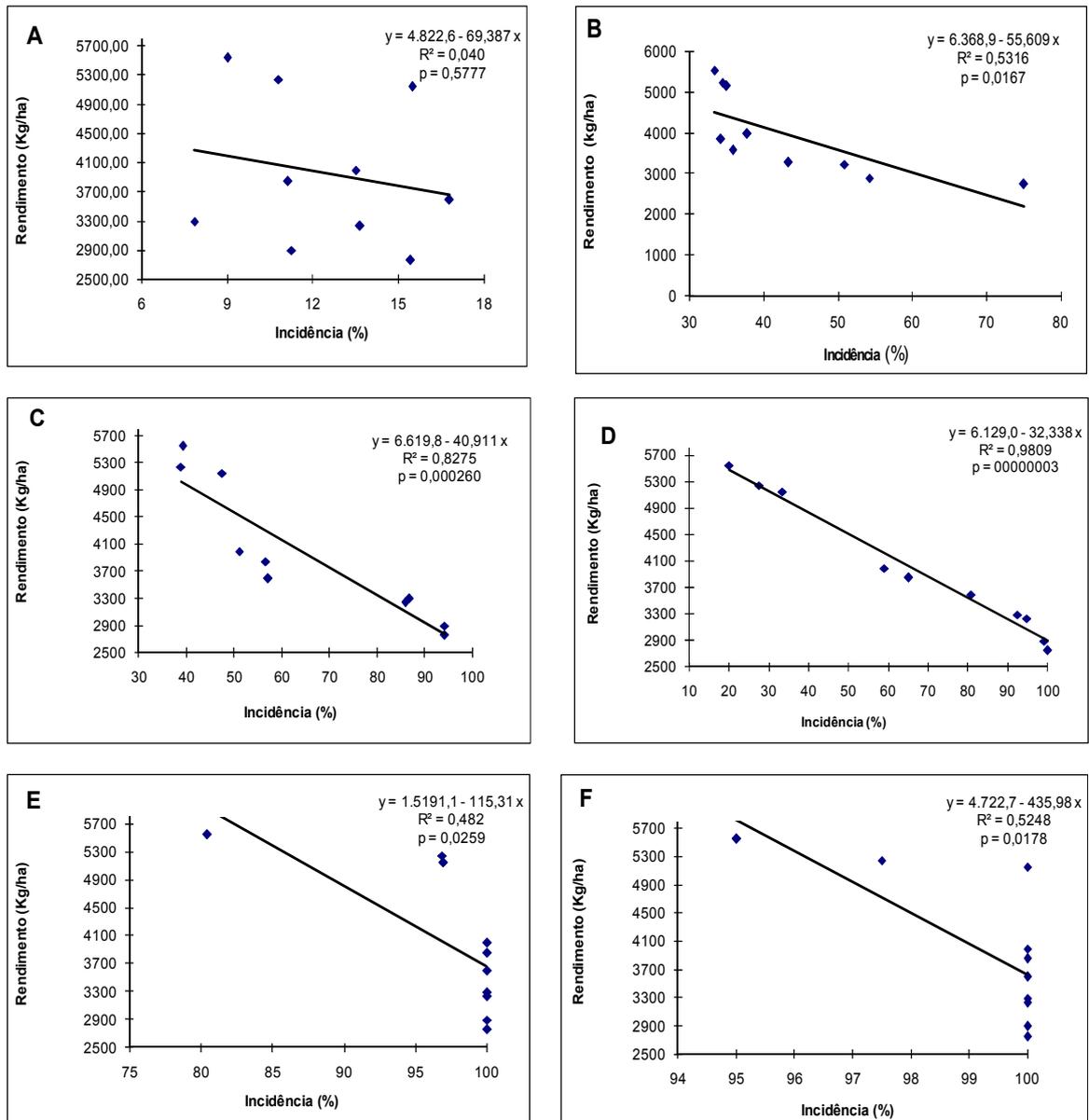


Figura 2 - Relação entre rendimento de grãos e incidência de doenças foliares (patossistema múltiplo) na aveia branca, cultivar UPFA 20 Teixeira, nos estádios de desenvolvimento de afilhamento (A), alongamento (B), emborrachamento (C), florescimento (D), grão aquoso (E), grão em massa mole (F). Lages, SC, safra 2007.

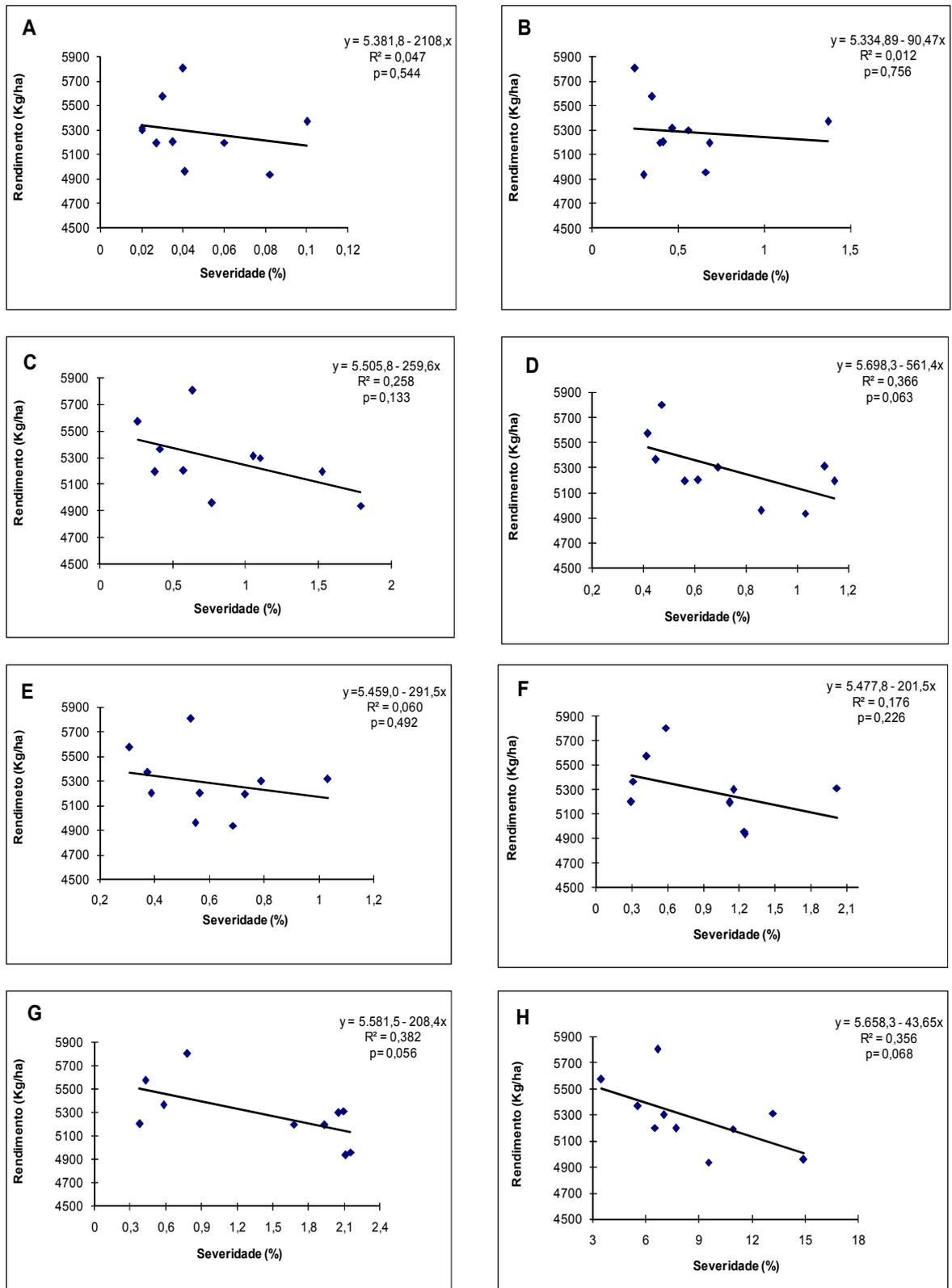


Figura 3 - Relação entre rendimento de grãos e severidade de doenças foliares (patossistema múltiplo) na aveia branca, cultivar UPFA 20 Teixeirainha, nos estádios de desenvolvimento de afilhamento (A), final afilhamento (B), alongamento (C), emborrachamento (D), grão aquoso (E), grão em massa (F) e grão massa mole (G), grão em massa dura (H). Lages, SC, safra 2006.

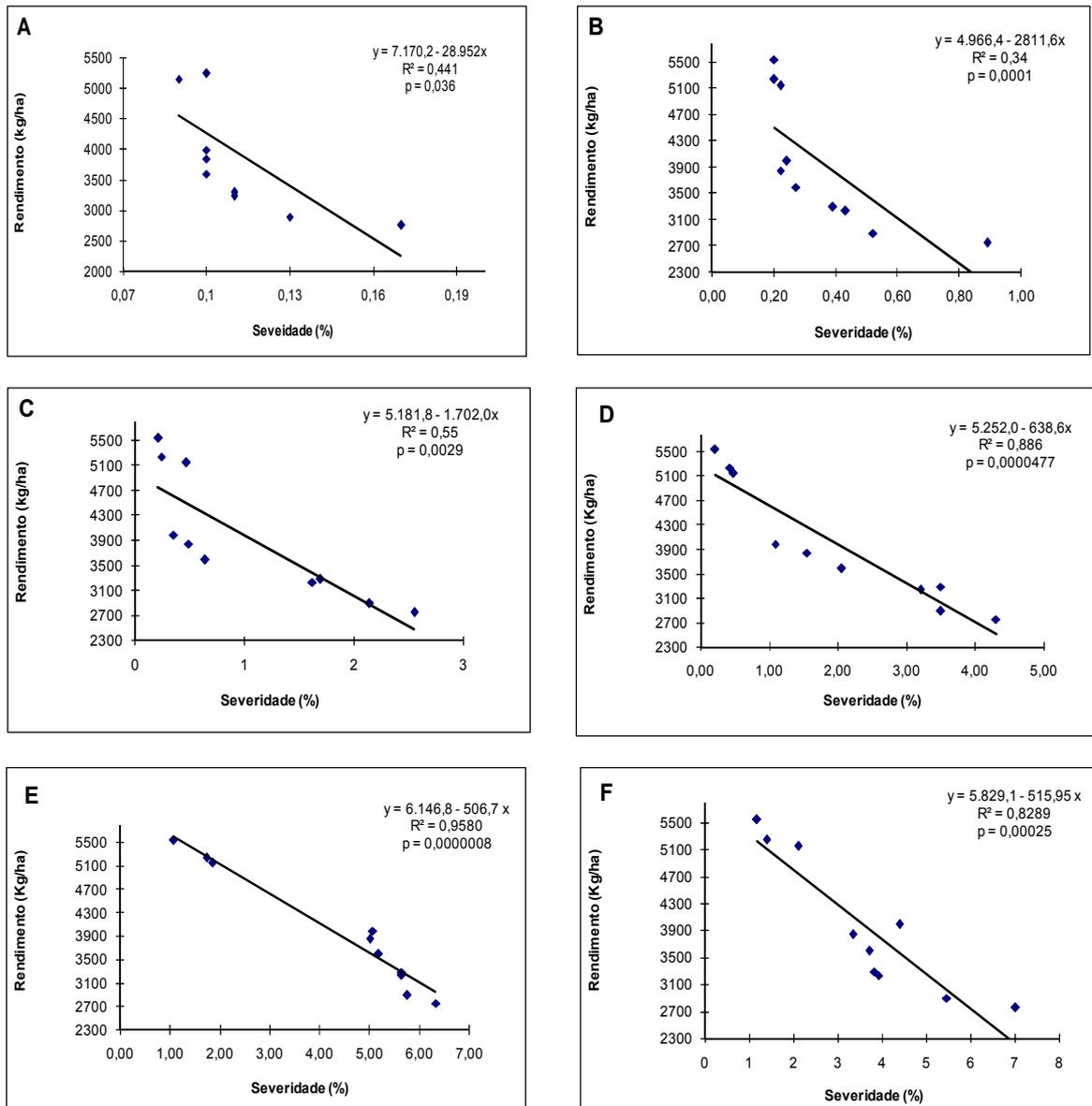


Figura 4 - Relação entre rendimento de grãos e severidade de doenças foliares (patossistema múltiplo) na aveia branca, cultivar UPFA 20 Teixeira, nos estádios de desenvolvimento de afilhamento (A), alongamento (B), emborrachamento (C), florescimento (D), grão aquoso (E), grão em massa mole (F). Lages, SC, safra 2007.

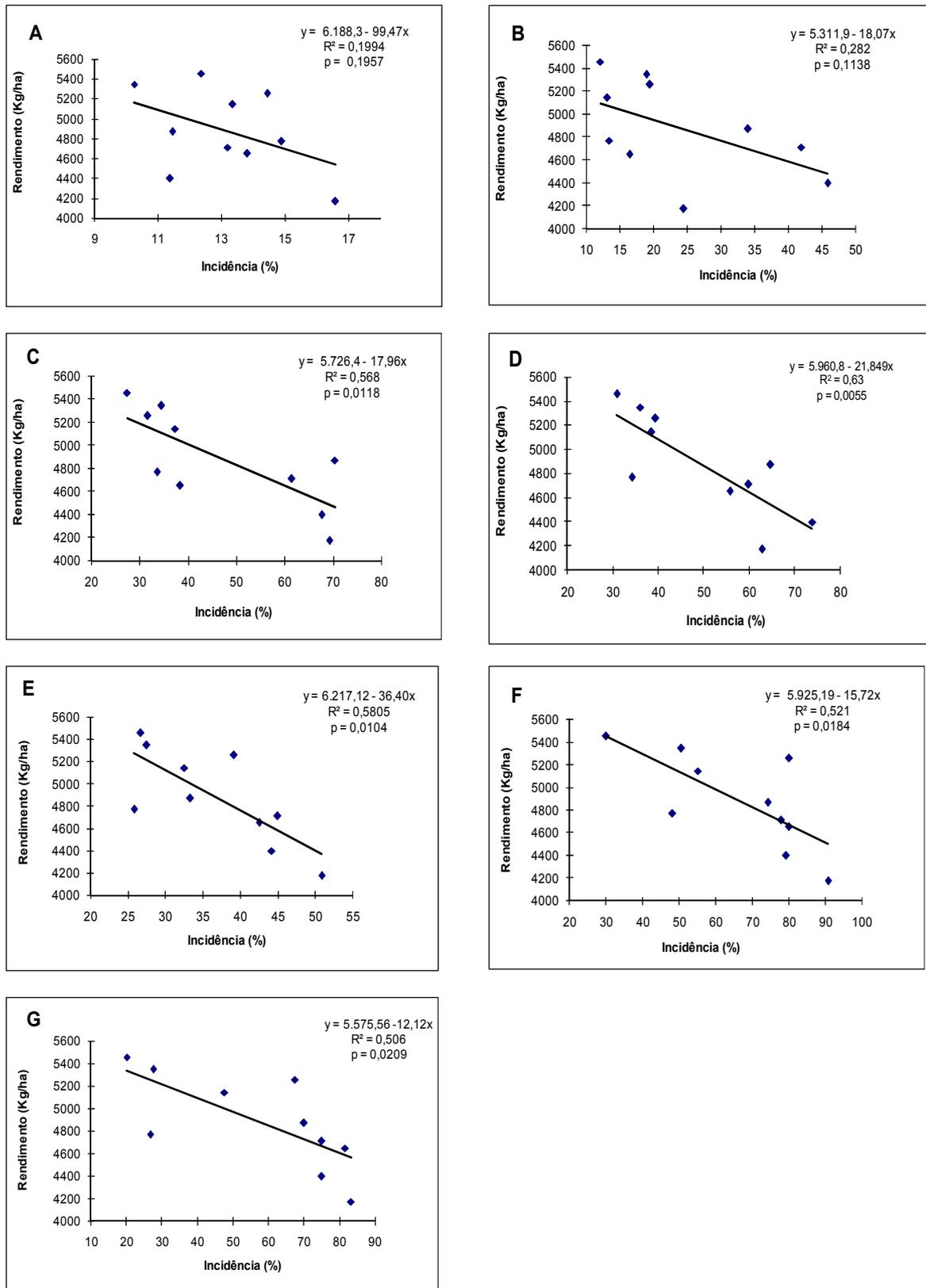


Figura 5 - Relação entre rendimento de grãos e incidência de doenças foliares (patossistema múltiplo) na aveia branca, cultivar UPFA 22 Temprana, nos estádios de desenvolvimento de afilamento (A), início do alongamento (B), final alongamento (C), emborrachamento (D), grão aquoso (E), grão em massa mole (F) e grão massa dura (G). Lages, SC, safra 2006.

