

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

LENITA AGOSTINETTO

**DANOS E CONTROLE QUÍMICO DA MANCHA MARROM E DO
OÍDIO DA CEVADA**

LAGES-SC

2011

LENITA AGOSTINETTO

**DANOS E CONTROLE QUÍMICO DA MANCHA MARROM E DO
OÍDIO DA CEVADA**

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

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Trezzi Casa

LAGES – SC

2011

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

Agostinetto, Lenita

Danos e controle químico da mancha marrom e do oídio da cevada /
Lenita Agostinetto; orientador: Ricardo Trezzi Casa. – Lages, 2011.
79f.

Inclui referências.

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

1. *Bipolaris sorokiniana*.
2. *Blumeria graminis* f.sp. *hordei*.
3. *Hordeum vulgare* L.
4. Limiar de dano econômico.
5. Patossistema múltiplo. I. Título.

CDD – 633.16

LENITA AGOSTINETTO

**DANOS E CONTROLE QUÍMICO DA MANCHA MARROM E DO
OÍDIO DA CEVADA**

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

Aprovado em:

Pela Banca Examinadora:

Homologada em:

Por:

Dr. Ricardo Trezzi Casa
Orientador - CAV/UDESC

Dr. Léo Rufatto
Coordenador Técnico do Mestrado em
Produção Vegetal

Ph.D. Erlei Melo Reis
Professor - UPF

Dr. Luciano Colpo Gatiboni
Coordenador do Programa de Pós-
graduação em Ciências Agrárias

Ph.D. Amauri Bogo

Dr. Cleimon Eduardo do Amaral Dias
Diretor Geral do Centro de Ciências
Agroveterinárias

Lages-SC, 08 de fevereiro de 2011

Aos meus pais, Vicente Domingos Agostinetti e a minha mãe Relinda Corso Agostinetti, pelo exemplo de vida, apoio e força. E ao amor da minha vida, Joatan Machado da Rosa, por estar ao meu lado em todos os momentos.

Dedico e ofereço!

AGRADECIMENTOS

A DEUS, em primeiro lugar pelo precioso dom da vida e pela infinita bondade e proteção, pelo dom da inteligência e da solidez que me tornaram capaz de concluir mais uma etapa da vida.

A Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), em especial ao Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) pela oportunidade de realização do curso, espaço cedido para o desenvolvimento do experimento e por toda a aprendizagem adquirida.

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

A NBN sementes pelo espaço cedido para a realização dos experimentos a campo.

Ao grande mestre e orientador Ricardo Trezzi Casa, não apenas pela orientação, mas pelos sábios ensinamentos, pela dedicação e pelo exemplo de profissionalismo.

A toda a minha família, meus pais Vicente e Relinda, minhas irmãs Lenirce e Leandra, e meus sobrinhos Eduarda e Henrique, que representam a minha base, o meu sustento, o meu apoio, a minha força, a minha coragem e o meu conforto.

Ao meu eterno namorado Joatan, pelos votos diários de amor, carinho, companheirismo e compreensão.

A todos os bolsistas e membros do Laboratório de Fitopatologia do CAV/UDESC que de alguma forma contribuíram na realização do trabalho, especialmente ao acadêmico e bolsista de Iniciação Científica desse mesmo projeto, Cristiano Sachs.

A todos os professores do curso de mestrado que contribuíram para a ampliação do meu conhecimento técnico e científico.

A todas as colegas e amigas de mestrado pela amizade, ajuda, companheirismo e momentos de distração.

Muito obrigada!

“Afagar a terra...
conhecer os desejos da terra...
cio da terra...
propícia estação de semear o chão...”

Milton Nascimento & Chico Buarque

RESUMO

AGOSTINETTO, Lenita. **DANOS E CONTROLE QUÍMICO DA MANCHA MARROM E DO OÍDIO DA CEVADA**. 2011. 79 f. Mestrado (Dissertação em Produção Vegetal – Área: Proteção de plantas e Agroecologia) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Lages, 2011.

Os objetivos do trabalho foram: a) obter equações de função de dano para patossistema múltiplo para calcular o LDE servindo como critério indicador de aplicação de fungicidas; b) quantificar controle e dano nos componentes de rendimento; e c) relacionar incidência e severidade foliar da mancha marrom em diferentes estádios fenológicos. Os experimentos foram conduzidos nas safras agrícolas 2009 e 2010 na NBN Sementes no município de Muitos Capões, RS; e, na safra de 2010 no Centro de Ciências Agroveterinárias no município de Lages, SC. Em todos os experimentos foi utilizada a cultivar BRS Cauê suscetível à mancha marrom e oídio. O delineamento foi blocos casualizados, com quatro repetições e nove tratamentos constituídos de diferentes doses (meia dose e dose indicada) e número (uma, duas, três e quatro) de aplicações de fungicidas triazóis e estrobilurinas para gerar os gradientes de intensidade das doenças. A área de cada unidade experimental correspondeu a 5,0 x 2,5 m. As aplicações e as avaliações da incidência e severidade foliar ocorreram nos estádios de crescimento (EC) EC 22, EC 31, EC 39, EC 45 e EC 56. A colheita foi manual cortando as plantas das linhas centrais de cada parcela. Foram avaliados rendimento de grãos (RG), massa de mil grãos (MMG) e granulometria (G). No primeiro capítulo, as equações de função de dano entre intensidade de doença e RG para cada EC, obtidas por análise de regressão, em ambas as safras agrícolas, foram significativas e negativas, ou seja, à medida que aumentou a intensidade de doença, diminuiu o RG. Os coeficientes de dano obtidos podem ser utilizados no cálculo do limiar de dano econômico. No segundo capítulo, os valores de intensidade das doenças foram usados para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Os valores de RG, MMG, G e AACPD foram submetidos ao teste de comparação de médias. Foram determinados o percentual de dano e de controle das doenças. Na safra 2009, os maiores danos foram 45,87%, 15,47% e 25,84% para RG, MMG e G, respectivamente. O controle máximo foi 68,11% considerando a severidade foliar e quatro aplicações, independente da dose usada. Em 2010, os maiores danos foram 31,16%, 14,02% e 10,76% em Muitos Capões e 39,44%, 23,59% e

45,88% em Lages, respectivamente para R, MMG e G. Com base na severidade obteve-se controle de 71,63% e 73,96% em Muitos Capões e Lages, respectivamente. Em Muitos Capões três e quatro aplicações e em Lages quatro aplicações, independente da dose, apresentaram maior percentual de controle. No terceiro capítulo, os dados de incidência e severidade foliar de mancha marrom foram submetidos à análise de regressão e correlação. As equações obtidas foram significativas e positivas. A incidência e a severidade foliar recomendado pela Indicação Técnica da cultura (ITC) para iniciar as aplicações de fungicidas é de 20% e 5%, respectivamente. Substituindo esse valor de incidência nas equações obtidas têm-se valores médios de severidade para iniciar o controle químico de 0,77% e 0,34% respectivamente para 2009 e 2010, inferior ao recomendado pela ITC.

Palavras-chave: *Bipolaris sorokiniana*. *Blumeria graminis* f.sp. *hordei*. *Hordeum vulgare* L. Limiar de dano econômico. Patossistema múltiplo.

ABSTRACT

AGOSTINETTO, Lenita. **DAMAGE AND CHEMICAL CONTROL OF BROWN SPOT AND POWDERY MILDEW OF BARLEY**. 2011. 79 f. Mestrado (Dissertação em Produção Vegetal – Área: Proteção de plantas e Agroecologia) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2011.

The objectives of the work were: a) to obtain the damage function equations for multiple pathosystem to calculate the EDT to time fungicides application; b) to quantify the control and damage of the yield components, and c) To relate the brown spot incidence and severity in different growth stages. The experiments were carry out at the NBN Seeds Company during the 2009 and 2010 crop seasons, located in Muitos Capões county, Rio Grande do Sul state, Brazil and in the Agro science Center at Santa Catarina State University only in 2010. The cultivar BRS Cauê was used as susceptible cultivar to brown spot and powdery mildew. The experiments design was in randomized block with four replications. The nine treatments consisting of different rates (half and recommended rates) and fungicide applications number (one, two, three and four) of mixture strobilurin and triazole fungicides, generating the disease gradients intensity. The total area of 5.0 x 2.5 m was the experimental unit in both experiments. The fungicide applications and incidence and severity assessment were done at EC 22, EC 31, EC 39, EC 45 and EC 56 plant development stages. Plants from central rows of each plot were manually harvested and grain yield (GY), one-thousand grain weight (TGW) and granulometry (G) were evaluated. In the first chapter, the damage function equations between disease intensity and GY for each plant development stages, obtained by regression analysis, in both 2009-10 crop growing seasons were significant and negative indicative that increasing disease severity lead into decreasing grain yield. The damage coefficients of these equations can be used to calculate the economic damage threshold. In the second chapter, the values of disease intensity were used to calculate the area under disease progress curve (AUDPC). The GY, TGW, G and AUDPC values were tested using the mean comparison between treatments and the percentage of damage and disease control were determinated. The largest 2009 crop damage was 45.87%, 15.47% and 25.84% for GY, G and TGW, respectively. The ultimate control was 68.11% when considered the severity and four foliar applications, independent of the used dose. In 2010, the greatest damage were 31.16%, 14.02% and 10.76% in Muitos Capões and 39.44%, 23.59% and 45.88%, in Lages, for GY,

TGW and G, respectively. The highest percentage of control, based on the leaf severity were 71.63% and 73.96% for Muitos Capões and Lages, respectively. The greater control, independent of used dose were obtained with three and four applications in Muitos Capões and four applications in Lages. In the third chapter, brown spot incidence and severity data were subjected to regression analysis and correlation and the obtained values were significant and positive. The brown spot and powdery mildew diseases incidence and severity recommended by the Technique Indication of crop (TIC) to initiate fungicide applications is 20% and 5% respectively. The severity average values for initiating chemical control are 0.77% and 0.34% respectively for 2009 and 2010 crop seasons when the incidence diseases were substituted in the equations. These values are lower than TIC recommended values.

Key words: *Bipolaris sorokiniana*. *Blumeria graminis* f.sp. *hordei*. Economic damage threshold. *Hordeum vulgare* L.. Multiple pathosystem.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Doses e número de aplicações de fungicidas para gerar o gradiente da intensidade de doenças foliares na cultivar de cevada BRS Cauê. Lages, SC, 2009 e 2010.....	34
Tabela 2 -	Equações de função de dano original e ajustada para o patossistema múltiplo mancha marrom e oídio com base na incidência foliar, geradas por estádios fenológicos na cultivar de cevada BRS Cauê. Lages, SC, safra agrícola de 2009 e 2010.....	38
Tabela 3 -	Equações da função de dano original e ajustada para o patossistema múltiplo mancha marrom e oídio com base na severidade foliar, geradas por estádios fenológicos na cultivar de cevada BRS Cauê. Lages, SC, safra agrícola de 2009 e 2010.....	38
Tabela 4 -	Rendimento de grãos, massa de mil grãos e granulometria na cultivar de cevada BRS Cauê em resposta ao número e dose de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2009, em Muitos Capões, RS.....	55
Tabela 5 -	Rendimento de grãos, massa de mil grãos e granulometria na cultivar de cevada BRS Cauê em resposta ao número e dose de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2010, em Muitos Capões, RS.....	56
Tabela 6 -	Rendimento de grãos, massa de mil grãos e granulometria na cultivar de cevada BRS Cauê em resposta ao número e dose de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2010, em Lages, SC.....	56
Tabela 7 -	Efeito de doenças fúngicas foliares em cevada BRS Cauê com base na área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) e incidência (AACPI) em Muitos Capões, RS, nas safras agrícolas 2009 e 2010.....	59
Tabela 8 -	Efeito de doenças fúngicas foliares em cevada BRS Cauê com base na área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) e incidência (AACPI) em Lages, SC, na safra agrícola 2010.....	59
Tabela 9 -	Coefficientes de correlação entre incidência e severidade foliar nos três estágios de avaliações para a cultivar BRS Cauê nas safras agrícolas 2009 e 2010.....	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Conidióforo e conídios de <i>Bipolaris sorokiniana</i>	20
Figura 2 -	Sintoma de mancha marrom em folha (A) e sintoma de escurecimento da espiguetta (B) causado por <i>Bipolaris sorokiniana</i> em cevada.....	21
Figura 3 -	Colônias de <i>Bipolaris sorokiniana</i> em sementes de cevada cultivadas em meio de batata-dextrose-ágar.....	22
Figura 4 -	Detalhe das colônias superficiais do oídio pela formação do entrelaçamento de hifas de <i>Erysiphe graminis</i> f.sp. <i>hordei</i> em folhas de cevada.....	23
Figura 5 -	Folha de cevada com a presença de cleistotécios <i>Erysiphe graminis</i> f.sp. <i>hordei</i> entre o micélio do fungo.....	23
Figura 6 -	Folha de cevada com sintomas e sinais de oídio.....	24
Figura 7 -	Plantas de cevada com incidência de mancha marrom e oídio simultaneamente, constituindo um patossistema múltiplo.....	27
Figura 8 -	Mapa dos estados de RS e SC indicando a região de Muitos Capões, RS e Lages, SC, onde foram conduzidos os experimentos.....	32
Figura 9 -	Demarcação do experimento (A). Experimento de cevada no estágio de espigamento (B).....	33
Figura 10 -	Detalhe da aplicação de fungicida no experimento com pulverizador costal de pressão gerado por gás CO ₂	34
Figura 11 -	Coleta de afilhos de cevada no estágio de espigamento (A). Quantificação da incidência e severidade foliar no laboratório (B).....	35
Figura 12 -	Colheita da cevada (A) e determinação do rendimento de grãos (B).....	36

Figura 13 -	Plantas de cevada infectadas por oídio com morte das folhas baixas no ano agrícola de 2010 em Lages, SC.....	36
Figura 14 -	Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) na cultivar BRS Cauê na safra de 2009, em Muitos Capões/RS, nos estágios EC 22 (A), EC 31 (B), EC 39 (C), EC 45 (D) e EC 56 (E).....	41
Figura 15 -	Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) na cultivar BRS Cauê na safra de 2010, em Muitos Capões/RS, nos estágios EC 22 (A), EC 31 (B), EC 39 (C), EC 45 (D) e EC 56 (E).....	42
Figura 16 -	Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) na cultivar BRS Cauê na safra de 2010, em Lages/SC, nos estágios EC 22 (A), EC 31 (B), EC 39 (C), EC 45 (D) e EC 56 (E).....	43
Figura 17 -	Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) na cultivar BRS Cauê na safra de 2009, em Muitos Capões/RS, nos estágios EC 22 (A), EC 31 (B), EC 39 (C), EC 45 (D) e EC 56 (E).....	44
Figura 18 -	Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) na cultivar BRS Cauê na safra de 2010, em Muitos Capões/RS, nos estágios EC 22 (A), EC 31 (B), EC 39 (C), EC 45 (D) e EC 56 (E).....	45
Figura 19 -	Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) na cultivar BRS Cauê na safra de 2010, em Lages/SC, nos estágios EC 22 (A), EC 31 (B), EC 39 (C), EC 45 (D) e EC 56 (E).....	46
Figura 20 -	Máquina estacionária utilizada para o processo de trilha e limpeza da cevada (A). Pesagem dos grãos colhidos por parcela em balança analítica (B).....	54
Figura 21 -	Detalhe da quantificação da massa de mil grãos (A). Detalhe da determinação da granulometria em peneira de malha de 2,5 mm (B).....	54
Figura 22	Relação entre a incidência e a severidade foliar de mancha marrom na cultivar BRS Cauê nos estágios de afilamento, de alongamento e início de espigamento na safra agrícola de 2009.....	66
Figura 23 -	Relação entre a incidência e a severidade foliar de mancha marrom na cultivar BRS Cauê nos estágios de afilamento, de alongamento e início de espigamento na safra 2010.....	67