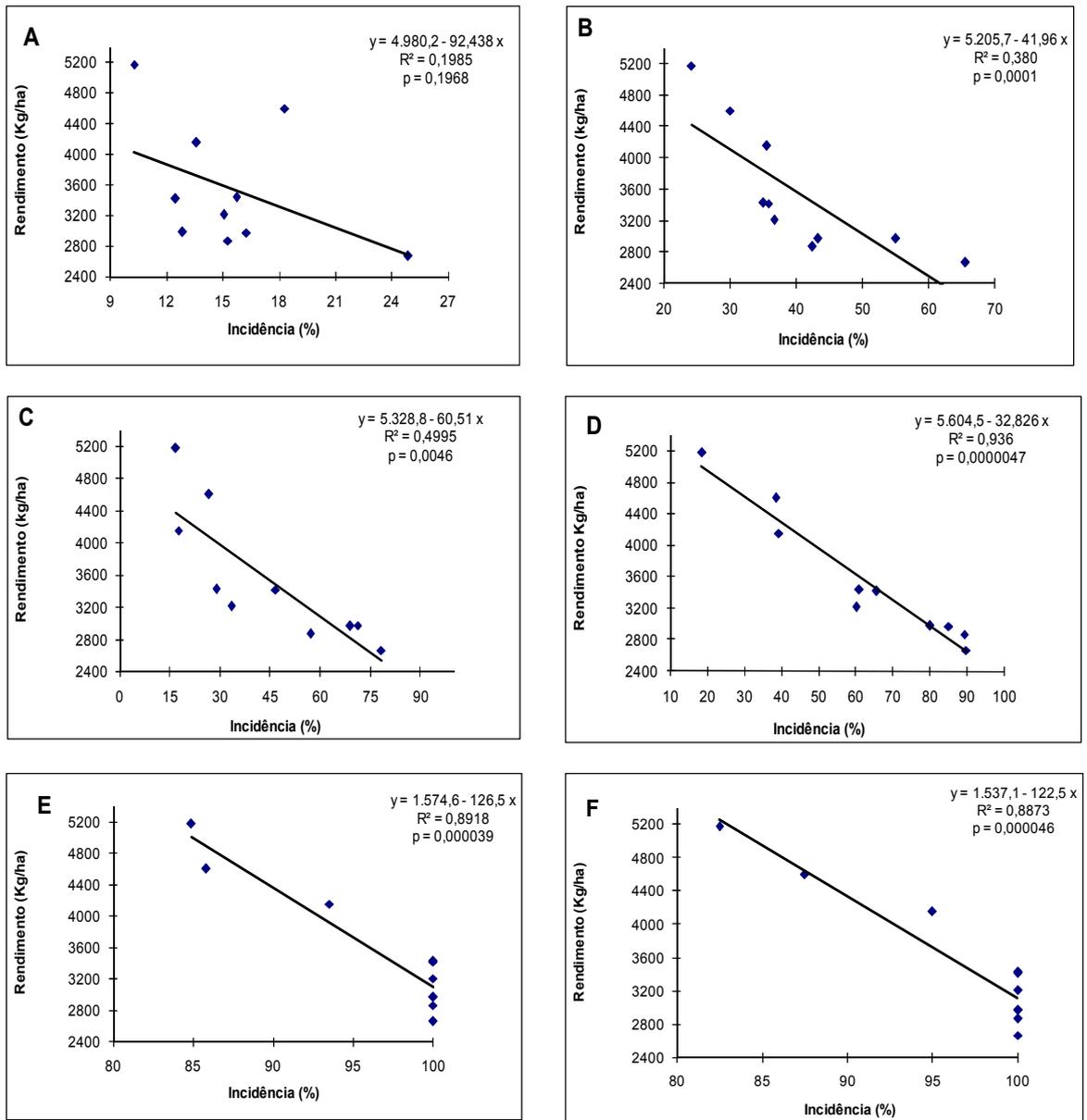


Figura 6 - Relação entre rendimento de grãos e incidência de doenças foliares (patossistema múltiplo) na aveia branca, cultivar UPFA 22 Temprana, nos estádios de desenvolvimento de afilhamento (A), alongamento (B), emborrachamento (C), florescimento (D), grão aquoso (E), grão em massa dura (F). Lages, SC, safra 2007.

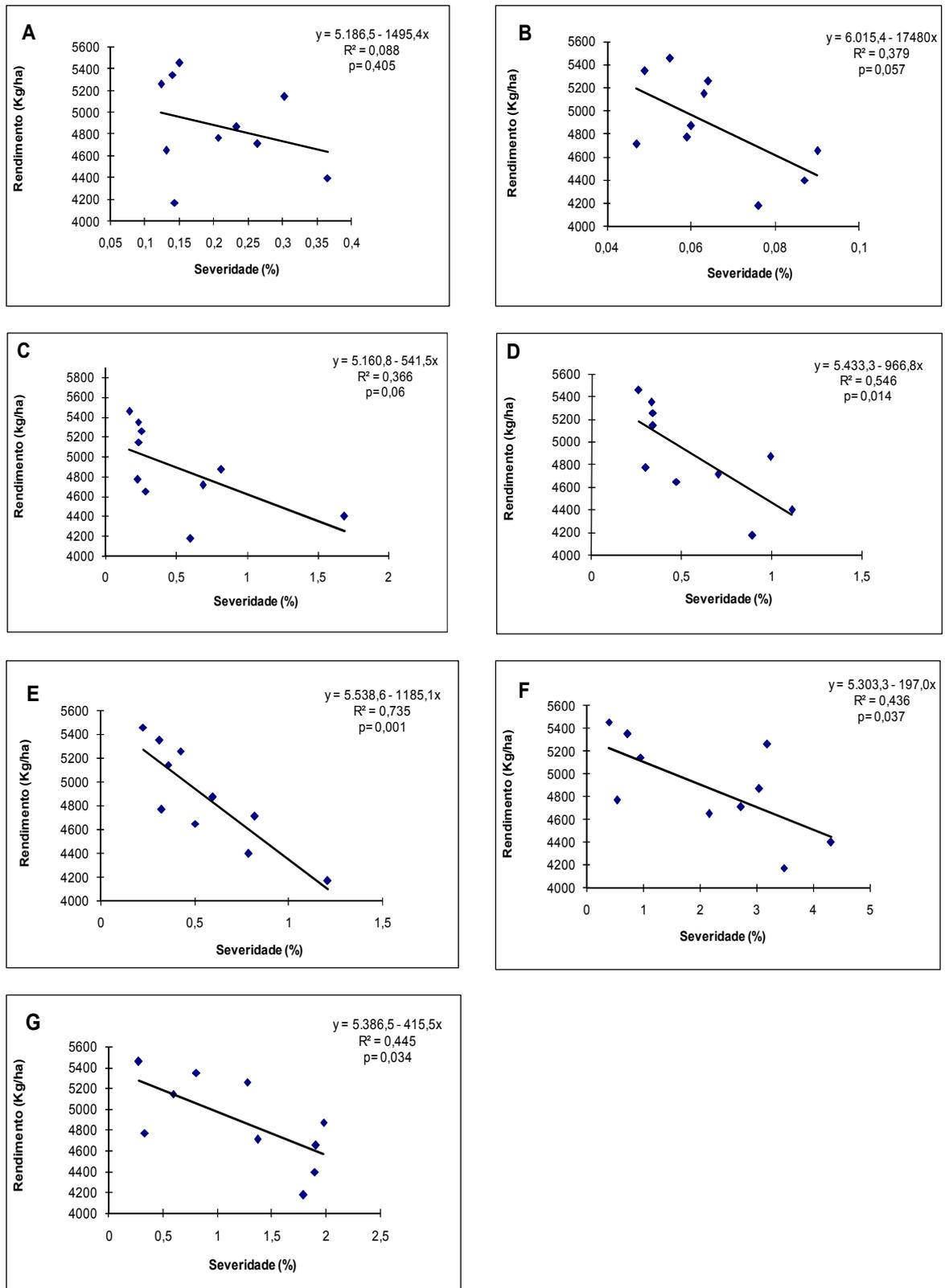


Figura 7 - Relação entre rendimento de grãos e severidade de doenças foliares (patossistema múltiplo) na aveia branca, cultivar UPFA 22 Temprana, nos estádios de desenvolvimento de afilamento (A), início do alongamento (B), final alongamento (C), emborrachamento (D), grão aquoso (E), grão em massa mole (F) e grão massa dura (G). Lages, SC, safra 2006.

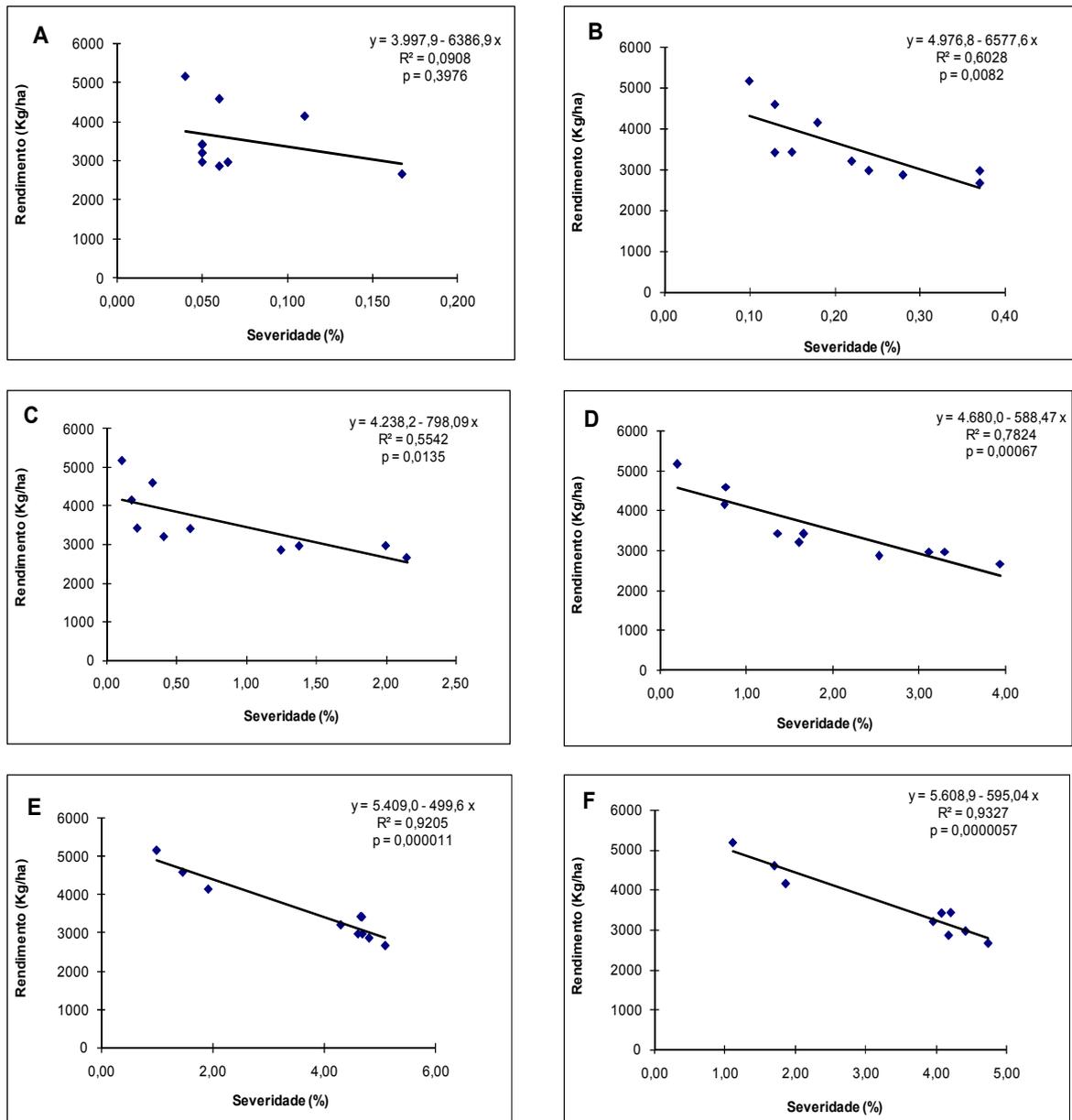


Figura 8 - Relação entre rendimento de grãos e severidade de doenças foliares (patossistema múltiplo) na aveia branca, cultivar UPFA 22 Temprana, nos estádios de desenvolvimento de perfilhamento (A), alongamento (B), emborrachamento (C), florescimento (D), grão aquoso (E), grão em massa dura (F). Lages, SC, safra 2007.

As equações das funções de dano geradas neste trabalho podem ser usadas no cálculo do LDE para cada estágio de desenvolvimento da cultura, considerando o patossistema múltiplo de doenças foliares, exceto aquelas equações que não apresentaram coeficientes de determinação e de probabilidade significativos, em cultivares com reações semelhantes às cultivares UPFA 20 e UPFA22.

Tomando-se como exemplo as equações de regressão obtidas na cultivar UPFA 22 para o ano de 2006, pode-se verificar no estágio de final de alongamento e de grão em massa mole (Tabela 4), comparando-se a testemunha com o tratamento de menor incidência (Figura 5), que a percentagem de controle da ferrugem da folha atingiu 61,1 % e 66,9 %, respectivamente.

Neste caso a quantificação do LDE poderá ser calculada da seguinte forma:  $ID = Cc / (Pp \times Cd) \times Ec$ , onde ID= Intensidade da doença (Incidência foliar da ferrugem da folha e helmintosporiose); Cc= Custo do controle (exemplo R\$ 75,00 ha<sup>-1</sup>); Pp= Preço da tonelada de grãos de aveia (R\$ 240,00); Cd= Coeficiente de dano (obtido da equação da função de dano para o final do alongamento:  $R = 1.000 - 3,136 I$   $R^2 = 0,57$   $p = 0,0118$  da Tabela 4); e Ec= Eficiência de controle de 61 % tirado da Figura 5, correspondente ao estágio de final de alongamento. Neste caso, para cada 1 % de incidência de doença foliar ocorreu uma redução de 3,136 kg ha<sup>-1</sup> ou 0,003136 t no estágio de final de alongamento em 1.000 kg de grãos colhidos. Em uma lavoura com rendimento estimado de 3.000 kg ha<sup>-1</sup> tem-se um Cd de 9,408 ou 0,009408. Substituindo estes valores na equação obtém-se uma incidência da doença de 20,3 % que corresponde a uma perda de R\$ 75,00 do custo da aplicação. Neste caso o LDE corresponde a uma incidência de doença foliar no estágio de final de alongamento de 20,3 %.

### 3.5 CONCLUSÕES

A metodologia de pesquisa empregada neste trabalho com o intuito de gerar o gradiente das doenças foliares e do rendimento de grãos foi considerada adequada.

Concluiu-se que é possível obter coeficientes de danos para as doenças foliares (patossistema múltiplo) na cultura da aveia branca, sendo que estes coeficientes variam principalmente entre cultivares e estádios fenológicos da planta.

Algumas equações da função de dano presentes neste trabalho podem ser utilizadas no cálculo do LDE envolvendo o patossistema múltiplo, para os diferentes estádios fenológicos da aveia branca e para cultivares com reações a doenças semelhantes à UPFA 20 e UPFA 22. Experimentos futuros são indicados para outras cultivares de aveia branca.

#### **4 RELAÇÃO ENTRE ÁREA ABAIXO DA CURVA DE PROGRESSO DE DOENÇAS FOLIARES COM RENDIMENTO DE GRÃOS, MASSA DE MIL GRÃOS E PESO DO HECTOLITRO EM AVEIA BRANCA**

##### 4.1 RESUMO

A ferrugem da folha e a helmintosporiose são duas enfermidades freqüentes nas lavouras de aveia branca. O objetivo deste trabalho foi correlacionar à intensidade destas duas doenças foliares nos diferentes estádios fenológicos da cultura com alguns componentes do rendimento. Os experimentos foram conduzidos na safra agrícola de 2006 e 2007, na área experimental do CAV/UEDESC, Lages, SC, gerando-se o gradiente da intensidade das doenças por meio do uso de doses crescentes e número de aplicações (uma, duas e quatro) do fungicida piraclostrobina + epoxiconazole (33,25+12,5, 49,87+18,75, 66,5+25 g de i.a. ha<sup>-1</sup>) nas cultivares UPFA 20 Teixeira e UPFA 22 Temprana. Os experimentos constaram de 10 tratamentos, distribuídos em blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram analisadas as seguintes variáveis: incidência foliar, severidade foliar, rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro. Os dados de incidência e severidade foram usados para calcular à Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), os quais foram correlacionados com os componentes de produtividade. Houve correlações negativas e significativas da AACPD com rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro nas duas safras agrícolas, exceto entre AACPD e rendimento de grãos na cultivar UPFA 20 em 2006. O rendimento de grãos foi a variável mais afetada pela intensidade das doenças, seguido da massa de mil grãos e peso do hectolitro. Os maiores danos ocorreram na safra 2007 nas duas cultivares. A cultivar UPFA 22 apresentou menores valores de AACPD nas duas safras agrícolas, indicando ser mais tolerante a ferrugem folha e a helmintosporiose, por outro lado, apesar de mais tolerante às doenças ela apresentou menores valores em todas variáveis

produtivas. De modo geral à medida que houve aumento da AACPD ocorreu redução nas variáveis produtivas nas duas cultivares.

**Palavras chave:** *Avena sativa*. Danos. *Drechslera avenae*. Produtividade. *Puccinia coronata*.

#### 4.1.1 Abstract

Relation between Area Under Diseases Progress Curve with Grain Yield, Thousand Grain Mass and Hectoliter Weight in White Oat

The leaf rust and helminthosporiosis are two frequent diseases in white oat crop. This report aimed to correlate these two leaf diseases in the culture different phonological stages with some yield components. The assays were performed in the 2006 and 2007 agricultural harvest in CAV/ UDESC, Lages, SC experimental area, gearing the intensity gradient of diseases through the use of increasing doses and number of applications ( one, two and four) of piraclostrobina + epoxiconazole (33.25 + 12.5, 49.87+ 18.75, 66.5+25g de a.i ha<sup>-1</sup>) fungicides in the UPFA 20 Teixeira and UPFA 22 Temprana cultivars. The assays consisted of 10 treatments, randomly distributed in blocks, with four replications. Were analyzed the following traits: leaf incidence, leaf severity, grain yield, thousand grain mass and hectoliter weight. The incidence and severity data were submitted to the Area Under the Disease Progress Curve (AUDPC), which were correlated with productivity components. There were negative and significant correlation of AUDPC with grain yield, thousand grain mass and hectoliter weight in both agricultural harvests, except for between AUDPC and grain yield in the UPFA 20 cultivar in 2006. The grain yield was the most affected variable by diseases intensity, followed by the thousand grain mass and hectoliter weight. The highest damages occurred in the 2007 harvest in both cultivars. The UPFA 22 cultivar showed the lowest values of AUDPC in both agricultural harvests, indicating that it is more tolerant to the leaf rust and helminthosporium, however, despite of being more tolerant to diseases it showed lower values in all productive variables. Generally as AUDPC increased the productive variables decreased in both cultivars.

**Keywords:** *Avena sativa*. Damage. *Drechslera avenae*. Productivity *Puccinia coronata*.

## 4.2 INTRODUÇÃO

A cultura da aveia branca (*Avena sativa* L.) caracteriza-se como excelente alternativa no sistema de rotação de culturas, principalmente na região Sul do Brasil, como produtora de grãos, forragem verde, silagem e como cobertura verde/morta do solo no período de inverno antecedendo a implantação das culturas de verão e viabilizando o sistema de semeadura direta (INDICAÇÕES, 2006).

Os estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina são os maiores produtores de aveia branca, totalizando na safra agrícola de 2006 uma área semeada de 320 mil hectares, com produção estimada em 378.000 toneladas e rendimento médio de 1,2 ton.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2007). O estado de Santa Catarina representou a menor área cultivada (18,2 mil hectares) com produtividade média de 910 kg.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2007). Os índices de produtividade normalmente estão relacionados com o grau de investimento no sistema de produção e o tipo de manejo adotado.

A ferrugem da folha causada pelo fungo *Puccinia coronata* Cda. f.sp. *avenae* Eriks e a helmintosporiose causada por *Drechslera avenae* (Eidam) El Sharif são duas doenças fúngicas foliares freqüentes nas regiões de cultivo do cereal. De acordo com MARTINELLI *et al.* (1994) a ferrugem da folha pode causar danos no rendimento de grãos na faixa de 57 a 62 %. O patógeno sobrevive no período de verão-outono parasitando plantas voluntárias de aveias. Tem sido relatado que algumas raças de *P. coronata* podem atacar o azevém (*Lolium multiflorum* L.) e a cevada (*Hordeum vulgare* L.) sobrevivendo, portanto nessas gramíneas (REIS & CASA, 2007). Os danos causados pela helmintosporiose não foram ainda quantificados no Brasil, mas acredita-se que a doença tornou-se preocupante a partir do momento em que as sementes de aveia passaram a ser produzidas em lavouras com plantio direto e monocultura. O fungo *D. avenae* apresenta as sementes infectadas e os restos culturais de aveia como principal fonte de inóculo (REIS & CASA, 2007).

Na lavoura a ferrugem da folha e a helmintosporiose podem ocorrer em diferentes intensidades na mesma planta ou folha simultaneamente. Os danos provocados neste caso se devem à redução na duração da área foliar fotossinteticamente ativa, resultando em menor

taxa de conversão da radiação solar incidente no dossel das plantas em matéria seca (BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996). O acúmulo de matéria seca pelas plantas é função da radiação absorvida, esta dada pela diferença entre a radiação interceptada pelas plantas e a radiação refletida. Com o aumento da intensidade de doenças foliares nas culturas agrícolas, como exemplo, o oídio na cultura do trigo, além da redução na quantidade de radiação interceptada ocorre também redução significativa na taxa de conversão (DAAMEN & JORRITSMA, 1990), ocasionando menor alocação de fotoassimilados aos grãos produzidos e de mais variáveis produtivas.

Deste modo, sabendo-se que a ferrugem da folha e a helmintosporiose ocasionam respectivamente redução da área foliar através da formação de pústula e necrose de tecidos foliares fotossintetizantes, objetivou-se neste trabalho correlacionar a intensidade destas duas doenças (patossistema múltiplo), em diferentes estádios fenológicos da cultura, através da relação entre incidência e severidade das doenças foliares, expressas pela área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), com o rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro.

#### 4.3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na área experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV/UEDESC, Lages, SC, nas safras agrícolas de 2006/07 e 2007/08, estando o município localizado no Planalto Sul do estado, correspondente às coordenadas geográficas 27° 50' 35'' de latitude sul e 50° 29' 45'' de longitude oeste. O solo da área experimental é classificado como Cambissolo Húmico alumínico Leptico, franco argilo-siltoso, derivado de rochas sedimentares, siltito da formação Rio-do-Rastro (EMBRAPA, 2008).

Os experimentos foram conduzidos utilizando-se duas cultivares de aveia branca: UPFA 20 Teixeira e UPFA 22 Temprana, ambas susceptíveis a ferrugem da folha.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, constando de dez tratamentos, totalizando 40 parcelas em cada experimento. Cada cultivar constituiu um experimento e as doses e épocas de aplicação do fungicida constituíram os tratamentos (Tabela 10).

As unidades experimentais constaram de parcelas com cinco metros de comprimento por um metro de largura, contendo cinco linhas de semeadura.

Tabela 10 – Doses e número de aplicações do fungicida para gerar o gradiente da intensidade da ferrugem da folha e helmintosporiose nas cultivares de aveia branca UPFA 20 e UPFA 22. Lages, SC, 2008.

<b>Tratamentos</b>	<b>Aplicações (n<sup>o</sup>)</b>
2. Testemunha	Sem aplicação
2. 33,25 + 12,5 g i.a <sup>1</sup>	Uma aplicação
3. 49,87 + 18,75 g i.a	Uma aplicação
4. 66,5 + 25 g i.a	Uma aplicação
5. 33,25 + 12,5 g i.a	Duas aplicações
6. 49,87 + 18,75 g i.a	Duas aplicações
7. 66,5 + 25 g i.a	Duas aplicações
8. 33,25 + 12,5 g i.a	Quatro aplicações
9. 49,87 + 18,75 g i.a	Quatro aplicações
10. 66,5 + 25 g i.a	Quatro aplicações

<sup>1</sup> Ingrediente ativo: Piraclostrobina + Epoxiconazole

Obs.: Primeira aplicação (afilhamento), segunda aplicação (alongamento), terceira aplicação (emborrachamento) e quarta aplicação (grão massa mole)

Antes da semeadura realizou-se a dessecação da área com a aplicação do herbicida glifosato (72 g i.a. ha<sup>-1</sup>). As sementes foram tratadas com inseticida imidacloprida (24 g i.a. para 100 kg de sementes), visando o controle de pragas do solo e de pulgões na fase inicial da cultura, e com o fungicida triadimenol (40 g de i.a. para 100 kg de sementes), visando controle de fungos associados à semente e proteção de oídio nos estádios iniciais.

A semeadura da aveia foi realizada no dia 12 de julho de 2006 e no dia 17 de julho de 2007, com replantio no dia 10 de agosto do mesmo ano devido à ocorrência de baixas temperaturas e geadas que ocasionaram morte de plântulas. Os ensaios foram instalados em área de rotação de culturas para a primeira safra agrícola e sob monocultura para a segunda safra agrícola. A semeadura foi no sistema de plantio direto com semeadora própria para parcelas experimentais, regulada no espaçamento de 0,20 metros entre linhas e com densidade populacional de 250 plantas m<sup>2</sup>.

Para adubação de base utilizou-se 300 kg.ha<sup>-1</sup> do fertilizante (N-P-K), fórmula 10-20-20. A adubação de cobertura foi realizada aos 35 dias após a semeadura com 150 kg.ha<sup>-1</sup> de

uréia (45 % de N).

O controle de plantas daninhas em pós-emergência foi feito com os herbicidas metsulfurom metílico (2,0 g i.a. ha<sup>-1</sup>) visando controle de folhas largas. O manejo do azevém (*Lolium multiflorum* L.) foi feito com capina manual. O controle de pulgões e lagartas foi feito com aplicação do inseticida Beta-cyfluthrin + imidacloprida (600 ml. ha<sup>-1</sup>).

O gradiente da intensidade das doenças fúngicas foliares nas duas cultivares foi gerado pelo número de aplicações (uma, duas e quatro) e doses (½, ¾ e dose indicada) de fungicida conforme metodologia usada por Sah & Mackenzie (1987), Reis *et al.* (2000) e Reis *et al.* (2002). O fungicida usado nas duas cultivares e nos dois anos agrícolas foi piraclostrobina + epoxiconazole (Opera) nas doses de 33,25+12,5, 49,87+18,75, 66,5+25 g de i.a. ha<sup>-1</sup>. O intervalo de tempo entre as aplicações foi relativo ao período de persistência do produto (aproximadamente 20 dias). O fungicida foi aplicado com pulverizador costal de precisão, com pressão constante gerada por gás CO<sub>2</sub>, com barra de dois metros contendo seis pontas de pulverização, com volume de calda de 200 litros.ha<sup>-1</sup>. A metodologia usada para obter o gradiente de intensidade das doenças com os respectivos graus de dano no rendimento de grãos constitui-se do método de parcela experimental usando o modelo de ponto crítico (BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996).

A quantificação da intensidade de doenças foliares foi feita de dez em dez dias, com base na incidência e na severidade foliar, de folhas verdes e expandidas da amostra de dez plantas coletadas ao acaso por parcela.

Os percentuais de incidência e severidade foliar obtidos em cada avaliação foram integrados em função do tempo (dias decorridos entre leituras consecutivas) para a determinação da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Para calcular a AACPD, utilizou-se a equação de (CAMPBELL & MADDEN, 1990).

$$AACPD = \sum_1^{n-1} \left( \frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

Onde  $n$  é o número de avaliações;  $y$  a intensidade da doença e  $t$  tempo quando da avaliação da intensidade da doença.

A colheita foi feita de forma manual, coletando-se todas as panículas de aveia em moldura com área de 0,25 m<sup>2</sup> disposta em dois pontos dentro de cada parcela. As panículas foram acondicionadas em casa de vegetação de vidro por três dias, visando reduzir os teores de umidade dos grãos para próximos de 120-130 g.kg<sup>-1</sup>. Procedeu-se a trilha em máquina estacionária, com posterior limpeza e pesagem dos grãos, determinando-se o rendimento por

parcela, com posterior conversão para hectare. A massa de mil grãos foi determinada por meio da contagem e pesagem em balança analítica de mil grãos de aveia por tratamento. Sendo o peso do hectolitro determinado por meio da balança tipo 40, própria para a determinação de peso específico nos cereais, marca DALLEMOLLE, conforme instrução normativa número 7, de 15 de agosto de 2001 do Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

Com os valores da área abaixo da curva do progresso da doença quantificada pela incidência e severidade foliar nas cultivares UPFA 20 e UPFA 22 procedeu-se a análise de regressão entre a AACPD com o rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro.