LISTA DE ABREVIACÕES

- AACPD - Área abaixo da curva de progresso da doença
- AACPI - Área abaixo da curva de progresso da incidência
- AACPS - Área abaixo da curva de progresso da severidade
- cd - Coeficiente de dano
- CO₂ - Dióxido de carbono
- CV - Coeficiente de variação
- EC - Estádio de crescimento
- g - Grama
- G - Granulometria
- g.Kg⁻¹ - Gramas por quilo
- ha - Hectare
- I - Incidência foliar
- ITC - Indicações Técnicas da Cultura de Cevada
- Kg.ha⁻¹ - Quilos por hectare
- Km - Kilometros
- LA - Limiar de ação
- LDE - Limiar de dano econômico
- litros.ha⁻¹ - Litros por hectare
- mm - Milímetros
- m² - Metro quadrado
- MMG - Massa de mil grãos
- °C - Graus Celsius
- p* - Probabilidade de significância estatística

R^2 - Coeficiente de determinação

RG - Rendimento de grãos

RS - Rio Grande do Sul

S - Severidade foliar

sacas.ha⁻¹ - Sacas por hectare

SC - Santa Catarina

ton. - Toneladas

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	18
1 MODELO DE PONTO CRÍTICO PARA RELACIONAR O RENDIMENTO DE GRÃOS COM A INTENSIDADE DE DOENÇA DO PATOSSISTEMA MÚLTIPLO MANCHA MARROM E OÍDIO EM CEVADA.....	28
1.1 RESUMO.....	28
1.2 ABSTRACT.....	29
1.3 INTRODUÇÃO.....	30
1.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	32
1.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
1.6 CONCLUSÃO.....	47
2 CONTROLE DE DOENÇAS FÚNGICAS FOLIARES E DANOS NA PRODUÇÃO DE CEVADA EM RESPOSTA À DOSE E NÚMERO DE APLICAÇÕES DE FUNGICIDAS	48
2.1 RESUMO.....	48
2.2 ABSTRACT.....	49
2.3 INTRODUÇÃO.....	50
2.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	51
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
2.6 CONCLUSÃO.....	60
3 RELAÇÃO ENTRE A INCIDÊNCIA E SEVERIDADE FOLIAR DA MANCHA MARROM DA CEVADA.....	61

3.1 RESUMO.....	61
3.2 ABSTRACT.....	61
3.3 INTRODUÇÃO.....	62
3.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	64
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
3.6 CONCLUSÃO.....	69
4 CONCLUSÕES GERAIS.....	70
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72

INTRODUÇÃO

A cevada é uma planta pertencente à tribo Triticeae, família das Gramíneas, gênero *Hordeum* e composta por 32 espécies. *Hordeum vulgare* L., é a única espécie cultivada do gênero, é diplóide, 2n-14 cromossomos, monóica de reprodução sexual por autofecundação e propagação por sementes (BENETT & SMITH, 1976). A espécie, *H. vulgare*, é originária do Oriente Médio, na região que abrange Israel, Jordânia, Síria, Turquia, Iraque e Irã, denominada “Fertile Crescent”. Foi uma das primeiras plantas domesticadas para consumo humano, sendo atualmente uma das espécies de maior distribuição geográfica (ZOHARY & HOPF, 1993). Na taxonomia moderna, *H. vulgare* é composta por grupos de cevada de duas e seis fileiras (BOTHMER & JACOBSEN, 1985).

A planta de cevada é uma gramínea anual com caule ereto, robusto e piloso, variando entre 60-120 cm de altura. Possui folhas invaginantes em cada nó do colmo, compridas, eretas e glabras, com lâminas de até 25 cm de comprimento e cerca de 1,5 cm de largura. Apresenta bainha lisa e estriada. As língulas são curtas e membranosas com pontos terminais, oblongo-lineares, e medindo até 20 mm de comprimento. As flores são dispostas em espigas densas e compactas, na extremidade do colmo. As espiguetas são sésseis, organizadas em grupo de três em ambos os lados da ráquis, delimitadas por duas glumas estreitas e pequenas. O lema é lanceolado com cinco nervuras, afinando em uma arista longa, reta ou recurvada, sendo a pálea ligeiramente menor que o lema. O fruto é uma cariopse elipsóide com 0,9 cm de comprimento, curto e pontiagudo apresentando ranhuras na parte interna (KIRBY, 1984).

Desde sua domesticação, a cevada vem sendo alterada geneticamente, visando à adaptação a diferentes condições ambientais, sistemas de produção e usos do grão. A variabilidade genética, natural e induzida, acumulada ao longo da história tem permitido ao melhoramento o avanço necessário à manutenção da cultura na posição que ocupa no cenário mundial de produção de alimentos.

Em termos práticos a cevada é classificada quanto ao uso a que se destina em cervejeira ou forrageira, e ao tipo de espiguetas, duas ou seis fileiras. As cultivares de seis fileiras são consideradas forrageiras, ou seja, produzem abundantemente massa verde e seus grãos apresentam normalmente elevados teores de proteínas, sendo apropriada para a alimentação de animais (BALDANZI, 1988).

A cevada destina-se as mais variadas formas de uso. Na alimentação animal a planta de cevada pode ser utilizada como pastagem, feno ou silagem, o grão inteiro, quebrado,

moído ou esmagado, devido ao alto teor de proteína, também pode ser destinado ao consumo animal. Na alimentação humana é consumida *in natura*, malteada ou na forma de farinhas, principalmente em regiões onde outros cereais não se desenvolvem adequadamente. A produção do malte é outra forma de uso da cevada, consumindo anualmente cerca de 20 milhões de toneladas. Outros 5% da produção mundial são aproveitados como semente. A produção para outros fins não se consolidou devido à falta de competitividade em relação a outros grãos, principalmente o milho. No Brasil, a malteação é o principal uso econômico da cevada, já que o país produz cerca de 30% da demanda da indústria cervejeira (EMBRAPA, 2010). A produção de cevada destinada a produção de malte cervejeiro exige cuidados especiais na obtenção do padrão de qualidade, assim, a produção integrada às empresas de fomento é o modo mais seguro para produzir cevada cervejeira no país (REUNIÃO, 2005).

Por ser típica de clima frio, a produção brasileira de cevada, para fins cervejeiros, está concentrado nos três estados da Região Sul do país, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (REUNIÃO, 2009). Sendo mais precoce e tolerante às baixas temperaturas que outros cereais, a cevada pode ser semeada e colhida antecipadamente, permitindo a exploração de outras espécies na propriedade e contribuindo para o melhor aproveitamento de máquinas e mão-de-obra, auxiliando na implantação da safra de verão em época mais adequada, além de garantir ao agricultor uma boa proteção ao solo (REUNIÃO, 2005).

Mundialmente, são cultivados cerca de 53 milhões de hectares de cevada, atingindo uma produção média de 170 milhões de toneladas. No Brasil, na safra 2009/2010, a cevada apresentou uma área cultivada de 77,5 mil hectares e uma produção superior a 205 mil toneladas ocupando a quinta posição em termos de área semeada dentre os cereais de inverno mais cultivados. Nesse mesmo ano, Santa Catarina cultivou uma área de 1,2 mil hectares, a menor da Região Sul, com uma produção de 72,8 mil toneladas e uma produtividade de 2.874 kg ha⁻¹ (CONAB, 2010).

A produção de cevada é comprometida por diversos fatores. A fertilidade do solo constitui-se num fator limitante ao seu desenvolvimento, já que a cultura é extremamente sensível a elevados teores de alumínio, além disso, o teor de nitrogênio (N) deve ser manejado, pois o excesso de N pode produzir grãos com teores de proteína acima de 12%, tornando-o impróprio para a produção de malte. A ocorrência de geadas fora de época, excesso ou déficit hídrico e a ocorrência de granizo também se constituem em fator limitante à produção de cevada podendo ocasionar danos aos componentes de rendimento de grãos. A ocorrência de pragas, principalmente lagartas e pulgões, em ataques severos reduzem a produção. O manejo inadequado das ervas daninhas, como a presença de azevém, interfere

negativamente na produção desde o estabelecimento das plântulas na lavoura até o processo da colheita mecânica. A ocorrência e a intensidade de doenças foliares e da espiga também reduzem a quantidade e qualidade de grãos de cevada (REUNIÃO, 2009).

As doenças da cultura da cevada podem ser divididas em três grupos: doenças do sistema radicular, foliares e de espiga (MATHRE, 1997; REIS & CASA, 2007). Dentre as doenças foliares têm destaque aquelas causadas por fungos.

Uma das principais doenças fúngicas foliares da cultura é a mancha marrom, cujo agente causal em sua forma anamórfica pertence à Subdivisão Deuteromycotina, Classe Hyphomycetes, Ordem Hyphomycetales, Família Dematiaceae e ao gênero e espécie *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker (Sin. *Helminthosporium sativum* Pamme, King & Bake). Na forma teleomórfica o fungo pertence à Subdivisão Ascomycotina, Classe Ascomycetes, Ordem Pleosporales, família Pleosporaceae e ao gênero e espécie *Cochiobolus sativus* (Ito & Kurib) (SIVANESAN, 1987; ALEXOPOULOS et al., 1996).

O fungo *B. sorokiniana* apresenta conidióforos solitários ou em pequenos grupos, retos ou curvos, eventualmente geniculados, pardos escuros, medindo 220 μm de comprimento com 6-10 μm de espessura (Figura 1). Os conídios são curvos e em meio de cultura, retos, fusiformes ou elipsoidais, de coloração pardo-oliváceos, escuros e lisos e colônias negras brilhantes (Figura 1). O número de pseudoseptos varia de 3-12, medindo 40-120 x 17-18 μm (ALCORN, 1982). Na forma teleomórfica, o fungo é raramente encontrado e caracteriza-se por apresentar pseudotécios de cor pardo escuro, globoso a elipsoidal, com bico ostiolar cilíndrico e setas sobre a sua superfície, além de apresentar pseudoparáfises hialinas, septadas e ramificadas. Suas ascas são cilíndrico-clavadas, bitunicadas, retas e ligeiramente curvas no ápice, medem de 110-225 x 32-45 μm , contendo entre 1-8 ascósporos, os quais são hialinos, filiformes e afinados no ápice, possuindo 6-14 septos espiralados em uma hélice na asca, medindo 16-360 x 6-10 μm (TINLINE, 1951).



Figura 1. Conidióforo e conídios de *Bipolaris sorokiniana*. Foto: Reis & Casa (2007)

O patógeno pode colonizar todos os órgãos da cevada. Os sintomas comumente encontrados são manchas sobre o limbo foliar e bainha em qualquer estágio de desenvolvimento da planta (REIS & CASA, 2007; CASA & REIS, 2010). As lesões nas folhas são tipicamente arredondadas a oblongas ou fusiformes, medindo 2 x 20 mm, apresentam coloração marrom a marrom escura e cloróticas em suas margens (Figura 2A), iniciando nas folhas basais da planta. O fungo pode infectar a espiga, colonizando as espiguetas (Figura 2B) e posteriormente os grãos que mostram o sintoma de ponta preta. Além disso, o fungo pode infectar o sistema radicular, sendo transmitido para os coleótilos, provocando a necrose desse órgão e lesões de 2 x 10 mm nas plúmulas. Posteriormente, o sistema radicular pode apresentar o sintoma de podridão parda, fase da doença chamada de podridão comum (MATHRE, 1997; REIS & CASA, 2007).

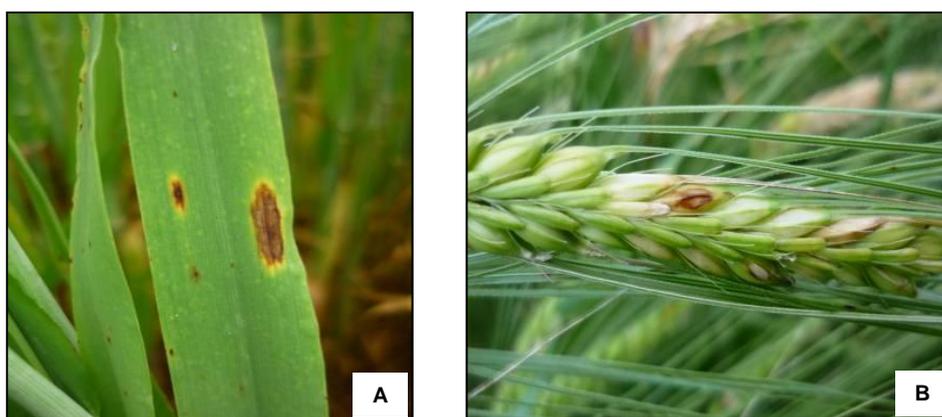


Figura 2. Sintoma de mancha marrom em folha (A) e sintoma de escurecimento de espiguetas (B) causado por *B. sorokiniana* em cevada. Fotos: Casa (2009).

A ocorrência de temperaturas entre 20 e 25°C e molhamento acima de 20 horas favorecem a infecção do patógeno (MATHRE, 1997).

O patógeno sobrevive principalmente nas sementes infectadas (Figura 3), restos culturais, plantas voluntárias e hospedeiros secundários, os quais constituem-se também nas principais fontes de inóculo do fungo (SHANER, 1981; REIS & CASA, 1997). O fungo também pode sobreviver na forma de conídios livres (Figura 1) dormentes no solo por um período de até 37 meses (REIS, 1989).



Figura 3. Colônias de *Bipolaris sorokiniana* em sementes de cevada cultivadas em meio de batata-dextrose-ágar. Foto: Casa & Reis (2007).

A disseminação do fungo ocorre por meio da semente infectada e pelo vento. As sementes são responsáveis por introduzir o patógeno em áreas livres do inóculo e pelo transporte a longas distâncias. O vento dissemina os conídios secos a curtas distâncias, constituindo uma forma importante de dispersão em áreas de monocultura, com inóculo oriundo da palha infectada, e nos ciclos secundários da doença dentro da lavoura, com inóculo produzido nas folhas infectadas (MAUDE, 1996; REIS & CASA, 1998; REIS & CASA, 2007).