#### 4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o ciclo da cultura da aveia foram realizadas oito e sete avaliações de incidência e severidade foliar nas cultivares UPFA 20 e UPFA 22 respectivamente para safra agrícola de 2006/07 e seis avaliações de incidência e severidade para safra de 2007/08. Foram obtidas 24 equações de correlações negativas entre AACPD da incidência e da severidade com o rendimento de grãos, a massa de mil grãos e o peso do hectolitro nas duas cultivares de aveia (Tabelas 11, 12, 13 e 14).

Para UPFA 20 houve correlações negativas e significativas da AACPD com a massa de mil grãos e peso do hectolitro nas safras 2006 e 2007 (Tabelas 11 e 12; Figuras 9 e 10). Em relação ao rendimento de grãos houve correlação negativa e significativa na safra agrícola de 2007, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,94 (Figura 9A2) e 0,92 (Figura 10A2), mas não com coeficientes significativos para a safra 2006 (Figura 9A1 e Figura 10A1) (Tabelas 11 e 12). Este fato, possivelmente está relacionado à alta percentagem de quebra dos colmos e conseqüente acamamento desta variedade de aveia, que interferiu no rendimento de grãos, pois não houve diferença expressiva no rendimento em função dos tratamentos utilizados (Tabela 15), verificando-se desta forma com base na probabilidade ( $p=$ ) que independente da dose e do número de aplicação do fungicida o rendimento não foi influenciado. Outra questão que também contribuiu foi à ocorrência de geada no final de setembro de 2006, próximo ao estágio de emborrachamento das plantas, pois a UPFA 20 é sensível à geada (INDICAÇÕES, 2006). No entanto, correlações entre AACPD da incidência e severidade foliar com a massa

de mil grãos e o peso do hectolitro para este mesmo ano agrícola mostraram-se significativas, indicando que a presença dos patógenos sob os tecidos foliares correlaciona-se com redução da massa de mil grãos e peso do hectolitro (Figura 9B1, C1; Figura 10B1, C1). Em trabalhos conduzidos por CRUZ *et al.* (1999) as principais características ligadas a produção mais afetadas em virtude da ocorrência das doenças na cultura da aveia foram o peso médio das panículas e a massa de mil grãos.

Na safra agrícola de 2007, para UPFA 20 houve correlações negativas e significativas da AACPD com todas as variáveis produtivas em questão, inclusive com o rendimento de grãos (Tabelas 11 e 12). Neste ano agrícola não foi constatada a quebra de colmos e acamamento de plantas, possivelmente em virtude de uma re-semeadura da cultura tardiamente, o que ocasionou o encurtamento do ciclo das plantas, refletindo-se em menor emissão de folhas e estatura de plantas. Comparando-se os valores de rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro nesta cultivar para as duas safras agrícolas (Figura 9A1, A2; B1, B2 e C1, C2; Figura 10A1, A2; B1, B2 e C1, C2), verifica-se que na safra de 2007 os valores de rendimento de grãos e peso do hectolitro foram inferiores a 2006, exceto para massa de mil grãos. Estes valores inferiores possivelmente se devem à maior AACPD da severidade, fato que ocasionou maiores danos nestas variáveis de produção. No entanto, os valores da massa de mil grãos na safra de 2007 somente foram superiores a 2006 nos tratamentos que receberam as maiores doses e número de aplicações do fungicida, indicando desta forma, que o período de tempo que as plantas ficam no campo realizando o processo fotossintético pode ser um forte indicador para o maior ganho de matéria seca.

Na cultivar UPFA 22 houve correlações negativas e significativas da AACPD da incidência e severidade com o rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro para as duas safras agrícolas (Tabelas 13 e 14). Nesta cultivar não houve quebra de colmos e acamamento de plantas em nenhum dos anos agrícolas, sendo classificada como tolerante a geada (INDICAÇÕES, 2006). Na safra agrícola de 2006 os valores de rendimento de grãos e peso do hectolitro mostraram-se superiores a 2007 (Figura 11A1, A2; C1, C2; Figura 12A1, A2; C1, C2) exceto para massa de mil grãos (Figura 11B1, B2; Figura 12B1, B2). Analisando-se as correlações de AACPD com as variáveis produtivas (Tabelas 13 e 14) nota-se que os maiores danos ocorreram na safra de 2007, possivelmente em virtude dos maiores valores de AACPD, comportando-se a redução no rendimento de grãos, massa de mil grãos e o peso do hectolitro de acordo com a regressão linear (Figuras 11 e 12).

Deste modo, pode-se dizer que à medida que aumentou a intensidade das doenças foliares nas cultivares UPFA 20 e UPFA 22, diminuiu o rendimento de grãos, massa de mil

grãos e peso do hectolitro (Figuras 9, 10, 11, 12). Neste sentido, fica evidente que as doenças foliares desempenham um importante papel de inibição do processo fotossintético, por ocasionar a diminuição da área foliar das plantas.

Com a determinação da AACPD através da incidência e severidade de doenças foliares pode-se verificar que a cultivar de aveia branca UPFA 20 apresentou uma maior intensidade de doenças, nas safras agrícola, 2006 e 2007 (Figuras 13 e 14), indicando maior suscetibilidade a ferrugem da folha e a helmintosporiose.

Contatou-se que a AACPD teve seus valores diminuídos à medida que se aumentou a dose e o número de aplicações do fungicida nos dois anos agrícolas (Figura 13A1, A2; Figura 14A1, A2), verificando-se dessa forma a eficiência de controle do fungicida. A maior severidade das doenças foliares ocorreu no ano de 2007 para as duas cultivares (Figura 14A2), indicando que a época de semeadura e o sistema de monocultura empregado no segundo ano de cultivo proporcionaram condições propícias para a infecção e crescimento da doença, principalmente para o agente causal da helmintosporiose que sobrevive na palha existente de um ano para outro (REIS *et al.*, 2007).

Tabela 11 - Área abaixo da curva de progresso da incidência de doenças foliares sobre o rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro na cultivar de aveia branca UPFA 20 Teixeirainha nas safras agrícolas 2006 e 2007. Lages, SC. 2008.

Safra	Análise de Regressão	Equação	p =	R <sup>2</sup>
2006	AACPD x RG	$\hat{y} = 5.908,9 - 0,1874 x$	0,1485	0,2424
	AACPD x MMG	$\hat{y} = 47.102 - 0,0018 x$	0,00000139	0,9528
	AACPD x PH	$\hat{y} = 49.086 - 0,0006 x$	0,0004	0,8029
2007	AACPD x RG	$\hat{y} = 8.701 - 1,4423 x$	0,000003	0,9403
	AACPD x MMG	$\hat{y} = 66.19 - 0,0078 x$	0,000715	0,7793
	AACPD x PH	$\hat{y} = 45.354 - 0,0016 x$	0,0034	0,6763

RG = Rendimento de grãos; MMG = Massa de mil grãos; PH = Peso do hectolitro

Tabela 12 - Área abaixo da curva de progresso da severidade de doenças foliares sobre o rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro na cultivar de aveia branca UPFA 20 Teixeirainha nas safras agrícolas 2006 e 2007. Lages, SC. 2008.

Safra	Análise de Regressão	Equação	p =	R <sup>2</sup>
2006	AACPD x RG	$\hat{y} = 5.705,3 - 4,4771 x$	0,0521	0,3936
	AACPD x MMG	$\hat{y} = 44.005 - 0,0307 x$	0,0005	0,7927
	AACPD x PH	$\hat{y} = 48.163 - 0,0112 x$	0,0003	0,817
2007	AACPD x RG	$\hat{y} = 5.689 - 18,579 x$	0,000010	0,922
	AACPD x MMG	$\hat{y} = 49.755 - 0,1005 x$	0,001089	0,7555
	AACPD x PH	$\hat{y} = 41.891 - 0,0208 x$	0,005276	0,6429

RG = Rendimento de grãos; MMG = Massa de mil grãos; PH = Peso do hectolitro

Tabela 13 - Área abaixo da curva de progresso da incidência de doenças foliares sobre o rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro na cultivar de aveia branca UPFA 22 Temprana nas safras agrícolas 2006 e 2007. Lages, SC.

Safra	Análise de Regressão	Equação	p =	R <sup>2</sup>
2006	AACPD x RG	$\hat{y} = 6.001 - 0,4329 x$	0,0055	0,6385
	AACPD x MMG	$\hat{y} = 40.46 - 0,0015 x$	0,000072	0,8741
	AACPD x PH	$\hat{y} = 51.622 - 0,0018 x$	0,000013	0,9183
2007	AACPD x RG	$\hat{y} = 7.115,3 - 1,1891 x$	0,000039	0,8918
	AACPD x MMG	$\hat{y} = 49.213 - 0,0047 x$	0,000008	0,9256
	AACPD x PH	$\hat{y} = 47.583 - 0,0023 x$	0,001414	0,7396

RG = Rendimento de grãos; MMG = Massa de mil grãos; PH = Peso do hectolitro

Tabela 14 - Área abaixo da curva de progresso da severidade de doenças foliares sobre o rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro na cultivar de aveia branca UPFA 22 Temprana nas safras agrícolas 2006 e 2007. Lages, SC.

Safra	Análise de Regressão	Equação	p =	R <sup>2</sup>
2006	AACPD x RG	$\hat{y} = 5.422,7 - 11,688 x$	0,0144	0,5473
	AACPD x MMG	$\hat{y} = 38.576 - 0,0442 x$	0,000084	0,8694
	AACPD x PH	$\hat{y} = 49.247 - 0,0478 x$	0,00064	0,7845
2007	AACPD x RG	$\hat{y} = 5.209,0 - 19,549 x$	0,0000074	0,9284
	AACPD x MMG	$\hat{y} = 41.643 - 0,0767 x$	0,0000016	0,9512
	AACPD x PH	$\hat{y} = 43.974 - 0,0381 x$	0,0005323	0,7946

RG = Rendimento de grãos; MMG = Massa de mil grãos; PH = Peso do hectolitro

Tabela 15 - Doses do fungicida, número de aplicações e rendimento de grãos na cultivar de aveia branca UPFA 20 Teixeira. Lages, SC na safra agrícola de 2006.

Tratamento	Dose (g i.a. ha <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	Aplicações (n <sup>o</sup> )	Rendimento (Kg ha <sup>-1</sup> )
1	--	Testemunha	5.314,0
2	33,25 + 12,5	1	4.938,8
3	49,87 + 18,75	1	5.193,2
4	66,5 + 25	1	5.301,4
5	33,25 + 12,5	2	4.960,0
6	49,87 + 18,75	2	5.198,6
7	66,5 + 25	2	5.805,8
8	33,25 + 12,5	4	5.203,8
9	49,87 + 18,75	4	5.368,6
10	66,5 + 25	4	5.574,4

<sup>1</sup>Fungicida Piraclostrobina+Epoxiconazole

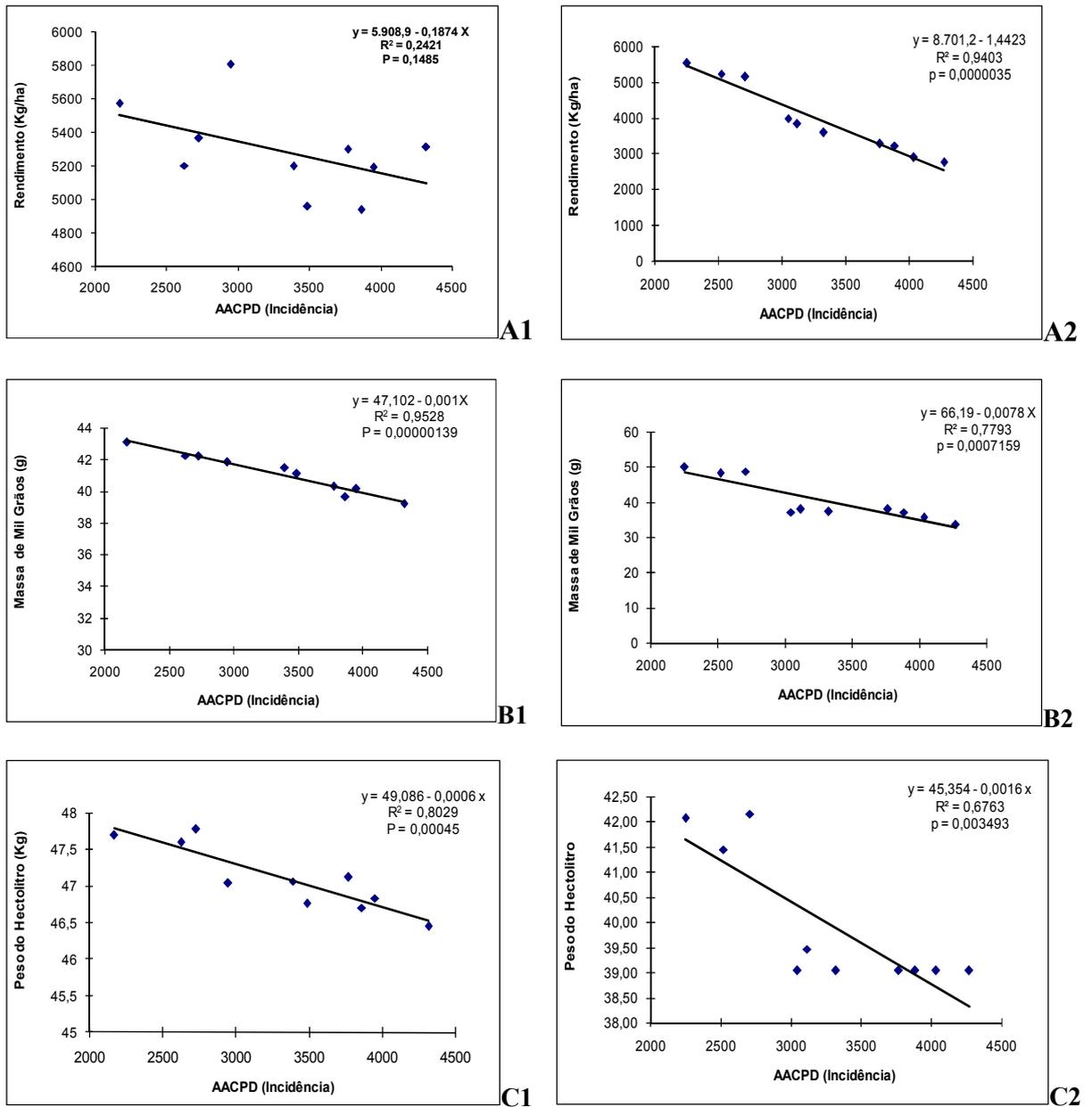


Figura 9 - Relação entre a área abaixo da curva de progresso da incidência de doenças foliares e o rendimento de grãos (A1, A2), a massa de mil grãos (B1, B2) e o peso do hectolitro (C1, C2) na cultivar de aveia branca UPFA 20 Lages, SC, safras 2006 (A1, B1, C1) e 2007 (A2, B2, C2). Lages, SC, 2008.