Os danos causados pela mancha marrom podem atingir 10-20% quando as condições ambientais permanecem favoráveis por uma ou duas semanas e podem atingir 20-30% quando estas condições persistem por três a quatro semanas (CLARK, 1979). No Canadá foram relatados danos no rendimento de grãos de cevada de até 37% (MATHRE, 1997). Nos Estados Unidos os danos descritos atingiram até 20% (NUTTER et al., 1985). No Brasil, Reis et al. (1999) determinaram danos de 25,5% na cultivar BR-2. Picinini & Fernandes (1996) relataram danos no rendimento de até 22%, em trabalhos de controle químico de doenças da cevada, entre as quais a mancha marrom prevaleceu.

Outra doença que tem apresentado significativa importância para a cultura é o oídio, causado pelo fungo biotrófico *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* EM. Marchal, pertencente a Subdivisão Ascomycotina, classe dos Ascomicetos, ordem Erysiphales e família Erysiphaceae. Na forma imperfeita, o fungo pertence Subdivisão Deuteromycotina, classe Deutoromycetes, ordem Moniliales, família Moniliaceae e ao gênero *Oidium*, apresentando produção de conídios em cadeia de forma basipetal, a partir dos conidióforos simples, derivados do micélio superficial (BEDENDO, 1995).

O patógeno apresenta-se sob a forma de colônias superficiais com hifas entrelaçadas sobre os tecidos vegetais infectados (Figura 4). Os conidióforos medem de 8-10 x 25-30 μm ,

são curtos e simples com células terminais generativas, de coloração hialina, unicelular e apresentam conídios com formato elipsoidal a oval, produzidos basipetalmente e sob longas cadeias. Na fase perfeita, o fungo produz corpos de frutificação denominados cleistotécios, que são formados por micélio claros entrelaçados, tornando-se quando maduros escuros e globosos (Figura 5), medindo entre 135-280 μm de diâmetro. No interior dos cleistotécios são produzidas numerosas ascas com formato cilíndrico a oval, atingindo até 25-40 x 40-70 μm quando maduras. As ascas produzem ascósporos, que medem 10-13 x 20-23 μm (MATHRE, 1997). Na América do Sul ainda não foi relatada a ocorrência de ascósporos.



Figura 4. Detalhe das colônias superficiais de oídio pela formação do entrelaçamento de hifas de *Blumeria graminis* f.sp. *hordei*. sob folhas de cevada. Foto: Sachs (2010).



Figura 5. Folha de cevada com a presença de cleistotécios de *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* entre o micélio do fungo. Foto: Sachs (2010).

O fungo infecta toda a parte aérea da planta, principalmente a face superior das folhas. A doença é conhecida pela presença de sinais do fungo na superfície dos tecidos verdes do hospedeiro, sobre os quais são observadas as estruturas vegetativas e reprodutivas do patógeno, produzindo um aspecto popularmente chamado de “cinza” (Figura 6). Sob a colônia formada o tecido adquire aspecto clorótico, senesce e morre posteriormente, apresentando um

aspecto necrótico semelhante a uma mancha foliar. A parte inferior do tecido infectado também se mostra de coloração verde palha a amarelo. A presença de cleistotécios não é muito comum, porém algumas vezes podem ser encontrados sob a forma de pontos negros entre a massa do micélio cottonoso e os conidióforos (Figura 5). Se as condições ambientais são favoráveis ao desenvolvimento da doença, a porção superior das plantas, incluindo as espigas e aristas podem também ser infectadas (MATHRE, 1997; REIS & CASA, 2007).



Figura 6. Folha de cevada com sintomas e sinais de oídio. Foto: Casa (2010).

Por ser o agente causal um parasita obrigatório, o principal mecanismo de sobrevivência do patógeno são as infecções em plantas voluntárias. Com o sistema de plantio direto, estas plantas praticamente se mantêm na lavoura no período de entressafra no Sul do Brasil, assegurando a sobrevivência do agente causal (REIS et al., 1997).

A disseminação do fungo a longas distâncias ocorre principalmente pelo vento (REIS & CASA, 2007). Os conídios são produzidos em grande número e são mais importantes do ponto de vista epidemiológico que os cleistotécios e ascósporos. O respingo de chuva pode disseminar os conídios no interior da planta e nas plantas vizinhas. A ocorrência de chuvas intensas pode lavar as estruturas do fungo na superfície do hospedeiro interferindo no seu desenvolvimento e dispersão (BEDENDO, 1995).

Temperatura entre 15 a 22°C favorece a ocorrência da doença, não necessitando de período de molhamento para a germinação dos conídios. Os processos de germinação, infecção e esporulação do fungo se completam em 7 a 10 dias sob condições favoráveis (BRAUN, 1987).

Os danos causados pelo oídio são decorrentes da diminuição do processo fotossintético e o conseqüente aumento da taxa de respiração e transpiração, provocando

redução no rendimento de grãos, peso de grãos, proteína dos grãos, número de afixos e espigas por planta e crescimento do sistema radicular (SMEDEGAARD-PETERSEN & STOLEN, 1981). Segundo MATHRE (1997), o oídio tem potencial de causar redução na produção de grãos na cevada de até 40%. No Brasil, na cultivar BR-2 o dano no rendimento de grãos foi de 28% (REIS et. al., 2002). Quando a infecção ocorre na fase de plântula, estágio de maior suscetibilidade, o dano é ainda mais acentuado.

A forma mais atrativa de controle para as doenças fúngicas foliares da cultura da cevada, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental é a resistência genética do hospedeiro, porém, a resistência completa, em geral, não é duradoura, podendo ser superada pela alteração na composição genética da população dominante do patógeno, principalmente em função de expansão de área de cultivo de determinada cultivar. Outras medidas de controle usadas na redução da fonte de inóculo e no controle do crescimento da mancha marrom e do oídio no campo são a rotação de culturas, o tratamento de sementes, a eliminação de plantas voluntárias e a aplicação de fungicidas na parte aérea (REUNIÃO, 2009).

O controle químico tem sido uma das formas mais viáveis para garantir grandes produtividades e atender a demanda da agricultura moderna, porém, o uso inadequado de aplicações de fungicidas realizadas tardiamente e/ou sem base em critérios técnicos e econômicos podem levar a ineficácia de controle e aumento do custo de produção. Segundo NAS (1969), é possível obter uma produção agrícola baseada no retorno econômico, ou seja, no custo/benefício, sem agredir o meio ambiente.

A fitopatometria é a ciência que estuda a quantificação da intensidade de doenças em plantas (REIS & CASA, 2007), sendo indispensável a várias atividades na fitopatologia. O principal objetivo da fitopatometria é obter dados quantitativos sobre a ocorrência e o desenvolvimento de doenças, possibilitando quantificar os danos de uma determinada doença, avaliar medidas de controle, diferenciar resistência genética e determinar a eficácia de produtos químicos (VALE et al., 2004).

A quantificação de doenças é feita com base na intensidade das doenças, através da incidência foliar (porcentagem de plantas ou órgãos doentes em uma amostra da população) e severidade foliar (porcentagem da área ou do volume de tecido coberto por sintomas), tendo como objetivo obter dados quantitativos sobre a ocorrência e o desenvolvimento de doenças, possibilitando dentre outros fatores quantificar os danos causados por uma determinada moléstia. Os valores de intensidade de doença podem ser usados juntamente com os valores

de produção ou de qualidade, tornando-se possível determinar a relação entre intensidade da doença e os danos causados à produção (REIS & CASA, 2007; VALE et al., 2004).

A quantificação de danos é feita com base em modelos matemáticos que relacionam a intensidade da doença e as correspondentes reduções na produção, visando reduzir as perdas. Dano é empregado como sendo qualquer redução na qualidade e na quantidade da produção, enquanto perda refere-se, a redução em retorno financeiro por unidade de área devido à ação de agentes nocivos (ZADOKS, 1985; BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996; JESUS JUNIOR et al., 2004). Um dos modelos usados para estimar o dano é o modelo do ponto crítico o qual determina o estágio de desenvolvimento do hospedeiro no qual a intensidade de doença presente correlaciona-se com o dano futuro. Nesse tipo de modelo uma só variável independente reflete com maior ou menor exatidão toda epidemia. (BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996; JESUS JUNIOR et al., 2004).

A relação entre a intensidade de doença e a redução da produção é representada por uma equação matemática que relaciona dano (D), com injúria (I), $(D) = f(I)$. Segundo REIS et al. (2001b) o uso racional de fungicida na cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) tem como critério indicador para o início da aplicação o limiar de dano econômico (LDE), definido como a intensidade da doença que causa perdas iguais ao custo do seu controle (REIS et al., 2001a), constituindo-se em uma das estratégias do Manejo Integrado de Doenças.

As equações de quantificação de danos para a cultura da cevada, no Brasil, foram obtidas para o oídio (REIS et al., 2002) e para mancha em rede (REIS et al., 1999), ambas na cultivar BR-2, considerando um patossistema simples. Porém, ainda não há equações para a cultura que consideram a planta como sensível a presença simultânea de mais de uma doença foliar na mesma cultivar e área de cultivo, ou seja, não consideram a ocorrência de um patossistema múltiplo (Figura 7), justificando desta forma estudos mais aprofundados para avaliar em conjunto as doenças que ocorrem em determinado momento, possibilitando a melhor estimativa dos danos.



Figura 7. Plantas de cevada com incidência de mancha marrom e oídio simultaneamente, constituindo um patossistema múltiplo. Foto: Sachs & Agostinetto (2010).

De modo geral, as aplicações de fungicidas têm sido feitas de forma subjetiva pela assistência técnica, sem levar em consideração a intensidade da doença, o potencial de dano no rendimento de grãos e o custo do controle.

Com base nisso, o objetivo do trabalho no seu primeiro capítulo, foi gerar equações de funções de dano, servindo-se do modelo do ponto crítico descrito por Bergamin & Amorim (1996) e Vale et al. (2004), a fim de obter o coeficiente de dano do patossistema múltiplo mancha marrom e oídio, para ser usado no cálculo do LDE, o qual constitui-se em um critério indicador para aplicação de fungicidas na cultura da cevada. No segundo capítulo objetivou-se determinar o dano no rendimento de grãos, na massa de mil grãos e na granulometria em resposta ao número e dose de aplicação de fungicidas, bem como quantificar o percentual de controle destas doenças foliares com base na área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) e da incidência (AACPI). E finalmente, no terceiro capítulo, o objetivo foi gerar equações que relacionam a incidência e a severidade foliar para a mancha marrom, quantificada em diferentes estádios fenológicos.

CAPÍTULO I

1 MODELO DE PONTO CRÍTICO PARA RELACIONAR O RENDIMENTO DE GRÃOS COM A INTENSIDADE DE DOENÇA DO PATOSSISTEMA MÚLTIPLO MANCHA MARROM E OÍDIO EM CEVADA

1.1 RESUMO

O controle químico é uma das principais medidas de controle das doenças foliares da cevada. O objetivo do trabalho foi obter equações de função de dano para patossistema múltiplo (mancha marrom e oídio), através da relação entre o rendimento de grãos e a incidência e severidade foliar das doenças em diferentes estádios fenológicos. Os experimentos foram conduzidos nas safras agrícolas de 2009 e 2010 na NBN Sementes, no município de Muitos Capões, RS; e, na safra de 2010 no Centro de Ciências Agroveterinárias no município de Lages, SC. Em todos os experimentos foi utilizada a cultivar BRS Cauê suscetível à mancha marrom e ao oídio. O delineamento foi blocos casualizados, com quatro repetições e nove tratamentos constituídos de diferentes doses (meia dose e dose indicada) e número (uma, duas, três e quatro) de aplicações de fungicidas triazóis e estrobilurinas para gerar os gradientes de intensidade das doenças. A área de cada unidade experimental correspondeu a 5,0 x 2,5 m em ambos os experimentos. As aplicações de fungicidas e as avaliações da incidência e severidade foliar ocorreram nos estádios de crescimento EC 22, EC 31, EC 39, EC 45 e EC 56, conforme escala de Zadoks et al., (1974). A colheita foi feita de forma manual, colhendo-se as linhas centrais de cada parcela. Foi determinado o rendimento de grãos através da pesagem dos grãos por parcela, com posterior conversão para hectare. As equações foram obtidas pela regressão linear entre rendimento de grãos e intensidade da doença. Em ambas as safras agrícolas e locais houve ocorrência concomitante da mancha marrom e do oídio. Com predominância da mancha marrom em 2009 e do oídio em 2010 em ambos os experimentos e anos agrícolas. Os gradientes de doença e de rendimento foram gerados em ambos os locais e safras agrícolas, obtendo-se equações significativas e negativas, ou seja, à medida que aumentou a intensidade da doença, diminuiu o rendimento de grãos. Entre as variáveis testadas, independente do local e ano, a variável severidade foliar apresentou melhor relação com os danos e os estágios iniciais de desenvolvimento da cultura foram os que mostraram os maiores coeficientes de dano. Os coeficientes de dano obtidos podem ser utilizados no cálculo do LDE do patossistema múltiplo mancha marrom e oídio.

Palavras - chave: *Bipolaris sorokiniana*, *Blumeria graminis* f sp. *hordei*, dano, *Hordeum vulgare*, limiar de dano economico.

1.2 ABSTRACT

The chemical control is a main measure of control of foliar diseases of barley. The objective the work was to obtain equations of the damage function for multiple pathosystem (brown spot and powdery mildew), through the relationship between grain yield and disease incidence at different growth stages. The experiments were carry out at the NBN Seeds Company during the 2009 and 2010 crop seasons, located in Muitos Capões county, Rio Grande do Sul state, Brazil and in the Agro science Center at Santa Catarina State University only in 2010. The cultivar BRS Cauê was used as susceptible cultivar to brown spot and powdery mildew. The experiments design was a randomized block with four replications. The nine treatments consisting of different rates (half and recommended rates) and fungicide applications number (one, two, three and four) of strobilurin and triazole fungicides, generating the disease gradients intensity. The total area of 5.0 x 2.5 m was the experimental unit in both experiments. The fungicide applications and incidence and severity assessment were done at EC 22, EC 31, EC 39, EC 45 and EC 56 plant development stages as the scale of Zadoks et al., (1974). Plants from central rows of each plot were harvested manually. Was determined by weighing the grain yield of grain per plot, with subsequent conversion hectare. The equations were obtained by linear regression between grain yield and disease intensity. In both crop seasons and locations was concomitant occurrence of brown spot and powdery mildew. With predominance of the brown spot in 2009 and powdery mildew in 2010 in both experiments and crop seasons. The gradients of disease and yield were generated in both locations and crop season, resulting in significant and negative equations with increasing disease severity and decreasing grain yield. Among the variables tested, independent of location and year, the variable leaf severity has better relationship with damage and early stages of crop development were those that showed the highest damage coefficient. The damage coefficients obtained can be used in the calculation LDE in the multiple pathosystem the brown spot and powdery mildew.