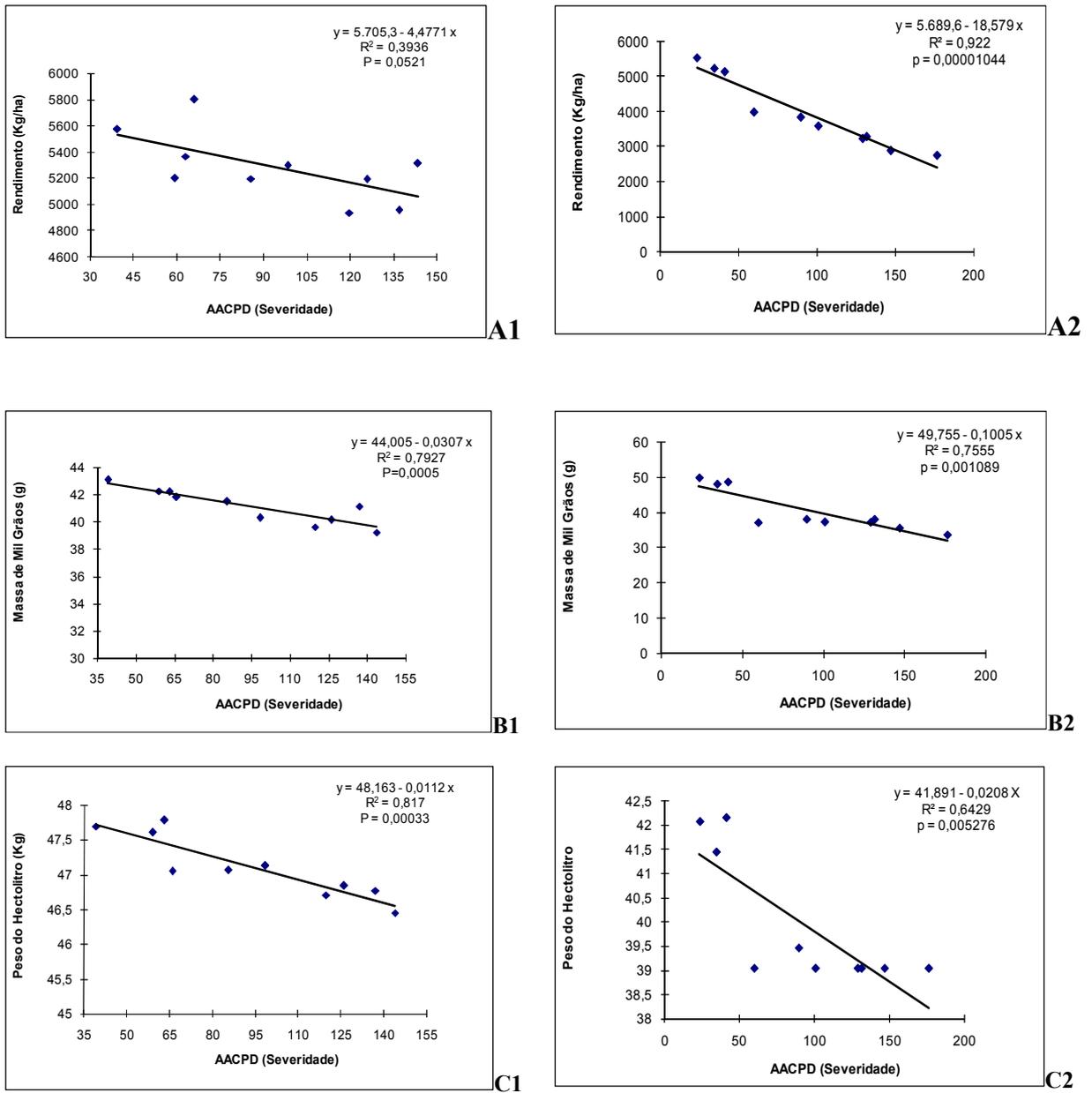
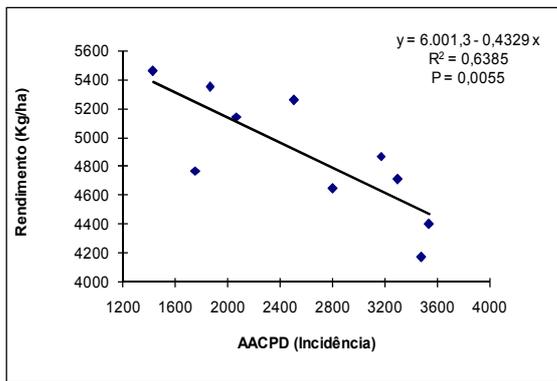
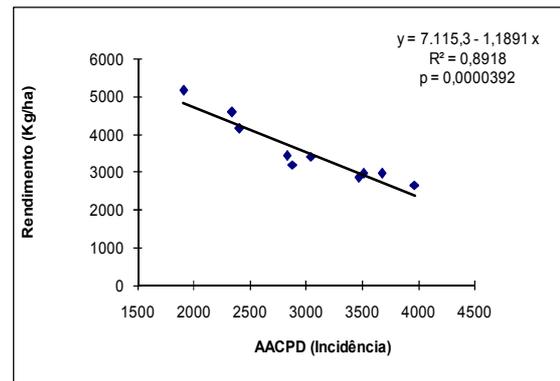


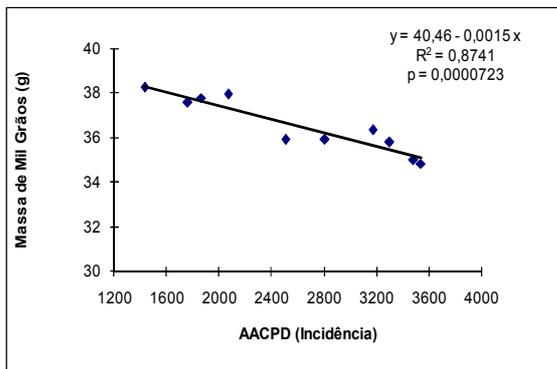
Figura 10 - Relação entre a área abaixo da curva de progresso da severidade de doenças foliares e o rendimento de grãos (A1, A2), a massa de mil grãos (B1, B2) e o peso do hectolitro (C1, C2) na cultivar de aveia branca UPFA 20 Lages, SC, safras 2006 (A1, B1, C1) e 2007 (A2, B2, C2). Lages, SC, 2008.



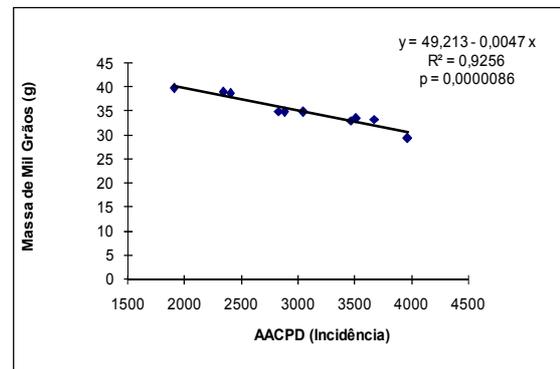
A1



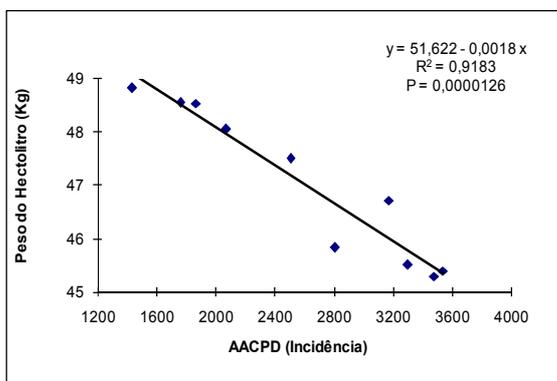
A2



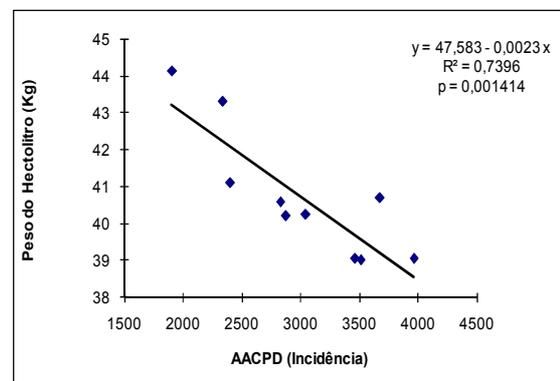
B1



B2

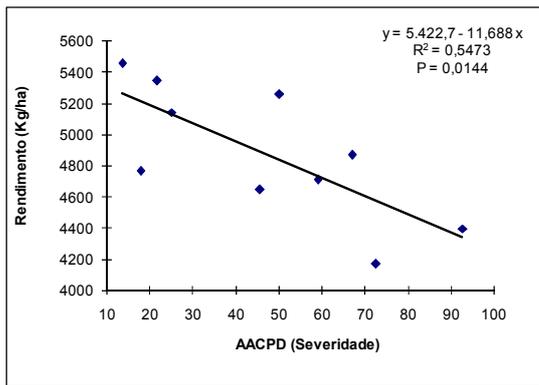


C1

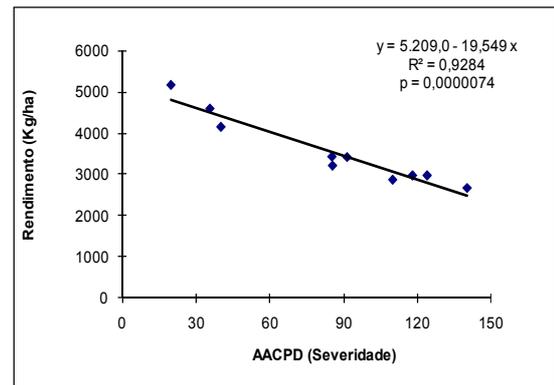


C2

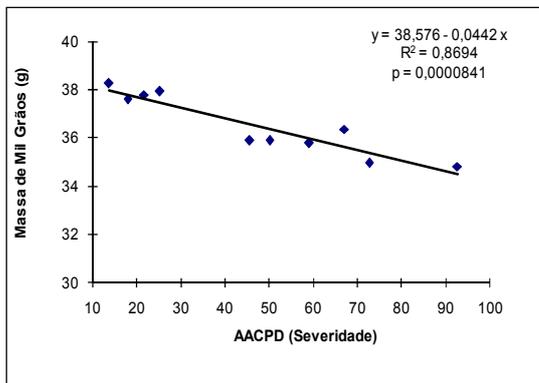
Figura 11 - Relação entre a área abaixo da curva de progresso da incidência de doenças foliares e o rendimento de grãos (A1, A2), a massa de mil grãos (B1, B2) e o peso do hectolitro (C1, C2) na cultivar de aveia branca UPFA 22 Lages, SC, safras 2006 (A1, B1, C1) e 2007 (A2, B2, C2). Lages, SC. 2008.



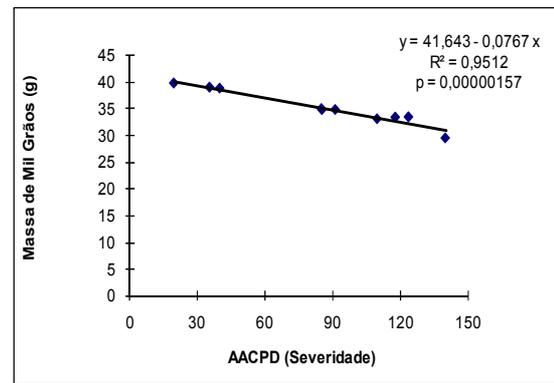
A1



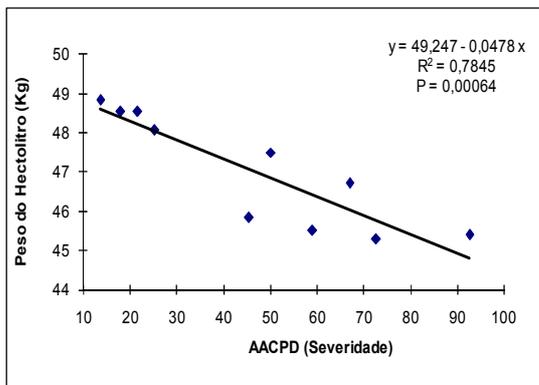
A2



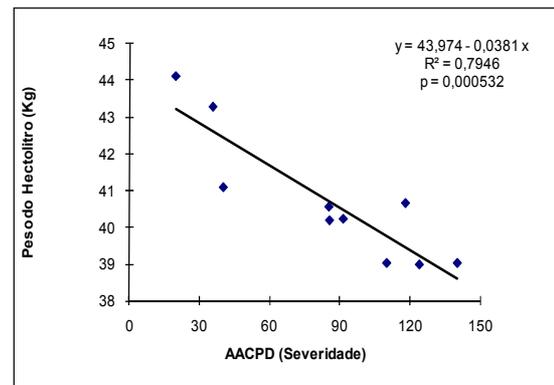
B1



B2



C1



C2

Figura 12 - Relação entre a área abaixo da curva de progresso da severidade de doenças foliares e o rendimento de grãos (A1, A2), a massa de mil grãos (B1, B2) e o peso do hectolitro (C1, C2) na cultivar de aveia branca UPFA 22 Lages, SC, safras 2006 (A1, B1, C1) e 2007 (A2, B2, C2). Lages, SC, 2008.

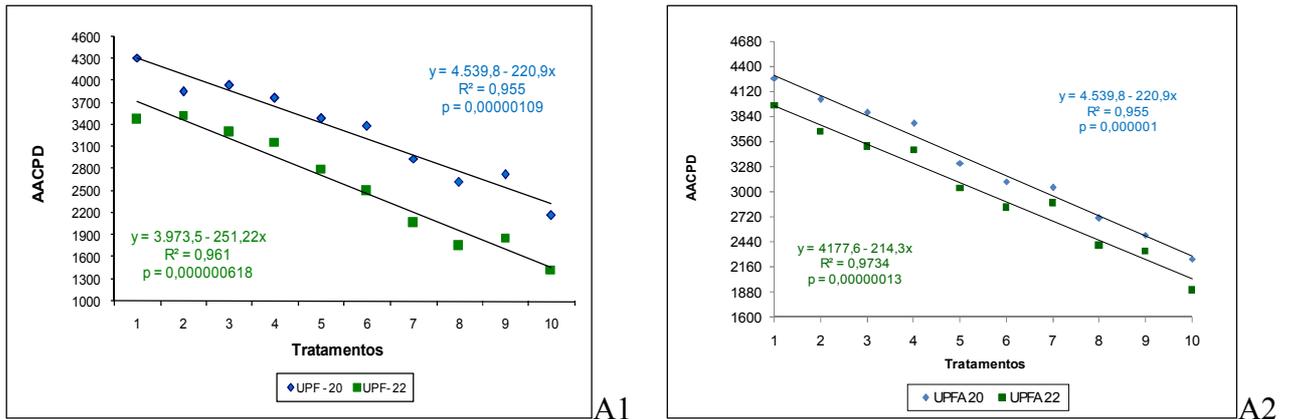


Figura 13 - Relação entre área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para patossistema múltiplo com base na incidência foliar nos diferentes tratamentos para as cultivares de aveia branca UPFA 20 e UPFA 22, na safra agrícola de 2006 (A1) e safra agrícola de 2007 (A2). Lages, SC.