Key words: *Bipolaris sorokiniana*, *Blumeria graminis* f sp. *hordei*, damage, economic damage threshold, *Hordeum vulgare*.

1.3 INTRODUÇÃO

A cevada é um cereal de inverno utilizado para diversos fins, principalmente para a produção de malte. Sua produção se dá principalmente no sul do país, já que as condições ambientais são favoráveis ao seu desenvolvimento. O Brasil se encontra em destaque entre os países importadores de cevada e principalmente de malte, uma vez que o país produz cerca de 30% da demanda da indústria cervejeira (EMBRAPA, 2010). A última safra brasileira apresentou uma produção de aproximadamente 205 mil toneladas numa área cultivada de 77,5 mil hectares (CONAB, 2010).

A cultivar BRS Cauê foi recentemente lançada no mercado nacional (25/02/2008, EMBRAPA, 2010) e vem crescendo em área cultivada devido ao seu potencial produtivo, tipo agrônomico e qualidade do malte. Segundo dados da AMBEV (ZANCANARO, informação verbal), na safra agrícola de 2009 foram cultivados 790 ha e na safra de 2010 em torno de 15.340 ha.

Na Região Sul do Brasil, devido ao excesso de chuvas durante o ciclo da cultura, as doenças tem sido freqüentes e com intensidade suficiente para afetar a produção da cultura (REIS & CASA, 2005). As doenças fúngicas foliares, como a mancha marrom, causada pelo fungo *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker, e o oídio, causado pelo fungo *Blumeria graminis* DC. f. sp. *hordei* Em. Marchal., são freqüentes e intensas em função da reação da cultivar, do sistema de cultivo, das práticas culturais e das condições climáticas da região em específico. Os danos causados pelas doenças foliares estão relacionados principalmente por interferir na área foliar fotossinteticamente ativa das plantas (FORCELINI & REIS, 2005).

Essas doenças podem ser controladas pela resistência genética, porém, essa estratégia muitas vezes é pouco duradoura podendo ser superada pela alteração na composição genética da população dominante do patógeno. Outras formas de controle que podem ser adotadas são uso de sementes saudáveis, tratamento de sementes, rotação de culturas e eliminação de plantas voluntárias, as quais diminuem as fontes de inóculo na lavoura. Além disso, a aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos, tem se mostrado uma medida rápida e eficiente que reduz o crescimento das doenças no campo (REUNIÃO, 2007; REIS & CASA, 2007).

A aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos, sem levar em consideração um critério técnico e econômico, provoca aumentos no custo de produção e a contaminação do meio ambiente (ZAMBOLIM et al., 2003). Dessa forma é necessário o desenvolvimento de critério técnico e científico para a aplicação de fungicidas (REIS et al., 2009). Os critérios para o início das aplicações de fungicidas na cevada ainda não estão bem definidos pela pesquisa.

Um dos critérios indicadores para o controle da mancha marrom na cevada é quando a severidade foliar atingir 3% correspondente a valores de 20% de incidência foliar (REUNIÃO, 2009). Menegon et al. (2005) determinaram que apenas as aplicações de fungicidas realizadas entre 40 e 60 dias após emergência reduziram o tamanho das lesões de mancha marrom na cevada e aumentaram rendimento de grãos. Em relação ao oídio, recomenda-se o início das aplicações, em cultivares altamente suscetíveis, quando o nível de severidade atingir entre 1 e 2% (REUNIÃO, 2009). Casa et al. (2002) iniciaram as aplicações com incidência foliar de 40%, em estudos conduzidos para testar sensibilidade de oídio do trigo a fungicidas.

Normalmente a tomada de decisão para pulverizações dos órgãos aéreos da cevada segue critérios subjetivos, como aplicações preventivas ou definidas pelo estágio de desenvolvimento da cultura (REIS & CASA, 2001). Apesar de existirem também informações sobre a intensidade de doença estas praticamente não levam em consideração os danos, as perdas, os custos de controle e a eficiência dos fungicidas (REUNIÃO, 2009; PICININI & FERNANDES, 1998). Esse fato pode levar a aplicações desnecessárias ou tardias, quando a intensidade da doença já ultrapassou o limiar de dano econômico (LDE).

Segundo Reis et al. (2001a) o LDE pode ser definido como a intensidade da doença que causa perdas iguais ao custo do seu controle e consiste em critério racional e científico para aplicação de fungicidas. No Brasil, para a cultura da cevada foram geradas equações de função de dano para os patossistemas simples oídio e mancha marrom, na cultivar BR-2 (REIS et al., 2002; REIS & CASA, 2007, respectivamente) e para a mancha em rede na cultivar Antártica 5 (REIS et al., 1999), restritas para tais cultivares ou para aquelas que possuem reação semelhante. Nesse caso as equações foram obtidas para doenças isoladas, sem considerar o que ocorre na maioria das situações atuais de cultivo, onde geralmente são detectadas mais de uma doença por lavoura, planta ou folhas na mesma planta (patossistema múltiplo). Para a obtenção de tais funções vários modelos podem ser utilizados, dentre eles o modelo do ponto crítico, que permite a identificação de um determinado estágio de desenvolvimento do hospedeiro no qual a intensidade da doença presente está correlacionada com o dano futuro (BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996).

O objetivo do trabalho foi gerar equações de função de dano na cultivar de cevada BRS Cauê para a mancha marrom e oídio, considerando um patossistema múltiplo, através do modelo do ponto crítico e o método da parcela experimental, relacionando a intensidade da doença com o rendimento de grãos e obtendo-se assim os coeficientes de dano utilizados para o cálculo do LDE.

1.4 MATERIAL E MÉTODOS

Na safra agrícola de 2009, o experimento foi conduzido em lavoura comercial do município de Muitos Capões, RS, situado na região Nordeste do Rio Grande do Sul cujas coordenadas geográficas situam-se em 28°18'51 de latitude Sul e 51°10'54 de longitude Oeste estando a uma altitude de 937 metros (Figura 8). O solo da região tem origem de rochas basálticas, sendo classificado como Latossolo Bruno alumínico, classe A e textura argilosa (EMBRAPA, 2010). Na safra agrícola de 2010, o experimento foi conduzido nesta mesma região e também na área experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias do CAV/UEDESC, Lages, SC, localizada no Planalto Sul do estado, correspondente às coordenadas geográficas 27°50'35 de latitude sul e 50°29'45' de longitude oeste e estando a 960 metros do nível do mar (Figura 8). O solo da área experimental do CAV/UEDESC é classificado como Cambissolo Húmico alumínico Leptico, franco argilo-siltoso, derivado de rochas sedimentares, siltito da formação Rio-do-Rastro (EMBRAPA, 2010).

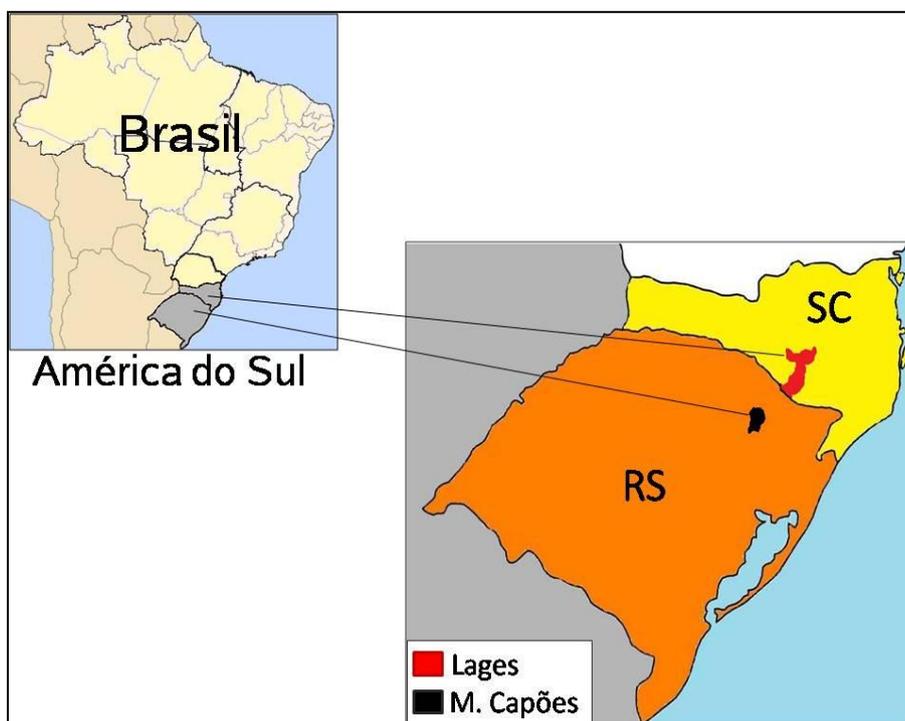


Figura 8. Mapa dos estados do RS e SC indicando a região de Muitos Capões, RS e Lages, SC, onde foram conduzidos os experimentos. Figura: Rosa & Agostinetto (2011)

Nos dois locais e em ambos os anos agrícolas foi utilizada a cultivar BRS Cauê, considerada suscetível ao oídio, mancha marrom e giberela, moderadamente suscetível a ferrugem da folha e moderadamente resistente a mancha em rede (REUNIÃO, 2009).

Em Muitos Capões, os experimentos foram conduzidos em área de plantio direto com rotação de culturas e em sucessão ao cultivo da soja. A semeadura ocorreu nos dias 27/06/2009 e 12/06/2010 com espaçamento entre linhas de 0,17 metros e densidade populacional de 380 plantas por m^2 . As sementes foram tratadas com 100 mL de iprodiona (Rovral), 80 mL de carbendazim (Portero) e 60 mL imidacloprida (Gaucho) para cada 100 Kg de sementes. A adubação consistiu de 204 $Kg \cdot ha^{-1}$ de MAP (11% de N e 52% de P_2O_5) e 187 $Kg \cdot ha^{-1}$ de KCl (60% de K_2O). O controle das pragas (lagartas e pulgões) foi feito pelo uso de 30 mL/ha de inseticida triflumurom (Certero) e 500 mL/ha de clorpirifós (Lorsban) e o manejo das plantas invasoras foi realizado pelo uso de 70 g/ha de herbicida iodosulfurometilíco (Hussar).

Em Lages, o experimento foi conduzido na área experimental do CAV/UEDESC, sob rotação de cultura com aveia e em sucessão ao cultivo de soja. A semeadura ocorreu no dia 21 de junho de 2010, com espaçamento entre linhas de 0,19 metros e densidade populacional de 18 plantas por m^2 . O tratamento de sementes foi feito com 7 mL de inseticida imidacloprido (Gaucho) e 24 mL de fludioxonil - metalaxil (Maxim XL) para 12 Kg de sementes tratadas. A adubação foi feita utilizando-se 12 Kg de superfosfato triplo na área do experimento. O manejo dos insetos pragas (pulgões) foi realizado com 0,5 mL de imidacloprida (Gaucho FS) e as plantas invasoras foram controladas com 1,0 mL de clodinafope-propargil na área do experimento (Topik 240 EC).

Os experimentos foram conduzidos com delineamento em blocos casualizados, com nove tratamentos e quatro repetições, totalizando 36 parcelas por experimento, cuja área de cada unidade experimental correspondeu a 5,0 x 2,5 metros (Figura 9A e 9B).

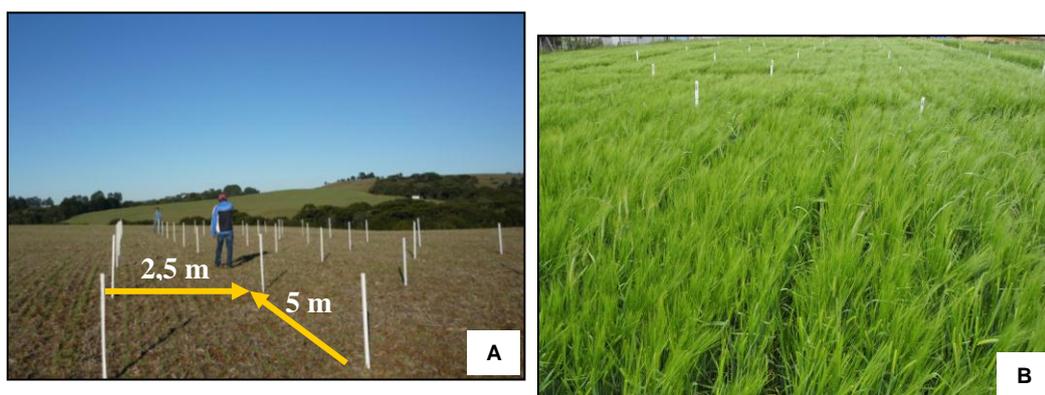


Figura 9. Demarcação do experimento (A). Experimento de cevada no estágio de espigamento (B). Foto: Sachs, 2009. Fotos: Sachs & Agostinetto (2010)

Os tratamentos foram constituídos de diferentes doses (metade da dose e dose indicada pelo fabricante) e número (uma, duas, três e quatro) de aplicações de fungicidas (triazol +

estrobilurina), utilizados para gerar o gradiente de intensidade das doenças (Tabela 1), conforme metodologia usada por Sah & Mackenzie (1987), Reis et al., (2000), Reis et al., (2002), Reis et al. (2007), Reis et al. (2008), Bohatchuck et al. (2008) e Nerbass et al. (2010). Os fungicidas foram aplicados em intervalos de 20 dias pelo uso de pulverizador costal de pressão constante gerado por gás CO₂ com barra de dois metros de comprimento e seis bicos de pulverização, com volume de calda de 200 litros.ha⁻¹ (Figura 10).

Tabela 1. Doses e número de aplicações de fungicidas para gerar o gradiente da intensidade de doenças foliares na cultivar de cevada BRS Cauê. Lages, SC, 2009 e 2010.

Tratamento	Número de aplicações	Dose do ingrediente ativo (g/ha)
T1	Sem aplicação	-
T2	Uma aplicação	(25g epoxiconazol + 66,5g piraclostrobina) + 45g metconazol
T3	Uma aplicação	(50g epoxiconazol + 133g piraclostrobina) + 90g metconazol
T4	Duas aplicações	30 g azoxistrobina + 12 g ciproconazol
T5	Duas aplicações	60 g azoxistrobina + 24 g ciproconazol
T6	Três aplicações	60 g tebuconazol + 30 g trifloxistrobina
T7	Três aplicações	120 g tebuconazol + 60 g trifloxistrobina
T8	Quatro aplicações	60 g tebuconazol + 30 g trifloxistrobina
T9	Quatro aplicações	120 g tebuconazol + 60 g trifloxistrobina

Obs: Primeira aplicação: Afilhamento; Segunda aplicação: Alongamento; Terceira aplicação: Emborrachamento; Quarta aplicação: Emergência da inflorescência



Figura 10. Detalhe da aplicação de fungicida no experimento com pulverizador costal de pressão gerado por gás CO₂. Foto: Casa & Agostinetti (2010)

A metodologia usada para obter o gradiente de intensidade das doenças com os respectivos danos no rendimento de grãos constituiu-se do método de parcela experimental usando o modelo de ponto crítico descrito por Bergamin Filho & Amorim (1996).