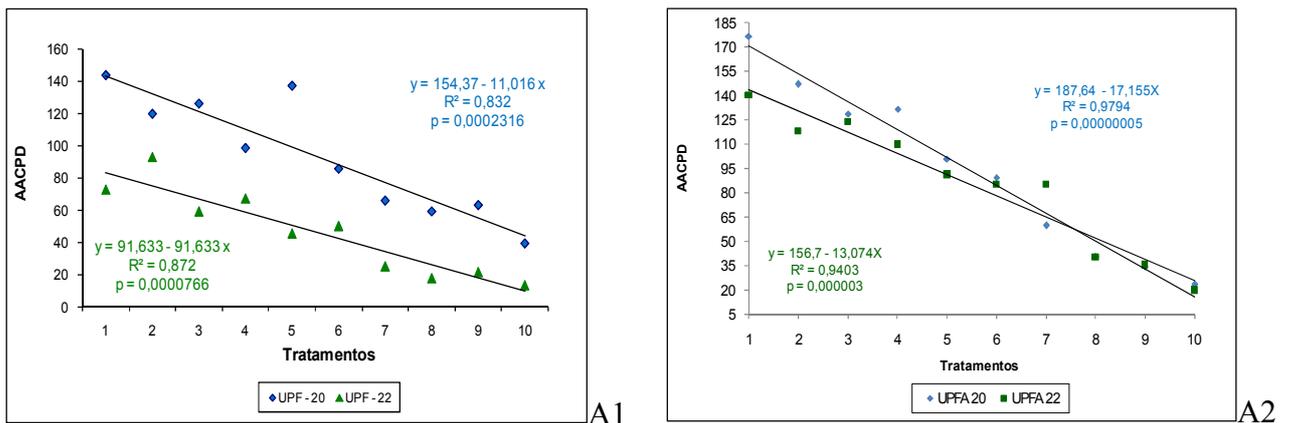


Figura 14 - Relação entre área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para patossistema múltiplo com base na severidade foliar nos diferentes tratamentos para as cultivares de aveia branca UPFA 20 e UPFA 22, na safra agrícola de 2006 (A1) e safra agrícola de 2007 (A2). Lages, SC.

#### 4.5 CONCLUSÕES

De modo geral houve correlações negativas e significativas da AACPD com rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro nas cultivares de aveia branca UPFA 20 e UPFA 22.

O rendimento de grãos foi a variável produtiva mais afetada pela intensidade das doenças, seguido da massa de mil grãos e peso do hectolitro.

À medida que houve aumento da AACPD ocorreu redução das variáveis produtivas nas duas cultivares.

Pela AACPD mostrou-se que a cultivar de aveia branca UPFA 20 foi mais suscetível às doenças fúngicas foliares do que a UPFA 22.

## **5 CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES NA AVEIA BRANCA E DANOS NA PRODUÇÃO EM RESPOSTA A DOSE E AO NÚMERO DE APLICAÇÕES DE FUNGICIDA**

### 5.1 RESUMO

A ferrugem da folha e a helmintosporiose são doenças foliares que afetam os componentes de rendimento da aveia branca. Os danos são atribuídos à redução da área foliar fotossintetizante da planta. O objetivo deste trabalho foi quantificar os danos causados pelas duas doenças, considerando um patossistema múltiplo, no rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro, bem como determinar a porcentagem de controle destas doenças em resposta ao número (uma, duas e quatro) e dose ( $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  e dose indicada) de aplicação do fungicida piraclostrobina + epoxiconazole nas cultivares de aveia branca UPFA 20 Teixeirainha e UPFA 22 Temprana. Os experimentos foram conduzidos na safra agrícola de 2006 em área de rotação de culturas e na safra de 2007 em área de monocultura. Cada experimento constou de 10 tratamentos, distribuídos em blocos ao acaso, com quatro repetições. A intensidade das doenças foi quantificada entre os estádios fenológicos do início do afilhamento e de grão em massa dura. Os dados de incidência e severidade foliar foram usados para calcular a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). A doença predominante nas duas safras e em ambas as cultivares até o início do florescimento foi a helmintosporiose. A ferrugem da folha teve sua intensidade aumentada nos estádios subsequentes. Os danos no rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro foram maiores na safra de 2007 para as duas cultivares, com valores percentuais variando respectivamente de 5,46% a 50,30%, 3,56% a 32,72%, 1,49% a 7,20% na cultivar UPFA 20, e de 11,10% a 48,45%, 2,08% a 26,01%, 1,88% a 11,51% para cultivar UPFA 22. Os valores de AACPD indicaram maior intensidade das doenças em 2007, possivelmente pela maior disponibilidade de inóculo no sistema de monocultura. A cultivar UPFA 20 foi mais

suscetível, no entanto, apresentou maiores valores dos componentes de rendimento. O controle das doenças foi maior nas duas cultivares na safra 2007, atingindo 86,74% e 85,90% respectivamente para UPFA 20 e UPFA 22. O maior retorno econômico do controle químico para safra de 2006 nas duas cultivares ocorreu com duas aplicações do fungicida na dose indicada, e na safra de 2007 com quatro aplicações.

**Palavras chave:** *Avena sativa*, componentes do rendimento, controle químico, *Puccinia coronata*, *Drechslera avenae*

#### 5.1.1 Abstract

#### WHITE OAT LEAF DISEASES CONTROL AND PRODUCTION DAMAGES IN RESPONSE TO RATE AND NUMBER OF FUNGICIDE APPLICATIONS

The leaf rust and helminthosporiosis are leaf diseases that can affect the culture productive components. The damages are due to the reduction of the plant green area photosynthesis. This report aimed to quantify the injuries caused by these diseases considering a multiple pathosystem in the grain yield, a thousand grain mass and hectoliter weight, and determine these diseases control percentage in response to the number (one, two and four) and rate ( $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  and indicated rate) of piraclostrobina + epoxiconazole fungicide application in the UPFA 20 Teixeira and UPFA 22 Temprana white oat cultivars. The experiments in 2006 harvest was performed in area of crop rotation and in 2007 harvest under monoculture. The assays consisted of 10 treatments, distributed randomly in blocks with four replications. In both cultivars the diseases intensity was quantified in phenological stages between the start of tillering and hard dough. The leaf incidence and severity data were submitted to the area under the disease progress curve (AUDPC). In general the predominant disease in both agricultural harvests and two oat cultivars until the flowering beginning was the helminthosporium. The leaf rust intensity increased in the subsequent stages. The grain yield, thousand grains mass and hectoliter weight damage were higher in the 2007 harvest for both cultivars, with percentages varying respectively from 5.46% to 50.30%, 3.56% to 32.72

%, 1.49% to 7.20% in the UPFA 20 cultivar, and from 11.10% to 48.45%, 2.08% to 26.01%, 1.88% to 11.51% for UPFA 22 cultivar. Comparing the AUDPC values it is noticed that in 2007 there were greater diseases intensity, possibly due the monoculture system. The AUDPC values showed that the UPFA 20 cultivar is more susceptible, although, it showed higher values for grain yield. The control percentage of leaf diseases was higher in the two cultivars in the 2007 harvest, reaching based on the leaf severity 86.74% and 85.90% respectively for UPFA 20 and UPFA22. In harvest 2006, the higher economic return of chemical in both cultivars was performed with two applications of fungicide on indicated rate, and harvest 2007 with four applications.

**Keywords:** *Avena sativa*, yield components, chemical control, *Puccinia coronata*, *Drechslera avenae*

## 5.2 INTRODUÇÃO

A aveia branca (*Avena sativa* L.) se desta como importante alternativa para compor o sistema de rotação de culturas no sistema plantio direto. Pode ser explorada comercialmente por meio da produção de grãos, formação de pastagens de inverno e primavera, elaboração de feno ou silagem e cobertura verde/morta do solo (GOELLNER & FLOSS, 2001; INDICAÇÕES, 2006).

No Brasil a área cultivada com aveia branca na safra agrícola de 2006 foi de 320 mil hectares com rendimento médio de 1,2 ton.ha<sup>-1</sup>. Os principais estados produtores são Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. O estado de Santa Catarina caracteriza-se por apresentar a menor área cultivada, com produção de 17 mil toneladas e produtividade média de 900 kg.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2007).

As regiões produtoras deste cereal apresentam fertilidade do solo, clima e tecnologia de produção favorável ao cultivo de cultivares com alto potencial de rendimento e qualidade de grãos. No entanto, a falta de materiais com resistência genética a determinadas doenças e o manejo incorreto das lavouras tem ocasionado reduções significativas na produção e aumento

dos custos, principalmente pelo crescente número de pulverizações com fungicidas nos órgãos aéreos da cultura (MARTINELLI, 2003).

As principais características ligadas ao rendimento mais afetadas em virtude da ocorrência de doenças são o peso médio de panículas e o peso de mil grãos (CRUZ et al., 1999). Atribui-se tal fato a redução da área fotossintética e interferência na translocação dos produtos sintetizados das folhas para os grãos em formação, ocasionando a formação de grãos murchos, com pouco ou nenhum valor comercial e nutricional (SIMONS, 1985).

Entre as doenças fúngicas foliares que atacam a aveia branca, a ferrugem da folha ocasionada pelo fungo *Puccinia coronata* f.sp. *avenae* Eriks é considerada a enfermidade mais importante da cultura, ocorrendo em todas as regiões onde se cultiva o cereal (FORCELINI & REIS, 2005). O rendimento e a qualidade dos grãos podem sofrer decréscimos acima de 30%, podendo chegar até 62% em cultivares suscetíveis (SIMONS et al., 1983; MARTINELLI et al., 1994). Doehlert & McMullen (2000) observaram elevada quebra dos grãos durante o descascamento, em lotes de aveia oriundos de locais onde ocorreu epidemia da ferrugem da folha. Outra doença importante é a helmintosporiose causada pelo fungo *Drechslera avenae* (Eidam) El Sharif. Os danos causados por este patógeno não foram ainda quantificados, mas sabe-se que a doença apresenta maior intensidade quando se cultiva aveia em sistema de plantio direto e monocultura (REIS & CASA, 2007).

Na lavoura as doenças ocorrem simultaneamente na mesma folha e planta, acarretando maior área foliar afetada e como consequência, incremento nos danos devido redução da área foliar fotossintetizante. O objetivo deste trabalho foi correlacionar o percentual de dano causado pela ferrugem da folha e helmintosporiose (patossistema múltiplo) com o rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro, além de determinar o percentual das doenças pelo número de aplicação e dose de fungicida em duas cultivares de aveia branca nas safras agrícolas de 2006 e 2007.

### 5.3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na área experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV/UEDESC, Lages, SC, nas safras agrícolas de 2006 e 2007. O município está localizado no Planalto Sul de Santa

Catarina, correspondente às coordenadas geográficas 27° 50' 35'' de latitude sul e 50° 29' 45'' de longitude oeste. O solo da área experimental é classificado como Cambissolo Húmico aluminoso Leptico, franco argilo-siltoso, derivado de rochas sedimentares, siltito da formação Rio-do-Rastro (EMBRAPA, 2008).

As cultivares de aveia branca utilizadas foram: UPFA 20 Teixeira e UPFA 22 Temprana, ambas susceptíveis a ferrugem da folha.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, constando de dez tratamentos, totalizando 40 parcelas em cada experimento. Cada cultivar constituiu um experimento e as doses e épocas de aplicação do fungicida constituíram os tratamentos (Tabela 16). As unidades experimentais constaram de parcelas com cinco metros de comprimento por um metro de largura, contendo cinco linhas de semeadura.

Tabela 16 – Doses e número de aplicações do fungicida para gerar o gradiente da intensidade da ferrugem da folha e helmintosporiose nas cultivares de aveia branca UPFA 20 e UPFA 22. Lages, SC, 2008.

Tratamentos/Dose	Aplicações (n)
Testemunha	Sem aplicação
2. 33,25 + 12,5 g i.a <sup>1</sup>	Uma aplicação
3. 49,87 + 18,75 g i.a	Uma aplicação
4. 66,5 + 25 g i.a	Uma aplicação
5. 33,25 + 12,5 g i.a	Duas aplicações
6. 49,87 + 18,75 g i.a	Duas aplicações
7. 66,5 + 25 g i.a	Duas aplicações
8. 33,25 + 12,5 g i.	Quatro aplicações
9. 49,87 + 18,75 g i.a	Quatro aplicações
10. 66,5 + 25 g i.a	Quatro aplicações

<sup>1</sup> Ingrediente ativo: Piraclostrobina + Epoxiconazole

Obs.: Primeira aplicação (afilhamento), segunda aplicação (alongamento), terceira aplicação (emborrachamento) e quarta aplicação (grão massa mole)

Antes da semeadura realizou-se a dessecação da área com a aplicação do herbicida glifosato (72 g i.a. ha<sup>-1</sup>). As sementes foram tratadas com inseticida imidacloprida (24 g i.a. para 100 kg de sementes), para controle de pragas do solo e de pulgões na fase inicial da cultura, e com o fungicida triadimenol (40 g de i.a. para 100 kg de sementes), visando controle de fungos associados à semente e proteção de oídio nos estádios iniciais.

A semeadura da aveia foi realizada no dia 12 de julho de 2006 e no dia 17 de julho de 2007, com replantio no dia 10 de agosto do mesmo ano devido à ocorrência de baixas temperaturas e geadas que ocasionaram morte de plântulas. Os experimentos foram instalados em área de plantio direto sob rotação de culturas em 2006 e sob monocultura em 2007, com semeadora própria para parcelas experimentais, regulada com espaçamento entre linhas de 0,20 metros e com densidade populacional de 250 plantas m<sup>2</sup>.

Nas duas safras a adubação de base constou de 300 kg.ha<sup>-1</sup> do fertilizante (N-P-K), fórmula 10-20-20. A adubação de cobertura foi feita 35 dias após a semeadura com 150 kg.ha<sup>-1</sup> de uréia (45% de N).

O controle de plantas daninhas em pós-emergência foi feito com os herbicidas metsulfurom metílico (2,0 g i.a. ha<sup>-1</sup>) para controle de folhas largas. O manejo do azevém (*Lolium multiflorum* L.) foi feito com capina manual. O controle de pulgões e lagartas foi feito com aplicação do inseticida Beta-cyfluthrina + imidacloprida (600 ml. ha<sup>-1</sup>).

O gradiente da intensidade das doenças nas duas cultivares foi gerado pelo número de aplicações (uma, duas e quatro) e doses (½, ¾ e dose indicada) de fungicida conforme metodologia usada por Sah & Mackenzie (1987) e Reis et al., (2000; 2002). O fungicida usado nas duas cultivares e nos dois anos agrícolas foi piraclostrobina + epoxiconazole (Opera) nas doses de 33,25+12,5, 49,87+18,75, 66,5+25 g de i.a. ha<sup>-1</sup>. O intervalo entre aplicações foi relativo ao período de persistência do produto (aproximadamente 20 dias). O fungicida foi aplicado com pulverizador costal de precisão, com pressão constante gerada por gás CO<sub>2</sub>, com barra de dois metros contendo seis bicos de pulverização, com volume de calda de 200 litros.ha<sup>-1</sup>. A metodologia usada para obter o gradiente de intensidade das doenças com os respectivos graus de dano no rendimento de grãos constitui-se do método de parcela experimental usando o modelo de ponto crítico (BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996).

A quantificação das doenças foi feita em intervalos de dez dias, com base na incidência e na severidade foliar, nas folhas verdes e expandidas, de dez plantas coletadas ao acaso por parcela. Os percentuais de incidência e severidade obtidos em cada avaliação foram integrados em função do tempo (dias decorridos entre leituras consecutivas) para a determinação da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Para calcular a AACPD, utilizou-se a equação de (CAMPBELL & MADDEN, 1990).

$$AACPD = \sum_i^{n-1} \left[ \frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right] (t_{i+1} - t_i)$$

Onde,  $n$  é o número de avaliações,  $y$  a intensidade da doença e  $t$  tempo quando da avaliação da intensidade da doença.