As coletas foram feitas removendo-se dez afilhos de dez plantas ao acaso de cada parcela, quando as plantas encontravam-se nos estádios de crescimento EC 22 (colmo principal e dois afilhos), EC 31 (primeiro nó visível), EC 39 (lígula da folha bandeira recém

visível), EC 45 (emborrachamento completo) EC 56 (três quartos das inflorescências emergidas) (Figura 11A). No Laboratório de Fitopatologia do CAV/UEDESC realizaram-se as avaliações de incidência e severidade foliar da mancha marrom e oídio sendo que para a avaliação foram desconsideradas as folhas em fase de expansão e senescidas (Figura 11B). Considera-se incidência foliar a presença ou ausência da doença, enquanto severidade foliar refere-se ao percentual de área de tecido afetado pela doença (BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996; VALE et al., 2004). Para a quantificação da incidência foliar consideraram-se as folhas que continham lesões maiores que 2 mm de comprimento para ambas as doenças e no caso da severidade foliar apenas uma pessoa foi responsável pela avaliação em todas as amostras coletadas para evitar possíveis erros sistemáticos, sendo treinada pelo uso da escala diagramática de manchas foliares do trigo desenvolvido por James (1971) e auxílio de aplicativo Distrain (TOMERLIN & HOWELL, 1988).

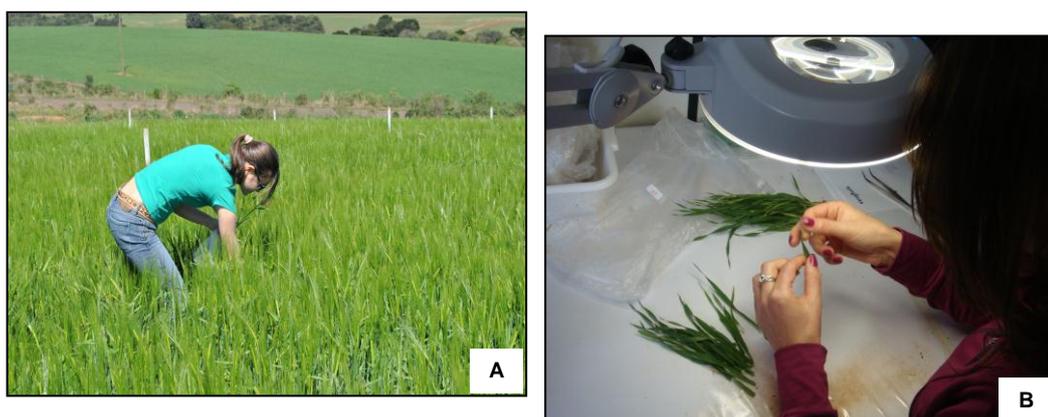


Figura 11. Coleta de afilhos de cevada no estágio de espigamento (A). Quantificação da incidência e severidade foliar no laboratório (B). Fotos: Agostinetto & Sachs (2010)

A colheita foi manual, coletando-se todas as plantas das linhas centrais de cada parcela. A trilha e a limpeza foram realizadas em máquina estacionária, seguida da secagem e a pesagem dos grãos, determinando-se o rendimento por parcela e conversão para hectare (Figura 12).



Figura 12. Colheita da cevada (A). Determinação do rendimento de grãos (B). Fotos: Casa & Agostinetto (2009)

As equações das funções de dano para cada ano agrícola e estágio fenológico da cultura foram obtidas pela análise de regressão linear entre a intensidade da mancha marrom e oídio (variável independente) e o rendimento de grãos (variável dependente) pelo uso do programa estatístico Statistical Analysis System (SAS®) versão 9.1.

1.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na safra agrícola de 2009, no município de Muitos Capões, as condições climáticas de temperatura (média de 25°C) e precipitação pluvial (média de 1.370 mm) durante o ciclo da cultura, foram propícias ao desenvolvimento da mancha marrom e menos favoráveis ao desenvolvimento do oídio, pois na germinação dos esporos não é necessário período de molhamento (MATRHE, 1997). No ano de 2010, a média de precipitação durante o ciclo da cultura foi de 857 mm em Muitos Capões, RS e 742 mm em Lages, SC (AGRITEMPO, 2010), favorecendo a maior ocorrência de oídio em relação à mancha marrom desde o afilamento até o espigamento (Figura 13).



Figura 13. Plantas de cevada infectadas por oídio com morte das folhas baixas no ano agrícola de 2010 Lages, SC. Foto: Sachs & Agostinetto (2010).

Para cada ano agrícola, local e estágio de desenvolvimento foram geradas cinco equações de função de dano para a incidência e cinco para a severidade na cultivar BRS Cauê, com suas respectivas probabilidades (p) e coeficientes de determinação (R^2), totalizando 30 equações lineares de função de dano, sendo 20 para Muitos Capões e 10 no município de Lages. As equações foram também ajustadas para uma tonelada de grãos de cevada para facilitar o seu uso no cálculo do LDE, de acordo com patossistema simples (REIS et al., 2005; REIS & CASA, 2007) e patossistema múltiplo (BOHATCHUK et al., 2008) do trigo e também para patossistema simples (REIS et al., 2008) e patossistema múltiplo em aveia branca (NERBASS et al., 2010) e também para patossistema simples de oídio e mancha em rede na cevada (REIS et al., 2002; REIS et al., 1999, respectivamente).

Com base na incidência foliar, em ambas as safras agrícolas, foram obtidas equações significativas, porém algumas equações com valores de R^2 inferior a 50% (Tabela 2). Em relação à severidade foliar ocorreu o mesmo (Tabela 3). Esse fato pode ser explicado pela baixa ocorrência de ambas as doenças durante todo o ciclo da cultura no ano agrícola de 2009, já que o experimento foi conduzido em uma área de rotação de culturas não havendo pressão de inóculo do agente causal da mancha marrom na área, dificultando o desenvolvimento da doença e no caso do oídio devido às condições ambientais desfavoráveis de excesso de chuva. O rendimento de grãos foi irregular entre as diferentes doses e aplicações de fungicidas o que pode também ter contribuído nos baixos valores de R^2 obtidos. Nerbass et al. (2008) também não encontraram relação significativa entre intensidade de doença e o rendimento de grãos de aveia branca, devido a não ocorrência de gradiente de rendimento. Em 2010, um fator que pode explicar os baixos valores de R^2 , em ambos os locais, foram a pouca existência de diferença entre tratamentos de dose recomendada e metade da dose e a falta de residual do produto aplicado interferindo conseqüentemente na geração do gradiente da doença.

As equações de dano do ano agrícola de 2009 em Muitos Capões baseadas na incidência foliar do patossistema múltiplo mancha marrom e oídio geraram coeficientes de dano que variaram de 5,15 Kg.ha^{-1} a 15,38 Kg.ha^{-1} no rendimento de grãos para cada 1% de incidência foliar considerando um rendimento de 1.000 Kg.ha^{-1} (Tabela 2). Em relação à severidade os danos variaram de 0,09 Kg.ha^{-1} a 0,15 Kg.ha^{-1} para cada 1% de aumento da severidade das doenças (Tabela 3). Em 2010 em Muitos Capões, RS, os danos no rendimento, considerando um incremento de 1% de incidência foliar, variaram de 5,58 a 20,09 Kg.ha^{-1} , e para a severidade os danos foram de 19,44 a 1.306 Kg.ha^{-1} (Tabelas 2 e 3). Já em Lages, os valores de dano foram entre 6,13 e 41,05 Kg.ha^{-1} para a incidência foliar e 5,35 a 2.413,82 Kg.ha^{-1} para a severidade foliar (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Equações da função de dano original e normalizada para o patossistema múltiplo mancha marrom e oídio com base na incidência foliar, geradas por estádios fenológicos na cultivar de cevada BRS Cauê. Lages, SC, safras agrícolas de 2009 e 2010.

Ano	Local	EC*	Equações originais	Equações Normalizadas	p**	R***
2009	Muitos Capões/RS	22	R = 6.506 - 100,08 I	R = 1.000 - 15,38 I	0,0010	0,445
		31	R = 6.898 - 83,75 I	R = 1.000 - 12,14 I	0,0020	0,326
		39	R = 5.721 - 29,48 I	R = 1.000 - 5,15 I	0,0008	0,365
		45	R = 6.055 - 73,94 I	R = 1.000 - 12,21 I	0,0040	0,288
		56	R = 6.013 - 53,34 I	R = 1.000 - 8,87 I	0,0520	0,168
2010	Muitos Capões/RS	22	R = 7.009 - 140,84 I	R = 1.000 - 20,09 I	0,0003	0,419
		31	R = 4.742 - 38,35 I	R = 1.000 - 8,09 I	0,0003	0,508
		39	R = 6.458 - 36,04 I	R = 1.000 - 5,58 I	0,0060	0,271
		45	R = 8.270 - 59,54 I	R = 1.000 - 7,2 I	0,0001	0,571
		56	R = 7.783 - 45,04 I	R = 1.000 - 5,78 I	0,0010	0,673
2010	Lages/SC	22	R = 5.184 - 212,83 I	R = 1.000 - 41,05 I	0,0006	0,584
		31	R = 8.246 - 52,97 I	R = 1.000 - 6,42 I	0,0005	0,544
		39	R = 7.403 - 45,40 I	R = 1.000 - 6,13 I	0,0187	0,258
		45	R = 12.518 - 95,00 I	R = 1.000 - 7,59 I	0,0001	0,658
		56	R = 8.687 - 54,73 I	R = 1.000 - 6,30 I	0,0002	0,477

* Estádio de crescimento segundo a escala de Zadoks et al. (1974); ** Probabilidade de erro; *** Coeficiente de determinação.

Tabela 3. Equações da função de dano original e normalizada para o patossistema múltiplo mancha marrom e oídio com base na severidade foliar, geradas por estádios fenológicos na cultivar de cevada BRS Cauê. Lages, SC, safras agrícolas de 2009 e 2010.

Ano	Local	EC*	Equações originais	Equações Normalizadas	p**	R***
2009	Muitos Capões/RS	22	R = 0,449 - 0,000058 S	R = 1.000 - 0,129 S	0,0030	0,364
		31	R = 0,930 - 0,00013 S	R = 1.000 - 0,139 S	0,0031	0,318
		39	R = 12,616 - 0,00123 S	R = 1.000 - 0,097 S	0,0001	0,504
		45	R = 8,103 - 0,0011 S	R = 1.000 - 0,136 S	0,0001	0,531
		56	R = 11,975 - 0,0019 S	R = 1.000 - 0,159 S	0,0001	0,454
2010	Muitos Capões/RS	22	R = 5.435 - 5.630 S	R = 1.000 - 1.035,87 S	0,0002	0,438
		31	R = 4.743 - 3.175 S	R = 1.000 - 669,41 S	0,0030	0,472
		39	R = 5.281 - 137,81 S	R = 1.000 - 26,09 S	0,0001	0,663
		45	R = 5.279 - 121,11 S	R = 1.000 - 22,94 S	0,0001	0,592
		56	R = 5.265 - 102,35 S	R = 1.000 - 19,44 S	0,0001	0,531
2010	Lages/SC	22	R = 4.554 - 10.998 S	R = 1.000 - 2.412,82 S	0,0030	0,272
		31	R = 4.272 - 243,88 S	R = 1.000 - 57,08 S	0,0060	0,411
		39	R = 8.449 - 374,75 S	R = 1.000 - 44,35 S	0,0010	0,739
		45	R = 4.892 - 26,16 S	R = 1.000 - 5,35 S	0,0007	0,548
		56	R = 5.826 - 135,42 S	R = 1.000 - 23,24 S	0,0001	0,707

* Estádio de crescimento segundo a escala de Zadoks et al. (1974); ** Probabilidade de erro; *** Coeficiente de determinação.

Observa-se que os maiores coeficientes de dano, principalmente com base na severidade foliar ocorreram na safra agrícola de 2010 (Tabelas 2 e 3), esse fato pode estar atrelado à elevada intensidade de oídio nesse ano agrícola devido às condições ambientais favoráveis de baixa precipitação durante todo o ciclo da cultura. A ocorrência de granizo no final do ciclo pode também ter interferido negativamente na formação do grão.

Em 2009 e 2010, os maiores danos foram observados na fase inicial de desenvolvimento da cultura (EC 22) (Tabelas 2 e 3), corroborando com os resultados encontrados por Cook et al. (1999) e Bohatchuk et al. (2008) em trigo e Reis et al. (2008) em aveia branca, justificando que o surgimento precoce das doenças apresentam impacto negativo no rendimento de grãos, interferindo no número de grãos por m², o qual é determinado a partir do número de afilhos presentes e pelo número de grãos por espiga.

Considerando os coeficientes de determinação, a variável severidade apresentou melhor relação com os dados (Tabelas 2 e 3). Contrariamente, Nerbass et al. (2010) trabalhando com equações de função de dano para a cultura da aveia, relataram que a variável incidência mostrou maior relação com os danos obtidos.

Funções de dano para a cultura da cevada foram descritas apenas para a cultivar BR 2, atualmente não mais utilizada comercialmente, e isoladamente para a mancha marrom (REIS & CASA, 2007) e oídio (REIS et al., 2002). No caso desse trabalho, as funções de dano foram geradas para patossistema múltiplo, ou seja, considerando a ocorrência simultânea da mancha marrom e do oídio, o que realmente ocorre no campo, uma vez que a cultivar BRS Cauê é suscetível a mais de uma doença (REUNIÃO, 2009).

Os coeficientes de dano a partir das funções de dano são utilizados para o cálculo do LDE pela fórmula gerada por Munford & Norton (1984): $I = Cc / (Pp \times Cd) \times Ec$, onde I = incidência da doença, Cc = custo de controle por hectare (fungicida, combustível, amassamento, mão-de-obra do operador) Pp = preço de venda do produto (cevada), Cd = coeficiente de dano, obtido a partir das funções de dano e Ec = eficiência do controle do fungicida. Esse critério de aplicação de fungicidas leva em consideração aspectos técnicos, econômicos e ambientais. Considerando o custo de controle na cultura da cevada R\$ 80,00/hectare (Fonte: Cooperativa Agrária/Entre - Rios), o preço de venda da cevada corresponde a R\$ 533,00/ton. (Fonte: AmBev), a eficiência do fungicida, nesse caso, de 35% (retirado das tabelas 5 e 6 do capítulo II, considerando duas aplicações) e o cd obtido da equação de função de dano retirado da Tabela 2 para o estágio de alongamento na safra de 2010, $R = 1.000 - 8,09 I$ com $p = 0,0003$ e $R^2 = 0,508$. Nesse caso, considera-se que para cada 1% de incidência das doenças ocorreu uma redução de 8,09 Kg.ha⁻¹ ou 0,00809 toneladas no

estádio de alongamento para cada 1000 kg de grãos colhidos. Se considerar uma lavoura que tenha um rendimento estimado de 4.500 Kg.ha⁻¹ o Cd calculado será de 36,40 Kg.ha⁻¹ ou 0,0364 ton. Substituindo esses valores na fórmula obtem-se um LDE = 1,44 % de incidência foliar, indicando que o início das aplicações de fungicida para o controle da mancha marrom e oídio devem iniciar quando a incidência atingir 1,44%.

Devido a alguns valores baixos de R² das equações de função de dano obtidos neste trabalho, e sabendo que o valor do LDE não é fixo e varia em função das alterações do preço da cevada, do fungicida, do custo de controle e da eficiência do fungicida torna-se necessário a continuidade da pesquisa em diferentes locais, anos e cultivares, para que possam ser úteis na tomada de decisão para o controle químico das doenças fúngicas foliares na cultura da cevada, baseado no LDE, tornando a atividade agrícola mais sustentável do ponto de vista econômico e ambiental.

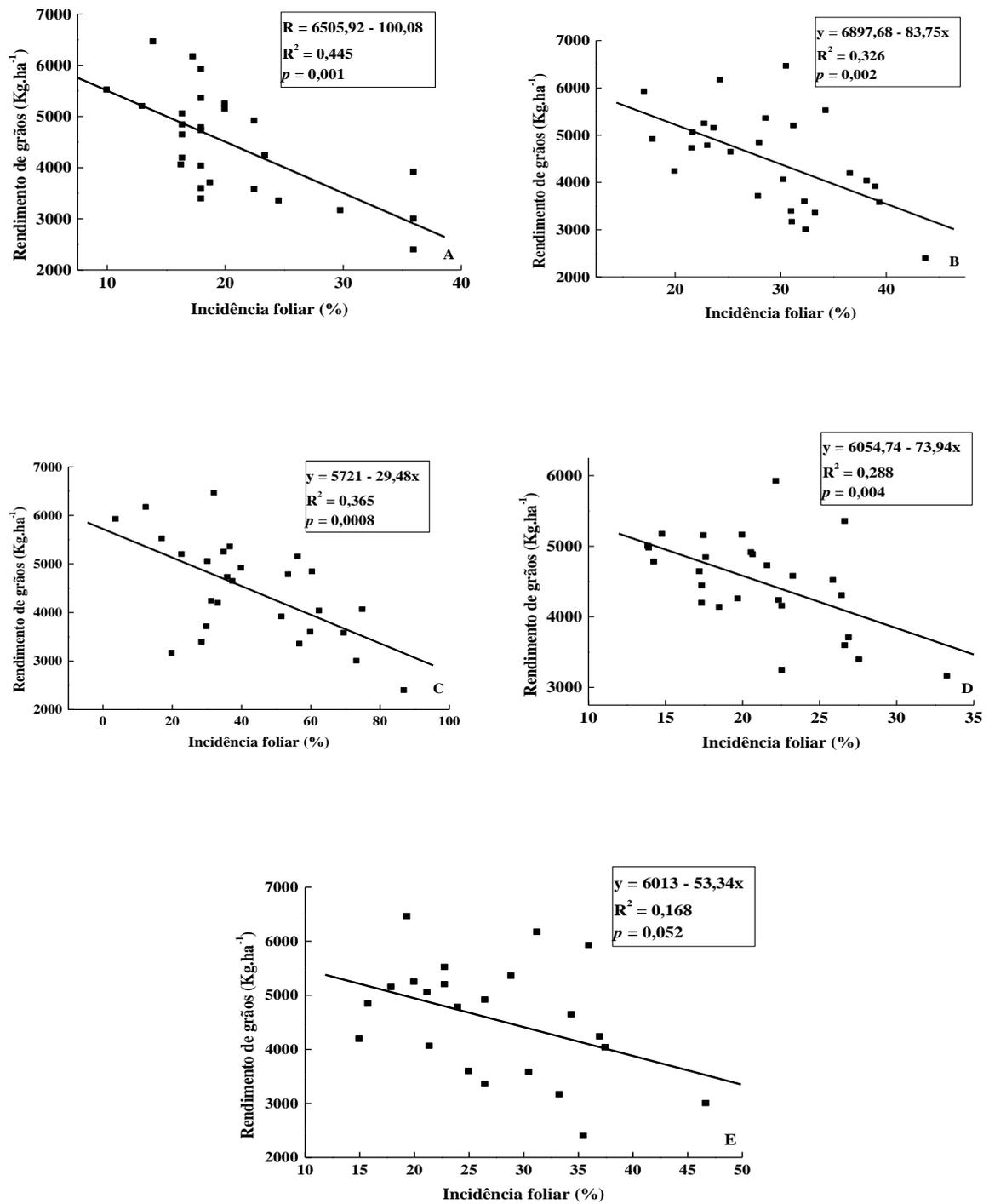


Figura 14. Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) na cultivar BRS Cauê na safra de 2009, em Muitos Capões/RS, nos estágios EC 22 (A), EC 31 (B), EC 39 (C), EC 45 (D) e EC 56 (E).

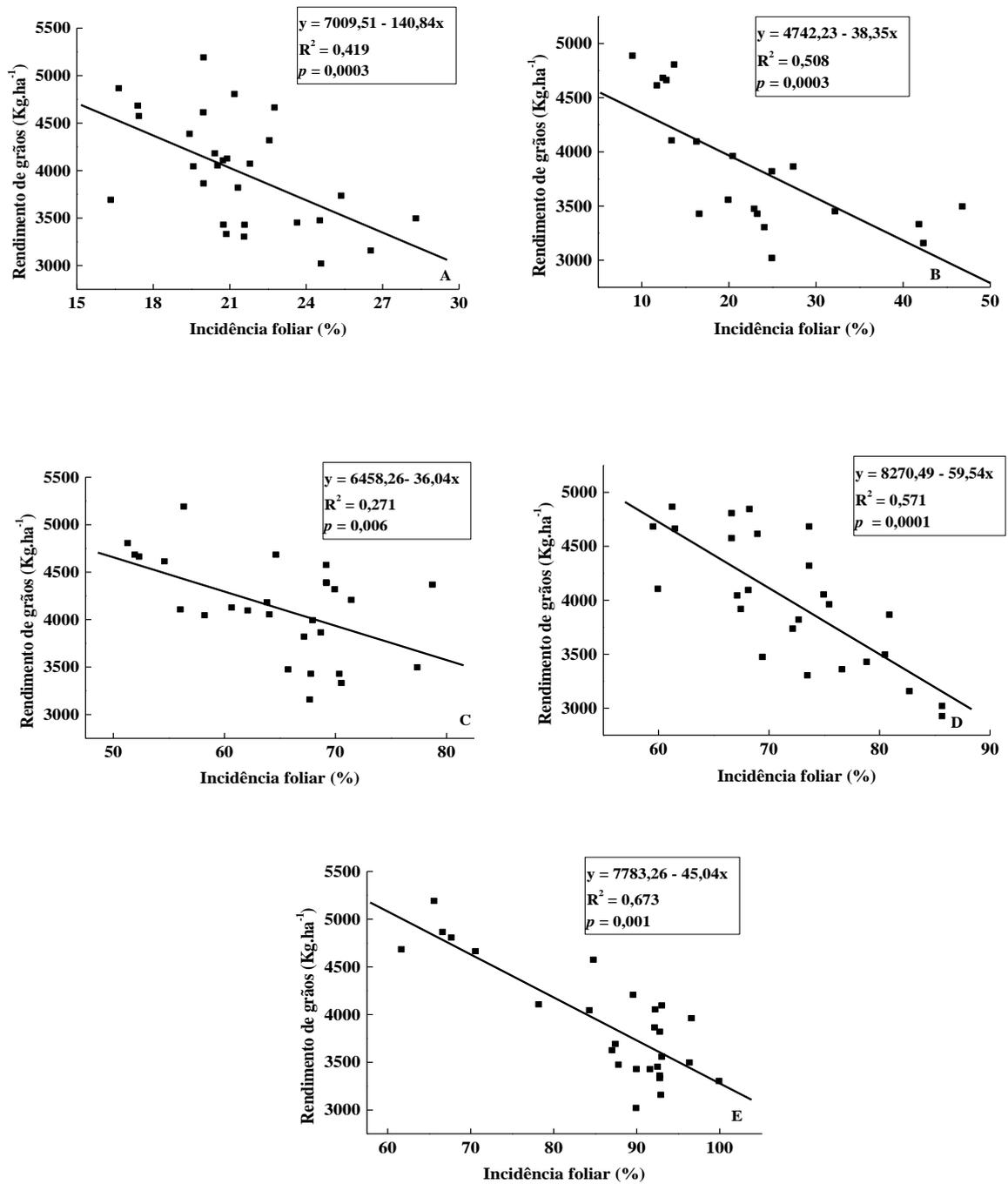


Figura 15. Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) na cultivar BRS Cauê na safra de 2010, em Muitos Capões/RS, nos estádios EC 22 (A), EC 31 (B), EC 39 (C), EC 45 (D) e EC 56 (E).

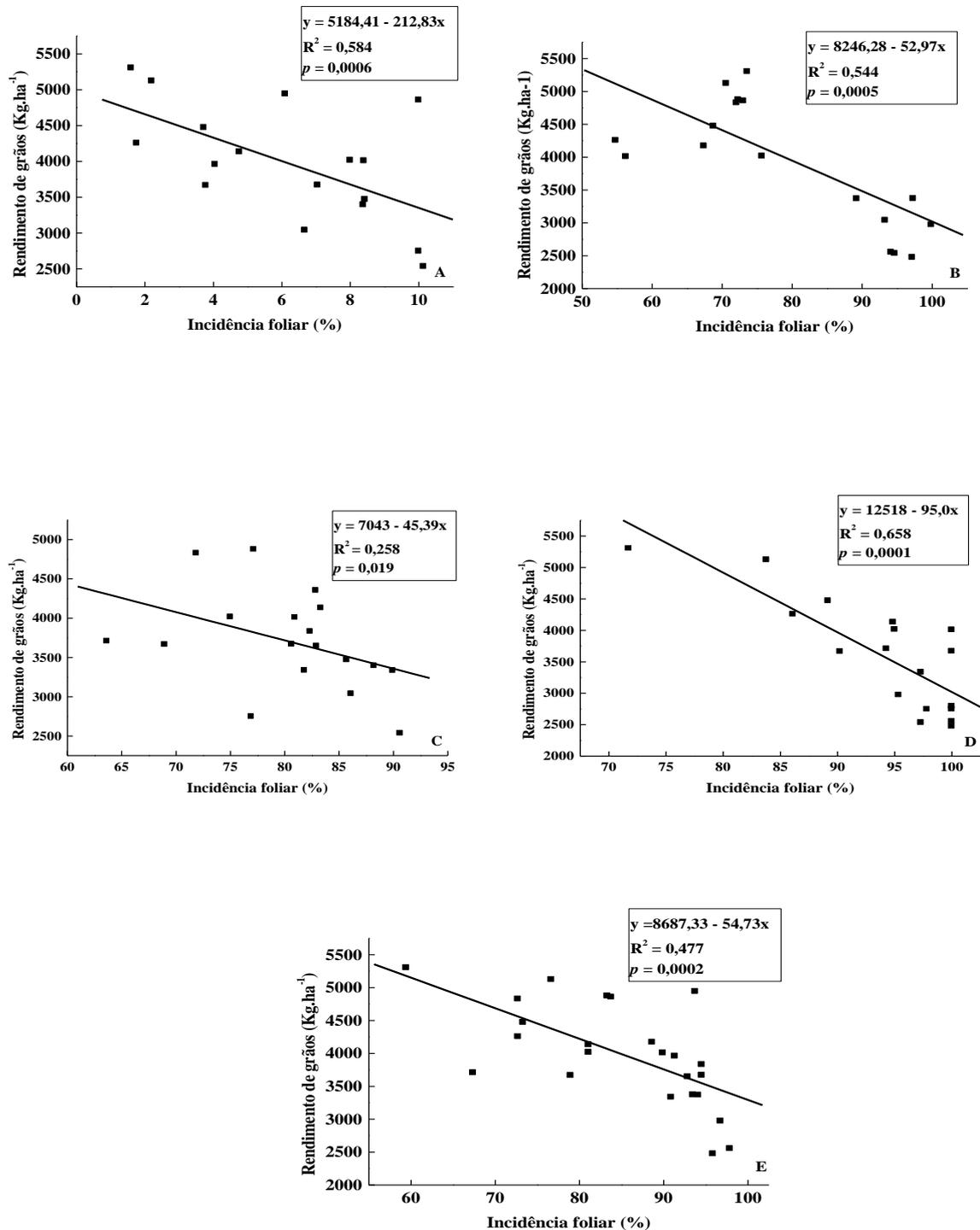


Figura 16. Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) na cultivar BRS Cauê na safra de 2010, em Lages/SC, nos estádios EC 22 (A), EC 31 (B), EC 39 (C), EC 45 (D) e EC 56 (E).