A colheita foi feita de forma manual, coletando-se todas as panículas de aveia em moldura com área de 0,25 m<sup>2</sup> disposta em dois pontos dentro de cada parcela. As panículas foram acondicionadas em casa de vegetação de vidro por três dias, visando reduzir os teores de umidade dos grãos para próximos de 120-130 g.kg<sup>-1</sup>. Procedeu-se a trilha em máquina estacionária, com posterior limpeza e pesagem dos grãos, determinando-se o rendimento por parcela, e posterior conversão para hectare. A massa de mil grãos foi determinada pela contagem e pesagem em balança analítica de quatro repetições de 250 grãos de aveia por tratamento. O peso do hectolitro foi determinado usando a balança tipo 40, própria para cereais, marca DALLEMOLLE, conforme instrução normativa número 7, de 15 de agosto de 2001 do Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

O percentual de dano ocasionado pelas doenças foliares nos componentes do rendimento foi calculado em detrimento as diferentes doses e número de aplicação do fungicida. Com os valores da AACPD, quantificadas por meio da incidência (AACPI) e severidade (AACPS), calculou-se o percentual de controle de doenças foliares (patossistema múltiplo) comparando-se os tratamentos.

#### 5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na safra de 2006 a helmintosporiose foi a doença foliar predominante nas cultivares de aveia branca UPFA 20 e UPFA 22 até o estágio de desenvolvimento de início do florescimento, com surgimento e aumento da intensidade da ferrugem da folha nos estádios subseqüentes, favorecida pelo aumento da temperatura do ar. Na safra de 2007 a ferrugem da folha e a helmintosporiose ocorreram com intensidade similar nas duas cultivares desde o início do alongamento das plantas.

Os maiores percentuais de danos nos componentes do rendimento ocorreram na safra de 2007 para ambas as cultivares (Tabelas 17 e 18). Os danos causados pelas doenças foliares na cultivar UPFA 20 na safra de 2007 variaram de 5,46% a 50,3%, 3,56% a 32,72% e 1,49% a 7,2% respectivamente para rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro. Na safra de 2006, os danos variaram de 3,69% a 4,67%, 1,95% a 8,92% e 0,18% a 2,62%. Os

maiores danos ocorridos em 2007 e verificados pelos maiores valores de AACPD (Tabelas 19 e 20) possivelmente foram decorrentes do cultivo em monocultura, com a existência de maior pressão de inóculo dos patógenos causadores de manchas foliares; realização da re-semeadura mais tardiamente, ocasionando nas plantas um encurtamento da fase vegetativa com menor exposição de folhas; e maior intensidade da ferrugem da folha, propiciada pelo aumento da temperatura do ar nas fases iniciais do desenvolvimento da cultura. Os percentuais de danos na cultivar UPFA 22 na safra 2007 atingiram valores que variaram de 11,10% a 48,45%, 2,08% a 26,01% e 1,88% a 11,51% para o rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro respectivamente (Tabela 18), sendo superiores ao da safra 2006, de 2,00% a 23,52%, 1,22% a 8,96% e 0,57% a 7,21% possivelmente em virtude dos mesmos fatores de manejo e de intensidades de doenças ocorrentes na cultivar UPFA 20.

Analisando-se os valores de rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro nas safras de 2006 e 2007 para os tratamentos 7 e 10, correspondentes a duas e quatro aplicações do fungicida com dose recomendada pelo fabricante, na cultivar UPFA 22 verifica-se que na safra 2007 houve incremento significativo das variáveis produtivas (Tabela 18), respondendo mais positivamente ao número de aplicações do produto. O incremento no rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro foi de 61,19%, 14,37% e 9,74% respectivamente, enquanto que na safra 2006 foi de 6,06%, 0,89% e 1,58%.

A menor percentagem de dano ocorrido em 2006 para cultivar UPFA 20 pode ser explicada porque em seis tratamentos o rendimento de grãos foi inferior ao da testemunha, e independente da dose e número de aplicação do fungicida não houve diferença estatística entre os tratamentos para rendimento de grãos e massa de mil grãos (Tabela 17). Neste caso o gradiente de rendimento não foi gerado, fato que pode ser contribuído a alta percentagem de quebra dos colmos e conseqüente acamamento desta variedade de aveia, o que deve ter interferido no rendimento de grãos. Além disto, houve a ocorrência de geada no final de setembro, próximo do emborrachamento das plantas, o que injuriou a cultivar UPFA 20 que é classificada como sensível à geada (INDICAÇÕES, 2006).

Em geral as maiores intensidades das doenças foliares nas duas cultivares foram constatadas na testemunha e nos tratamentos que receberam as menores doses e número de aplicação do fungicida (Tabelas 19 e 20). Os tratamentos 8, 9 e 10, com quatro aplicações do fungicida apresentaram menor intensidade de doença, verificados pelos menores valores de AACPD (Tabelas 19 e 20) com conseqüente aumento nos componentes do rendimento (Tabelas 17 e 18). Chaves et al. (2002), também constataram que maiores valores de AACPD

para ferrugem da folha apresentam efeito significativo na redução do rendimento e qualidade dos grãos de aveia.

No entanto, fazendo-se uma avaliação quanto ao número e dose de aplicação do fungicida nos diferentes tratamentos (Tabela 17 e 18) verificou-se que para as cultivares UPFA 20 e UPFA 22 na safra de 2006, somente o peso do hectolitro diferiu estatisticamente para todos os tratamentos. Em 2007, nas duas cultivares houve diferença estatística para todas as variáveis produtivas. A cultivar UPFA 20 diferiu estatisticamente quanto a duas e quatro aplicações de dose recomendada (tratamentos 7 e 10), para rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro, indicando que uma aplicação a mais do fungicida incrementa as variáveis produtivas significativamente. Entretanto, diferentes doses do produto com quatro aplicações não diferiram estatisticamente entre si (tratamentos 8, 9 e 10). Para UPFA 22 houve diferença estatística, somente para rendimento de grãos e massa de mil grãos (tratamentos 7 e 10), diferindo o peso do hectolitro somente entre uma e quatro aplicações do fungicida (tratamentos 4 e 10). Igualmente a cultivar UFPA 20 o aumento na dose do produto com quatro aplicações não se mostraram significativas para o incremento das variáveis produtivas nesta cultivar.

A cultivar UPFA 20 apresentou maiores valores de AACPD nas duas safras agrícolas (Tabela 19), mostrando ser mais suscetível ao ataque da ferrugem da folha e da helmintosporiose. No entanto, os valores de rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro mostraram-se superiores nesta cultivar de aveia, relação à UPFA 22 (Tabelas 17 e 18).

A maior percentagem de controle das doenças foi observada pela variável severidade foliar, devendo-se a ação sistêmica do fungicida, pois o mesmo movimentava-se ascendentemente sobre o limbo foliar, ficando a base da folha desprotegida e suscetível a novas infecções dos patógenos com conseqüente aumento da incidência foliar (Tabelas 19 e 20). O controle das doenças, quantificado por meio da severidade, em 2007, nas cultivares UPFA 20 e UPFA 22, foi de 86,74% e 85,90% respectivamente, valores superiores aos obtidos em 2006 (72,63% e 81,26%).

Fazendo-se uma análise econômica entre custo e benefício, para as safras de 2006 e 2007 nas duas cultivares, verificou-se que a UPFA 20 apresentou retorno econômico para uma, duas e quatro aplicações do fungicida em 2007 e somente para duas aplicações em 2006. Já a UPFA 22 neste mesmo ano apresentou retorno econômico para uma, duas e quatro aplicações, no entanto, em 2007 teve retorno econômico somente para duas e quatro aplicações. Analisando os tratamentos que receberam a dose recomendada pelo fabricante em

relação à testemunha e tomando-se como exemplo a cultivar UPFA 20 na safra de 2007 (Tabela 17) houve diferença no rendimento de grãos de 536 kg, 1.239 kg e 2.790 kg respectivamente para tratamento 4, 7 e 10. Considerando o preço da tonelada da aveia (R\$ 240,00) tem-se um lucro por hectare para esses tratamentos de R\$ 128,50, R\$ 297,20 e R\$ 669,64. De posse destes valores e considerando o custo fixo e variável de uma aplicação do fungicida de R\$ 55,00 (tomado do trabalho de Picinini et al., 1996), duas aplicações até R\$ 110,00 e quatro aplicações até R\$ 220,00, verifica-se uma receita líquida de no mínimo R\$ 73,50, R\$ 187,20 e R\$ 449,64 respectivamente.

Tabela 17. Rendimento de grãos, peso de mil grãos e peso do hectolitro na cultivar de aveia branca UPFA 20 Temprana nas safras agrícolas de 2006 e 2007 em resposta ao número e dose de aplicação do fungicida piraclostrobina+epoxiconazole. Lages, SC, 2008.

Tratamentos	Safrá 2006						Safrá 2007					
	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )	Dano (%)	MMG (g)	Dano (%)	PH	Dano (%)	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )	Dano (%)	MMG (g)	Dano (%)	PH	Dano (%)
T1	5.314,0 n.s.	4,67	39,22 n.s.	8,92	46,45 j	2,62	2.756,6 c	50,30	33,6 c	32,72	39,05 b	7,20
T2	4.938,8	11,40	39,63	7,96	46,71 i	2,07	2.896,1 c	47,79	35,57 bc	28,77	39,05 b	7,20
T3	5.193,2	6,84	40,16	6,73	46,84 g	1,80	3.235,7 c	41,66	37,21 bc	25,49	39,05 b	7,20
T4	5.301,4	4,89	40,31	6,38	47,13 d	1,19	3.292,0 c	40,65	38,04 bc	23,82	39,05 b	7,20
T5	4.960,0	11,02	41,12	4,51	46,77 h	1,95	3.596,5 c	35,16	37,33 bc	25,25	39,05 b	7,20
T6	5.198,6	6,74	41,49	3,64	47,07 e	1,32	3.849,8 bc	30,59	38,09 b	23,73	39,47b	6,20
T7	5.805,8	--	41,83	2,86	47,05 f	1,36	3.994,8 bc	27,98	37,13 bc	25,65	39,05 b	7,20
T8	5.203,8	6,65	42,24	1,90	47,61 c	0,18	5.150,9 ab	7,13	48,73 a	2,42	42,16 a	--
T9	5.368,6	3,69	42,22	1,95	47,70 a	--	5.244,2 ab	5,46	48,16 a	3,56	41,45 a	1,49
T10	5.574,4	--	43,06	--	47,70 b	--	5.546,8 a	--	49,94 a	--	42,08 a	--
Média	5.285,86		41,13		47,10		3.956,34		40,38		39,94	
CV (%)	12,23		4,88		0		16,22		4,58		1,48	

T1 – Testemunha; T2 – ½ dose, uma aplicação; T3 – ¾ dose, uma aplicação; T4 – dose recomendada, uma aplicação; T5 – ½ dose, duas aplicações; T6 – ¾ dose, duas aplicações; T7 – dose recomendada, duas aplicações; T8 – ½ dose, quatro aplicações; T9 – ¾ dose, quatro aplicações; T10 – dose recomendada, quatro aplicações; Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; n.s. - não significativo.

Tabela 18. Rendimento de grãos, peso de mil grãos e peso do hectolitro na cultivar de aveia branca UPFA 22 Teixeirainha nas safras agrícolas de 2006 e 2007 em resposta ao número e dose de aplicação do fungicida piraclostrobina+epoxiconazole. Lages, SC, 2008.

Tratamentos	Safrá 2006						Safrá 2007					
	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )	Dano (%)	MMG (g)	Dano (%)	PH	Dano (%)	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )	Dano (%)	MMG (g)	Dano (%)	PH	Dano (%)
T1	4.174,4 n.s.	23,52	34,97 n.s.	8,58	45,3 j	7,21	2.669,1 d	48,45	29,44 c	26,01	39,05 b	11,51
T2	4.399,2	19,40	34,82	8,96	45,4 i	7,01	2.972,6 cd	42,59	33,33 bc	16,23	40,68 ab	7,81
T3	4.712,8	13,65	35,77	6,48	45,51 h	6,78	2.977,3 cd	42,50	33,39 bc	16,08	39,1 ab	11,39
T4	4.872,0	10,74	36,35	4,96	46,72 f	4,30	2.869,8 cd	44,58	33,07 c	16,88	39,05 b	11,51
T5	4.651,4	14,78	35,89	6,17	45,83 g	6,12	3.421,5 bcd	33,92	34,8 abc	12,54	40,25 ab	8,79
T6	5.259,0	3,65	35,90	6,14	47,5 e	2,70	3.433,1 bcd	33,69	34,98 abc	12,08	40,58 ab	8,04
T7	5.146,0	5,72	37,91	0,88	48,06 d	1,56	3.212,3 cd	37,96	34,79 abc	12,56	40,21 ab	8,88
T8	4.770,4	12,60	37,58	1,75	48,55 b	0,55	4.157,7 abc	19,71	38,78 ab	2,54	41,11 ab	6,84
T9	5.348,8	2,00	37,78	1,22	48,54 c	0,57	4.603,1 ab	11,10	38,96 a	2,08	43,3 ab	1,88
T10	5.458,2	--	38,25	--	48,82 a	--	5.178,1 a	--	39,79 a	--	44,13 a	--
Médias	4.879,2		36,52		47,02		3.549,4		35,13		40,74	
CV (%)	14,17		4,20		0		15,90		6,56		5,16	

T1 – Testemunha; T2 – ½ dose, uma aplicação; T3 – ¾ dose, uma aplicação; T4 – dose recomendada, uma aplicação; T5 – ½ dose, duas aplicações; T6 – ¾ dose, duas aplicações; T7 – dose recomendada, duas aplicações; T8 – ½ dose, quatro aplicações; T9 – ¾ dose, quatro aplicações; T10 – dose recomendada, quatro aplicações; Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; n.s. - não significativo.

Tabela 19 - Controle de doenças foliares em aveia branca UPFA 20 Temprana com base na área abaixo da curva de progresso da severidade (ACCPS) e da incidência (AACPI). Lages, SC, 2008.

Trat.	Safrá 2006				Safrá 2007			
	AACPS <sup>1</sup>	Controle (%)	AACPI <sup>1</sup>	Controle (%)	AACPS <sup>2</sup>	Controle (%)	AACPI <sup>2</sup>	Controle (%)
T1	143,63	--	4317,1	--	176,45	--	4268,5	--
T2	119,68	16,67	3862,5	10,53	146,95	16,72	4031,1	5,56
T3	125,95	12,31	3949,0	8,53	128,95	26,92	3882,1	9,05
T4	98,43	31,46	3771,2	12,64	131,5	25,47	3763,8	11,82
T5	136,98	4,63	3487,8	19,21	100,75	42,90	3320,6	22,21
T6	85,63	40,38	3389,7	21,48	89,6	49,22	3113,8	27,05
T7	65,89	54,12	2947,6	31,72	59,75	66,14	3044,2	28,68
T8	59,21	58,78	2625,6	39,18	41,1	76,71	2705,1	36,63
T9	63,1	56,07	2727,4	36,82	34,45	80,48	2518,5	40,99
T10	39,31	72,63	2170,7	49,72	23,4	86,74	2248,9	47,31

<sup>1</sup>somatório de oito avaliações; <sup>2</sup>somatório de seis avaliações.