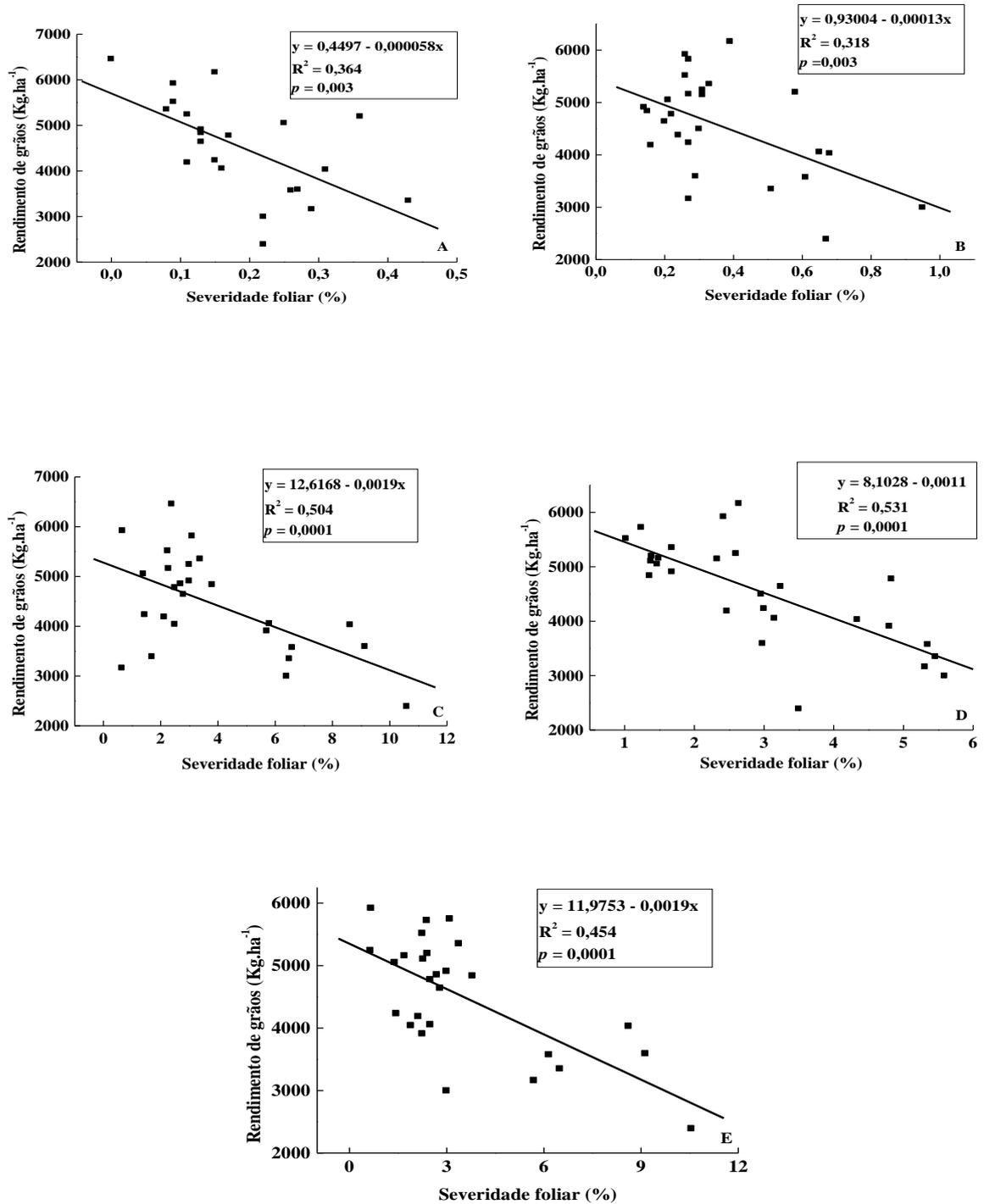


Figura 17. Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) na cultivar BRS Cauê na safra de 2009, em Muitos Capões/RS, nos estádios EC 22 (A), EC 31 (B), EC 39 (C), EC 45 (D) e EC 56 (E).

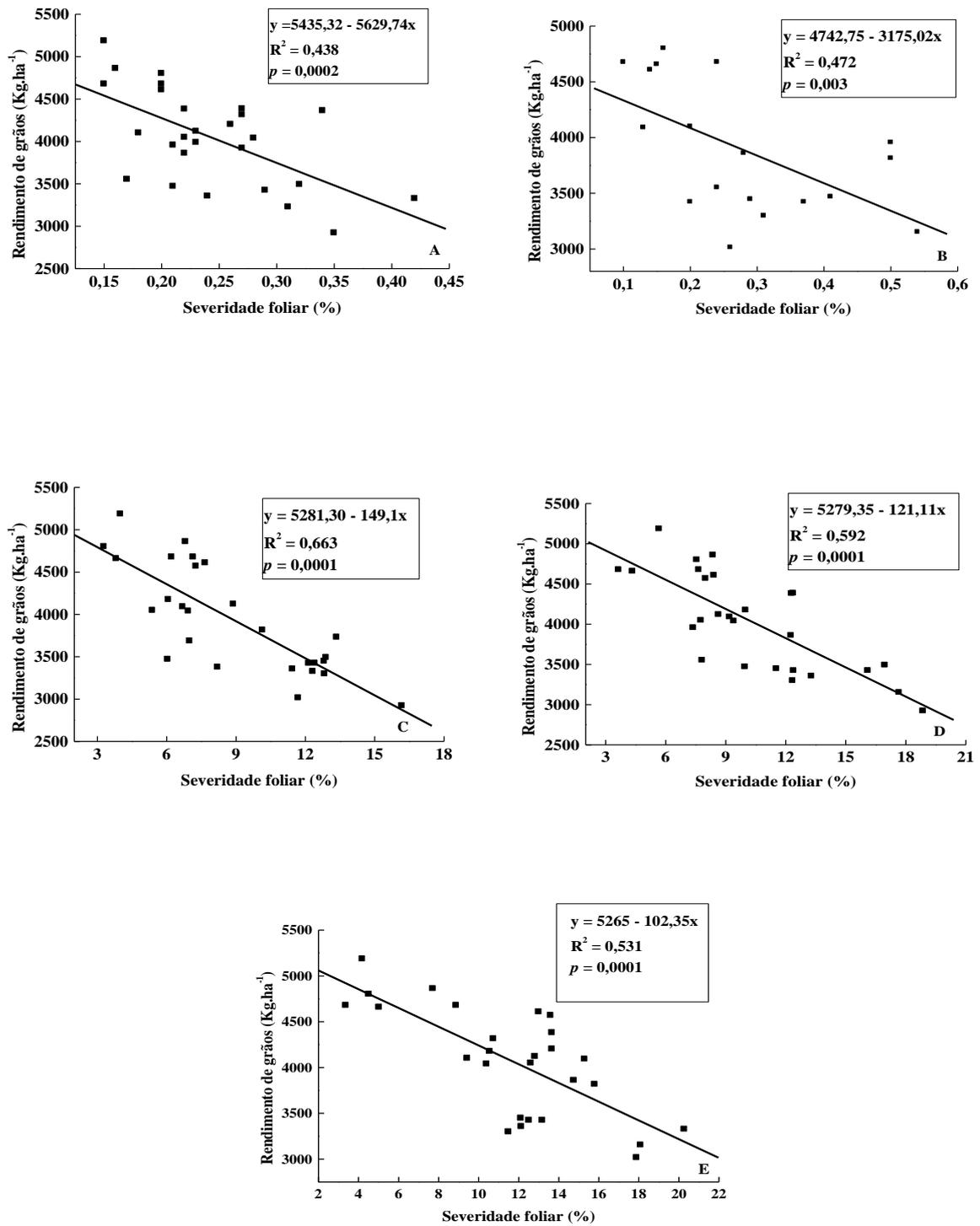


Figura 18. Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) na cultivar BRS Cauê na safra de 2010, em Muitos Capões/RS, nos estádios EC 22 (A), EC 31 (B), EC 39 (C), EC 45 (D) e EC 56 (E).

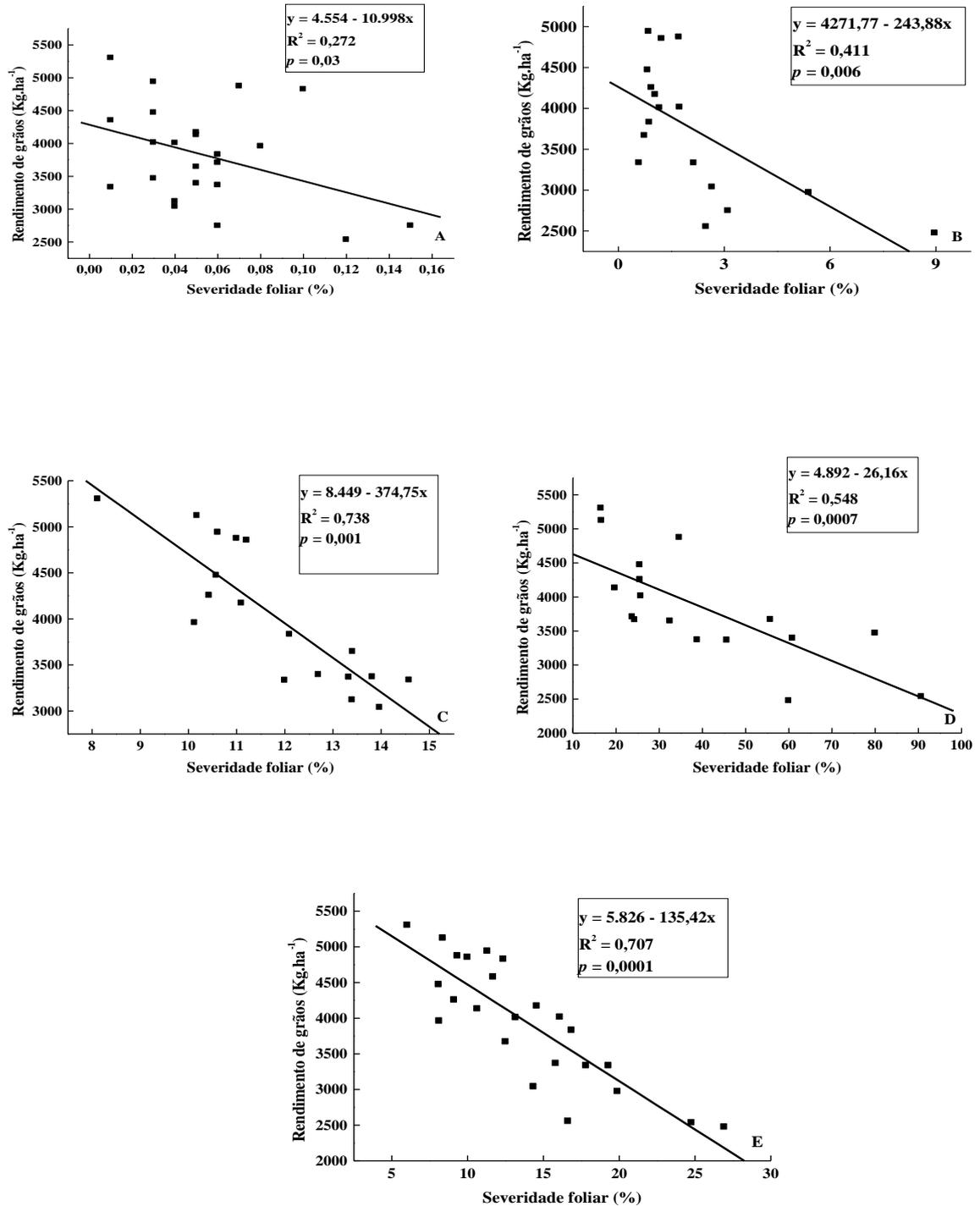


Figura 19. Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) na cultivar BRS Cauê na safra de 2010, em Lages/SC, nos estádios EC 22 (A), EC 31 (B), EC 39 (C), EC 45 (D) e EC 56 (E).

1.6 CONCLUSÃO

Foi possível obter as funções de dano para o patossistema múltiplo mancha marrom e oídio na cultivar de cevada BRS Cauê havendo variações nos valores do coeficiente de dano em função do estágio fenológico das plantas. As equações geradas com seus respectivos coeficientes de dano podem ser utilizadas para o cálculo do LDE na cultivar BRS Cauê e em cultivares com reação semelhante. Em função de que o LDE não é uma variável fixa, torna-se necessário a continuidade da pesquisa para a cultura da cevada em diferentes locais, cultivares e anos agrícolas.

CAPÍTULO II

2 CONTROLE DE DOENÇAS FÚNGICAS FOLIARES E DANOS NA PRODUÇÃO DE CEVADA EM RESPOSTA A DOSE E NÚMERO DE APLICAÇÕES DE FUNGICIDAS

2.1 RESUMO

As doenças fúngicas foliares da cevada podem reduzir o peso e interferir na qualidade dos grãos. O objetivo do trabalho foi determinar o percentual de controle do patossistema múltiplo mancha marrom e oídio da cevada, em resposta à dose e número e aplicações de fungicidas e quantificar os danos no rendimento de grãos (RG), massa de mil grãos (MMG) e granulometria (G). Os experimentos foram conduzidos nas safras agrícolas de 2009 e 2010 na NBN Sementes, no município de Muitos Capões, RS; e, na safra de 2010 no Centro de Ciências Agroveterinárias no município de Lages, SC. Em todos os experimentos foi utilizada a cultivar BRS Cauê suscetível à mancha marrom e ao oídio. O delineamento foi blocos casualizados, com quatro repetições e nove tratamentos constituídos de diferentes doses (meia dose e dose indicada pelo fabricante) e número (uma, duas, três e quatro) de aplicações de fungicidas triazóis e estrobilurinas para gerar os gradientes de intensidade das doenças. A área de cada unidade experimental correspondeu a 5,0 x 2,5 m em ambos os experimentos. As aplicações de fungicidas e as avaliações da incidência e severidade foliar ocorreram nos estádios de crescimento EC 22, EC 31, EC 39, EC 45 e EC 56, conforme escala de Zadoks (1974). A colheita foi manual colhendo-se as plantas das linhas centrais de cada parcela. Foram avaliados rendimento de grãos (RG), massa de mil grãos (MMG) e granulometria (G) dos grãos colhidos. Os valores de incidência e severidade foliar foram usados para calcular a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Os dados obtidos dos componentes de rendimento e os valores da AACPD foram submetidos à análise de variância e ao teste de comparação de médias. Nos dois anos houve ocorrência concomitante da mancha marrom e do oídio. Na safra 2009, a doença predominante foi a mancha marrom, com danos de até 45,87%, 15,57% e 25,84% no RG, MMG e G, respectivamente. Em relação ao controle, baseando-se na severidade foliar, três e quatro aplicações independente da dose utilizada não diferiram estatisticamente e obtiveram maior controle correspondendo a 68,11%. Em 2010, o oídio foi doença predominante e obtiveram-se danos de 31,16%, 14,02% e 10,76%, respectivamente no RG, MMG e G em Muitos Capões e 39,44%, 23,59% e 45,88% no RG,

MMG e G, respectivamente, em Lages. Quanto ao percentual de controle os maiores valores observados com base na severidade foliar foram de 71,63% e 73,96% para Muitos Capões e Lages, respectivamente. Em Muitos Capões três e quatro aplicações apresentaram o maior controle independente da dose usada. Em Lages, quatro aplicações mostraram melhor controle independente da dose utilizada. Conclui-se que a mancha marrom e oídio causam danos à cevada e reduzem os componentes de rendimento e podem ser controladas com aplicações de fungicidas, sendo que três e quatro aplicações mostraram-se mais eficientes no controle dessas doenças.