Tabela 20 - Controle de doenças foliares em aveia branca UPFA 22 Teixeirainha com base na área abaixo da curva de progresso da severidade (ACCPS) e da incidência (AACPI). Lages, SC, 2008.

Trat.	Safrá 2006				Safrá 2007			
	AACPS <sup>1</sup>	Controle (%)	AACPI <sup>1</sup>	Controle (%)	AACPS <sup>2</sup>	Controle (%)	AACPI <sup>2</sup>	Controle (%)
T1	72,58	--	3477,8	--	140,1	--	3960,7	--
T2	92,59	--	3537,9	--	117,9	15,85	3670,0	7,34
T3	59,02	18,68	3299,1	5,14	123,8	11,63	3508,0	11,43
T4	66,99	7,70	3171,5	8,81	109,9	21,56	3464,2	12,54
T5	45,46	37,36	2805,6	19,33	91,30	34,83	3042,9	23,17
T6	50,04	31,06	2504,7	27,98	85,15	39,22	2825,7	28,66
T7	25,18	65,31	2067,3	40,56	85,40	39,04	2875,1	27,41
T8	17,86	75,39	1757,6	49,46	40,05	71,41	2400,2	39,39
T9	21,65	70,17	1864,4	46,39	35,60	74,58	2336,6	41,01
T10	13,60	81,26	1431,7	58,83	19,75	85,90	1904,2	51,92

<sup>1</sup>somatório de sete avaliações; <sup>2</sup>somatório de seis avaliações.

## 5.5 CONCLUSÕES

O gradiente da intensidade das doenças fúngicas foliares foi gerado pelo número e dose de aplicações do fungicida piraclostrobina + epoxiconazole na cultura da aveia branca.

Com maior número de aplicação e a dose indicada do fungicida, menores foram os danos aos componentes do rendimento, pela menor intensidade das doenças fúngicas foliares.

A ferrugem da folha e helmintosporiose conjuntamente causam redução significativa no rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro.

As cultivares de aveia branca UPFA 20 e UPFA 22 diferem quanto à suscetibilidade a ferrugem da folha e a helmintosporiose e quanto aos danos causados.

## 6 CONCLUSÕES GERAIS

Foi possível obter coeficientes de dano para patossistema múltiplo na cultura da aveia branca, existindo diferença entre os coeficientes para cultivares e anos agrícolas.

Algumas equações da função de dano podem ser utilizadas para subsidiar o cálculo do LDE envolvendo o patossistema múltiplo como critério indicador da aplicação de fungicidas em aveia branca.

As equações da função de dano podem ser utilizadas para outras cultivares que tenham reações de suscetibilidade semelhantes às cultivares UPFA 20 Teixeira e UPFA 22 Temprana.

À medida que as doenças foliares aumentaram em intensidade nas duas cultivares ocorreu diminuição nos valores de rendimento de grãos, massa de mil grãos e peso do hectolitro, sendo o rendimento de grãos a variável produtiva mais afetada.

Os valores de intensidade de doenças indicaram que a cultivar UPFA 20 é mais suscetível a ferrugem da folha e a helmintosporiose.

Quanto maior o número de aplicação e a dose do fungicida, menores foram os danos aos componentes de produção, pela menor intensidade das doenças foliares, permitindo verificar correlação significativa negativa entre doença e dano.

A AACPD avaliada pela severidade é o método mais acurado para quantificar doença, dano e determinar a eficácia de fungicida.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

BOEWE, G.H. Diseases of wheat, oats, barley and rye. Illinois: Natural History Survey, 1960.

BONNETT, O.T. **The oat plant: its histology and development.** Illinois Agric. Station, Bull. 672, 1961. P. 112

BAUM, B.R. Oats: wild and cultivated. Ottawa: Printing and Publis. Suplies and Services, 1977. 24p

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1996. 289p.

BOHATCHUK, D.A. Modelo de ponto crítico para estimar danos de doenças foliares do trigo em patossistema múltiplo. 2007. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2007.

COFFMAN, F.A. World importance and distribution. **In: Oats and oat improvement.** Am. Soc. Agron., Madison. 1961. p. 1-14

COSTA NETO, J.P. Fungos observados em gramíneas e leguminosas no Rio Grande do Sul. Rev. Faculdade de Agronomia e Veterinária 9: 51-67. 1967.

CHIDAMBARAM, P.; MATHUR, S.B.; NEERGAARD, P. Identification of seed-borne *Drechslera* species. Friesia X 3: 165-207. 1973.

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

COOK, R. J.; HIMS, M. J.; VAUGHAN, T. B. **Effects of fungicide spray timing on winter wheat disease control.** Plant Pathology, v. 48, p. 33 – 50, 1999.

CRUZ, R.P.; FEDERIZZI, L.C.; MILACH, S.C.K. Severidade da ferrugem da folha e seus efeitos sobre caracteres da panícula de aveia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 543-551, 1999.

CHAVES, M.S.; CARVALHO, F.I.F.; CARGNIN, A.; SIMIONI, D.; SCHMIDT, D.A.M.; HARTWIG, I. Efeito da ferrugem da folha sobre o rendimento e qualidade de grãos em genótipos elite de aveia. **In: 22º REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA**. Passo Fundo, 19 a 21 de março, 2002. Resultados Experimentais.

COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA: **Indicações técnicas para a cultura da aveia** / Fundação Agrária de pesquisa agropecuária. Guarapuava: FAPA, 2006. 82p.

CONAB. Indicadores agropecuários: extraído de [www.conab.gov.com](http://www.conab.gov.com) – setembro 2007

DRECHSLER, C. Some graminicolous species of *Helminthosporium*. J. Agr. Res. 24: 641 – 739. 1923

DAAMEN, R.A.; JORRITSMA, E.T.M. 1990. Effects of powdery mildew and weather on winter wheat yield. 2. Effects of mildew epidemics. Neth. J. Pl. Path. 96:35-46

DOEHLERT, D.C. & McMULLEN, M.S. Genotypic and environmental effects on oat milling characteristics and groat hardness. Cereal Chemistry 77 : 148-154. 2000.

EARHART, W.R.; SHANDS, H.L. Oat varietal responses to infection by *Helminthosporium avenae* Eid. Agron. J. 44: 234-238. 1952.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos: extraído de [www.cnps.embrapa.br/sibcs/](http://www.cnps.embrapa.br/sibcs/) março 2008

FLOSS, E.L. Utilização de gramíneas de estação fria para adubação verde. **In: FANCELLI, A.L. ENCONTRO SOBRE ADUBAÇÃO VERDE**. Piracicaba, Fealq/Esalq, 26-29 de julho, 1988b. Anais.

FORCELINI, C.A.; FLOSS, E.L.; NOVELLO, M. Fungos associados as sementes de aveia em Passo Fundo – RS e seu efeito sobre a germinação. **In: REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA**, 13, 1993, Ijuí. Resultados Experimentais... Ijuí: Comissão sul - brasileira de Pesquisa de aveia, 1993, p. 343.

FORCELINI, C.A.; REIS, E.M. **Doenças da aveia** In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Org.). Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 3. ed. São Paulo, 1997. v.2, p.105-111.

FORCELINI, C.A. & REIS, E.M. **Doenças da aveia**. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Org.). Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 4. ed. São Paulo, 2005. v.2, p.95-98.

GOUGH, F.J.; McDANIEL, M.E. Occurrence of oat leaf blotch in Texas in 1973. *Plant Dis.* 58: 80-81. 1974.

GOELLNER, C.I.; FLOSS, E.L. **Insetos – pragas da cultura da aveia: biologia, manejo e controle**. Passo Fundo: UPF, 2001. p. 98

HARDER, D.E.; HABER, S. Oat diseases and pathology techniques. In: MARSHALL, H. G.; SORRELLS, M. E. *Oats Science and Technology*. Madison: S.H.Michelson, 1992. P. 354-357.

INDICAÇÕES TÉCNICAS DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO – TRIGO E TRITICALE – 2005. 37ª Reunião da Comissão Sul – Brasileira de Pesquisa de Trigo, Cruz Alta, março, 2005, 157 p.

JESUS JUNIOR, W.C.; POZZA, E.A.; VALE, F.X.R.; AGUILERA, G.M. Análise temporal de epidemias. In: VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L. (Org) **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte, MG, 2004. p. 127-191

JESUS JUNIOR, W.C.; VALE, F.X.R.; BERGAMIM FILHO, A. Quantificação de danos e perdas. In: VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L. (Org) **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte, MG, 2004. p. 273-297

JESUS JUNIOR, W.C.; BERGAMIM FILHO, A.; VALE, F.X.R.; AMORIM, L. Tomada de decisão no manejo de doenças de plantas. In: VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L. (Org) **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte, MG, 2004. p. 367-404

KIMATI, H. Controle químico. In: KIMATI, H., AMORIM, L., REZENDE, J.A.M., BERGAMIN FILHO. **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, ed. 3, v.1, p. 761 – 785, 1995.

MATZ, S.A. Oats. In: **Cereal science**, 1969. p. 78 – 96

MARTINELLI, J.A.; FEDERIZZI, L.C. & BENNEDETTI, A.C. Redução do rendimento de grãos da aveia em função da severidade da ferrugem da folha. **Summa Phytopathologica** 20: 116-118. 1994.

MICHEL, C.A.; MEDEIROS, C.A. Controle químico de *Puccinia coronata* f. sp. *avenae* e *Drechslera avenae*, em aveia (*Avena sativa*). In: **REUNIÃO DA COMISSÃO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA**, 18, 1998; Anais... Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná / Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, 1998. p. 304-307

MUNFORD, J. D., NORTON, G.A. **Economics of decision making in pest management.** Annual Review Entomology, v. 29, p. 157-174., 1984.

MARTINELLI, J.A. Manejo integrado de doenças da aveia. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 98, 2003.

NAS. **Insect pest management and control.** Public.1965. National Academy of Sciences, Washington, 1969.

PICININI, E.C.; FERNANDES, J.M. Eficácia de fungicidas no controle da ferrugem da folha da aveia. **Fitopatologia Brasileira**, n.18, p 275, 1993.

PICININI, E. C., FERNANDES, J. M. C., IGNACZAC, J. C. & AMBROSI, I. Impacto econômico do uso do fungicida propriconazole na cultura do trigo (*Triticum aestivum*). **Fitopatologia Brasileira** 21: 362-368. 1996.

REKOLA, O.; RUOKOLA, A.L.; KURTTO, J. Damage caused by *Helminthosporium avenae* Eidam. On the crop yield of oats in Finland. Acta Agric. Scand., v. 20, p. 225-229. 1970.

REIS, E.M. **Patologia de sementes de cereais de inverno.** São Paulo: CNDA, 1987. P.32

REIS, E.M.; SOARES, R.M. Levantamento, transmissão e controle de fungos patogênicos associados a sementes de aveia. In: **REUNIÃO DA COMISSÃO SUL – BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA**, 15., 1995, Entre Rios, Guarapuava. Resultados Experimentais... Entre Rios, Guarapuava: Comissão Sul – Brasileira de Pesquisa de Aveia, 1995. 330p.

REIS, E.M.; CASA, R.T. **Patologia de sementes de cereais de inverno.** Aldeia Norte Editora LTDA. Passo Fundo, RS. 1998. 88p.

REIS, E.M.; BLUM, M.M.C.; CASA, R.T. **Doenças da aveia: Helminthosporiose.** São Paulo: Fotolito e Impressão: Centralgraph Gráfica, Editora e Fotolito Ltda, 1999. 22 p.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; HOFFMANN, L. L.; MENDES, C. M. Efeito da ferrugem da folha no rendimento de grãos de trigo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 25, p. 67 – 71, 2000.

REIS, E.M.; CASA, R.T. & MEDEIROS, C.A. **Diagnose, patometria e controle de doenças de cereais de inverno.** Londrina: ES, 2001a. 94p.

REIS, E.M.; FORCELINI, C.A.; REIS, A.C. **Manual de fungicidas:** guia para o controle químico de doenças de plantas. 4<sup>a</sup> ed. ampl. e rev. Florianópolis: Insular, 2001b. 176p.:il.

REIS, E.M.; HOFFMANN, L. L.; BLUM, M.M. Modelo de ponto crítico para estimar os danos causados pelo oídio em cevada. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p. 644 – 646, 2002.

REIS, E.M. & CASA, R.T. **Doenças do trigo**. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Org.). Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 4. ed. São Paulo, 2005b. v.2, p.631-638.

REIS, E.M.; LEITES, A.; FORCELINI, C.A. Relação entre intensidade da doença, refletância da radiação solar e rendimento de grãos no patossistema ferrugem da folha e trigo Embrapa 16. **Fitopatologia Brasileira** 31: 447-454. 2006.

REIS, E. M.; REIS, A. C.; FORCELINI, C. A. **Manual de fungicidas: guia para o controle químico de doenças de plantas**. 5. ed., ver. e ampl. – Passo Fundo: 2007. 153 p.

REIS, E.M., CASA, R.T. **Doenças dos Cereais de Inverno: diagnose, epidemiologia e controle**. 2 ed. Ver. atual. Lages: Graphel, 2007. 176p.

REIS, E.M.; REIS, A.C.; FORCELINI, C.A. **Manual de fungicidas: guia para o controle químico de doenças de plantas**. 5. Ed., rev. e ampl. – Passo Fundo:Ed. Universidade de Passo Fundo, 2007. 153p.

SIMONS, M.D.; BROWNING, J.A.; FREY, K.J. Modification of tolerance of oats to crown rust induced by chemical mutagens. In: **Induced mutations for disease resistance in crop plants**. v. II, Proc. Res. Coord. Meet., Riso, Denmark, 15-19 June, 1981. STI/PUB/633. IAEA. Vienna, Austria, 1983.

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

SIVANESAN, A. Graminicolous species of *Bipolaris*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Exserohilum* and their teleomorphs. Wallingford. CAB International Mycological Institute, 1987. p 158-261.

SHANDS, H.L.; CISAR, G.L. Avena. In: HALEVY, A.N. **CRC Handbook of flowering**. Florida: CRC Press, Inc., 1988. P.523-35

SAH, D.N. & MACKENZIE, D.R. **Methods of generating different levels of disease epidemics in loss experiments**. In TENG, P. S. (ed) **Crop loss assesment and pest management**. St. Paul, MN: American Phytopathological Society, p. 90-95. 1987.

TVEIT, M. Pathogenicity of species of *Helminthosporium* from Brazilian oats. *Phytopathol.*, St. Paul. V. 46, p. 45-48, 1956.

VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Editora Perffil, 2004. 531p.

VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; LIBERATO, J.R.; ZAMBOLIM, L. Quantificação de doenças e do crescimento do hospedeiro. In: VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L. (Org) **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte, MG, 2004. p. 91-123

ZILLINSKI, F.J. 1984. Enfermedades communes de los cereales de grano pequeño: una guía para su identificación. El Batán: CIMMITY, 1984. 160p.

ZADOKS, J.C.; SCHEIN, R.D. **Epidemiology and plant disease management**. New York: Oxford University Press, 1979.

ZADOKS, J. C. On the conceptual basis of crop loss assessment: the threshold theory. **Annual Review of Phytopathology**, n. 23, p. 455-473, 1985.

ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M.Z.; SANTIAGO, T. **O que Engenheiros Agrônomos devam saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, 2003. 376p.