Palavras - chave: controle químico, *Hordeum vulgare*, mancha marrom, oídio, rendimento

2.2 ABSTRACT

The barley foliar diseases can reduce of the grain the weight and interfere with the quality. The objective were to determine the percentage of control of the multiple pathosystem of the brown spot and powdery mildew in barley in response to the dose and number of fungicide applications and to quantify the damage grain yield (GY), one-thousand grain weight (TGW) and granulometry (G). The experiments were carry out at the NBN Seeds Company during the 2009 and 2010 crop seasons, located in Muitos Capões county, Rio Grande do Sul state, Brazil and in the Agro science Center at Santa Catarina State University only in 2010. The cultivar BRS Cauê was used as susceptible cultivar to brown spot and powdery mildew. The experiments design was in randomized block with four replications. The nine treatments consisting of different rates (half and recommended rates) and fungicide applications number (one, two, three and four) of strobilurin and triazole fungicides, generating the disease gradients intensity. The total area of 5.0 x 2.5 m was the experimental unit in both experiments. The fungicide applications and incidence and severity assessment were done at EC 22, EC 31, EC 39, EC 45 and EC 56 plant development stages as the scale of Zadoks. Plants from central rows of each plot were harvested manually and grain yield (GY), one-thousand grain mass (TGM) and granulometry (G) were evaluated. The data of the components of yield and AUDPC values were tested using the mean comparison. In two years there were simultaneous occurrence of the brown spot and powdery mildew. In 2009, the predominant disease was brown spot, the highest percentages of damage were observed 45,87%, 15,57% and 25,84% for GY, TGM and G, respectively. Compared to control, based on the leaf severity, three and four applications independent of dose were not different and

had greater corresponding control to 68,11%. In 2010, powdery mildew was the predominant disease and obtained damages of 31,16%, 14,02% and 10,76, respectively for GY, TGM and G in Muitos Capões and 39,44%, 23,59% and 45,88% in the GY, TGM and G, respectively, in Lages. Considering the percentage of control the largest observed values based on the leaf severity were 71,63% and 73,96% for Muitos Capões and Lages, respectively. The greater control, independent of used dose were obtained with three and four applications in Muitos Capões and four applications in Lages. It is concluded that the brown spot and powdery mildew cause damage to barley and reduce the yield and can be controlled with fungicide applications, being that three and four applications were more efficient in controlling these diseases.

Key words: brown spot, chemical control, *Hordeum vulgare*, powdery mildew, yield.

2.3 INTRODUÇÃO

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) é uma importante gramínea de inverno e foi o primeiro cereal a ser cultivado pelo homem. Mundialmente ocupa uma área aproximada de 530 mil ha. No Brasil sua produção se concentra nos estados da Região Sul, com registros de cultivo também nos estados de Goiás, Minas Gerais e São Paulo. O grão é destinado a diversos fins, sendo a malteação o principal uso econômico da cevada no Brasil, já que o país produz apenas 30% da demanda da indústria cervejeira (EMBRAPA, 2010).

A área cultivada com cevada no Brasil na safra 2009 foi de pouco mais de 79 mil hectares e uma produção de 237 mil toneladas e produtividade aproximada de 2.900 Kg.ha⁻¹. O estado de Santa Catarina neste mesmo ano ocupou uma área de 1,2 mil hectares, com uma produção de 3,2 mil toneladas e produtividade acima de 2.500 Kg.ha⁻¹ (CONAB, 2010).

A ocorrência de doenças fúngicas foliares na cultura da cevada constitui um dos fatores que interfere negativamente na sua produção. Na Região Sul do Brasil a intensidade dessas doenças são função das condições climáticas, principalmente pelo excesso de chuva durante o ciclo da cultura (REIS & CASA, 2005). Tais condições ocasionam reduções significativas na produção e aumento dos custos, principalmente pelo crescente número de pulverizações com fungicidas nos órgãos aéreos da cultura.

No Sul do país, as doenças fúngicas foliares predominantes em cevada são o oídio, a ferrugem, a mancha marrom e a mancha em rede (REIS & CASA, 2007). Os agentes causais dessas doenças, além de reduzir a área foliar, também podem infectar as espigas e afetar

negativamente o peso de mil grãos. A presença destes fungos patogênicos nos grãos destinados a indústria pode afetar a qualidade do malte (ARIAS, 1995).

A mancha marrom ou helmintosporiose comum, causada pelo fungo *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. provoca em cultivares suscetíveis danos de 16 a 33% (WILCOXSON et al., 1990), embora estes sejam maiores quando as doenças iniciam antes do estágio de emborrachamento (NUTTER et al., 1985). No Brasil, os danos de rendimento de grãos causados pela mancha marrom na cultivar BR-2 foram de 25,5% (REIS et al, 1999). Picinini & Fernandes, (1996), relataram reduções de rendimento de até 22% em trabalhos de controle químico de doenças da cevada, entre as quais a mancha marrom prevaleceu.

No caso do oídio, causado pelo fungo *Blumeria graminis* E. O. Speer f.sp. *hordei*, os danos na produção de grãos foram de até 40% nos Estados Unidos (MAHTRE, 1997). Segundo Czembor (2000) a redução no rendimento de grãos causado pelo oídio na cevada foi de 20% na Europa e 30% no Norte da África. No Brasil, Reis et al. (2002) determinaram danos de 28% na cultivar BR-2.

As principais medidas de controle das doenças foliares são o uso de cultivar resistente ou tolerante, rotação de culturas, utilização de sementes saudáveis ou tratadas e a aplicação de fungicidas na parte aérea (REUNIÃO, 2009; REIS & CASA, 2007; MATRHE, 1997). Menegon et al. (2005) em estudos conduzidos de controle químico de manchas foliares da cevada determinaram que a mistura de triazóis apresentou maior eficácia no controle das doenças. Kunhem et al. (2009) determinaram uma eficiência de controle superior a 70% pelo uso de misturas de triazóis e estrubilurinas no controle de doenças foliares do trigo.

As doenças ocorrem simultaneamente e podem comprometer o controle e o rendimento da cultura, além de incrementar os danos pela redução da área foliar fotossintetizante. O uso eficiente de qualquer programa de manejo integrado de doenças requer informação precisa e acurada da relação entre intensidade da doença e os danos causados. O objetivo do trabalho foi determinar o percentual de controle do patossistema múltiplo mancha marrom e oídio da cevada, em resposta à dose e número e aplicações de fungicidas e quantificar os danos no rendimento de grãos (RG), massa de mil grãos (MMG) e granulometria (G).

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas safras agrícolas de 2009 e 2010, em lavoura comercial da NBN Sementes no município de Muitos Capões, RS, o qual está situado na

região Nordeste do Rio Grande do Sul a 35 Km do Município de Vacaria, RS, cujas coordenadas geográficas são 28°18'51 de latitude Sul e 51°10'54 de longitude Oeste estando a uma altitude de 937 metros. O solo da região tem origem de rochas basálticas, sendo classificado como Latossolo Bruno alumínico, classe A e textura argilosa (FEPAM, 2001). O experimento, em 2010, também foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV/UEDESC, no município de Lages, SC, 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, 2010).

Nos dois locais a cultivar de cevada utilizada foi a BRS Cauê, classificada como suscetível à mancha marrom, oídio e giberela, moderadamente suscetível à ferrugem-da-folha e moderadamente resistente à mancha em rede (REUNIÃO, 2009). Os experimentos constituíram-se de nove tratamentos representados por diferentes doses e números de aplicações de fungicidas (Tabela 1, capítulo I). O delineamento experimental foi blocos casualizados, com quatro repetições e 36 parcelas cuja área de cada unidade experimental correspondeu a 5,0 x 2,5 m.

Em Muitos Capões, os experimentos foram conduzidos em área de plantio direto com rotação de culturas e em sucessão ao cultivo da soja. A semeadura ocorreu nos dias 27/06/2009 e 12/06/2010 com espaçamento entre linhas de 0,17 metros e densidade populacional de 380 plantas por m². As sementes foram tratadas com 100 mL de iprodiona (Rovral), 80 mL de carbendazim (Portero) e 60 mL imidacloprida (Gaucho) para cada 100 Kg de sementes. A adubação consistiu de 204 Kg.ha⁻¹ de MAP (11% de N e 52% de P₂O₅) e 187 Kg.ha⁻¹ de KCl (60% de K₂O). O controle das pragas (lagartas e pulgões) foi feito pelo uso de 30 mL/ha de inseticida triflumurom (Certero) e 500 mL/ha de clorpirifós (Lorsban) e o manejo das plantas invasoras foi realizado pelo uso de 70 g/ha de herbicida iodosulfurometilíco (Hussar).

Em Lages, o experimento foi conduzido na área experimental do CAV/UEDESC, sob rotação de cultura com aveia e em sucessão ao cultivo de soja. A semeadura ocorreu no dia 21 de junho de 2010, com espaçamento entre linhas de 0,19 metros e densidade populacional de 18 plantas por m². O tratamento de sementes foi feito com 7 mL de inseticida imidacloprido (Gaucho) e 24 mL de fludioxonil - metalaxil (Maxim XL) para 12 Kg de sementes tratadas utilizadas para a semeadura do experimento. A adubação foi feita utilizando-se 12 Kg de

superfosfato triplo na área do experimento. O manejo dos insetos pragas (pulgões) foi realizado com 0,5 mL de imidacloprida (Gaucho FS) e as plantas invasoras foram controladas com 1,0 mL de clodinafope-propargil na área do experimento (Topik 240 EC).

As aplicações de fungicidas e as coletas foram realizadas segundo o estágio fenológico em que as plantas se encontravam e o período de proteção dos fungicidas. Os gradientes de intensidade de doença foram gerados pelo número de aplicações (uma, duas, três e quatro) e doses (dose indicada pelo fabricante e metade da dose) de fungicida (Tabela 1, capítulo I), conforme metodologia usada por Sah & Mackenzie (1987), Reis et al. (2000, 2002, 2008), Bohatchuck et al. (2008) e Nerbass et al. (2010).

Os fungicidas foram aplicados pelo uso de um pulverizador costal de precisão, com pressão constante gerada por gás CO₂, com barra de dois metros contendo seis bicos de pulverização, com volume de calda de 200 litros ha⁻¹. A metodologia usada para obter os gradientes de intensidade das doenças com os respectivos danos no rendimento de grãos constituiu-se do método de parcela experimental usando o modelo de ponto crítico (BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996).

A coleta foi feita removendo-se dez afilhos de dez plantas ao acaso de cada parcela, quando as plantas se encontravam nos seguintes estádios de desenvolvimento: afilhamento, alongamento, emborrachamento e espigamento. A quantificação das doenças foi feita no Laboratório de Fitopatologia do CAV/UEDESC, pela avaliação da incidência (percentual de folhas com doença) e severidade foliar (percentual de área foliar atingida pelas doenças) da mancha marrom e oídio (patossistema múltiplo). Para a avaliação considerou-se apenas as folhas totalmente expandidas e descartou-se às senescentes, e para evitar erros sistemáticos apenas uma pessoa foi responsável pela quantificação da severidade foliar, sendo treinada pelo uso da escala diagramática de manchas foliares do trigo desenvolvido por James (1971) e pelo auxílio do aplicativo Distrain (TOMERLIN & HOWELL, 1988).

Os percentuais de incidência e severidade obtidos em cada avaliação foram integrados em função do tempo (dias decorridos entre avaliações) 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.

As colheitas manuais procederam-se nos dias 24 de novembro de 2009 e 06 de dezembro de 2010 em Muitos Capões e 08 de dezembro de 2010 em Lages, sendo realizada de forma manual, cortando-se as espigas de cevada das linhas centrais de cada parcela. Em seguida, o material passou pelo processo de trilha pelo uso de máquina estacionária, com posterior limpeza, secagem e pesagem dos grãos (Figura 20A) determinando-se o rendimento de grãos (R) por parcela e a conversão para hectare (Figura 20B). Posteriormente, determinou-se a massa de mil grãos (MMG) pela pesagem de grãos em balança analítica com quatro repetições de 250 grãos por parcela (Figura 21A) e a quantificação da granulometria (G) pela pesagem de 100 gramas de cada parcela de cada tratamento, as quais foram submetidas à peneira de malha de 2,5 mm, quantificando-se o material que ficou retido (Figura 21B).



Figura 20. Máquina estacionária utilizada para o processo de trilha e limpeza da cevada (A). Pesagem dos grãos colhidos por parcela em balança analítica (B). Fotos: Agostinetto & Sachs (2010)



Figura 21. Detalhe da quantificação da massa de mil grãos (A). Detalhe da determinação da granulometria em peneira de malha de 2,5 mm (B). Fotos: Agostinetto & Sachs (2010)

Os dados obtidos dos componentes de rendimento e AACPD foram submetidos à análise de variância e ao teste de comparação de médias pelo programa estatístico SAS® versão 9.1.

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas duas safras e nos dois locais houve ocorrência concomitante da mancha marrom e do oídio. A doença predominante em 2009 correspondeu à mancha marrom, desde o afilhamento até o final do ciclo da cultura. Em 2010, nos dois locais, até o afilhamento das plantas a doença predominante foi mancha marrom, porém, a partir do início de alongamento houve prevalência do oídio. A predominância de oídio em 2010 deveu-se principalmente a baixa precipitação pluvial ocorrente nos meses de agosto, setembro e outubro, o que favoreceu o desenvolvimento de *B. graminis* f.sp. *hordei*.

As variações no percentual de dano nos componentes de rendimento para a safra agrícola de 2009 foram de 9,88% a 45,87%, 2,22% a 15,47% e 3,38% a 25,84% para o RG, MMG e G, respectivamente (Tabela 4). Na safra de 2010, os percentuais de dano em Muitos Capões variaram de 0,01% a 31,16%, 0,21% a 14,02% e 0,61% a 10,76% para o RG, MMG e G, respectivamente (Tabela 5). Nessa mesma safra, porém em Lages, os danos variaram de 2,73% a 39,44%, 9,25% a 23,59% e 1,11% a 45,88% para RG, MMG e G, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 4. Rendimento de grãos, massa de mil grãos e granulometria na cultivar de cevada BRS Cauê em resposta ao número e dose de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2009, em Muitos Capões, RS.

Tratamento	Rendimento (kg ha ⁻¹)	Dano (%)	MMG (g)	Dano (%)	Granulometria* (g/Kg)	Dano (%)
T1	3.096,70 c	45,87	32,25 c	15,47	61,95 d	25,84
T2	3.440,30 bc	39,87	33,23 c	12,88	68,63 c	17,84
T3	3.809,70 abc	33,41	32,33 c	15,24	68,64 c	17,83
T4	4.852,30 ab	15,18	32,82 c	13,96	68,13 c	18,44
T5	4.039,71 abc	29,39	33,53 c	12,11	67,75 c	18,89
T6	4.930,00 abc	13,83	37,30 ab	2,22	80,21 b	3,97
T7	5.156,00 ab	9,88	36,55 b	4,19	77,97 b	6,66
T8	5.104,30 ab	10,78	36,55 b	4,18	80,71 ab	3,38
T9	5.721,00 a	--	38,15 a	--	83,53 a	--
Médias	4.461,11	--	34,75	--	73,06	--
CV (%)	14,94	--	1,49	--	1,56	--

*grãos que ficaram retidos na peneira de 2,5 mm.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5. Rendimento de grãos, massa de mil grãos e granulometria na cultivar de cevada BRS Cauê em resposta ao número e dose de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2010, em Muitos Capões, RS.

Tratamento	Rendimento (kg ha ⁻¹)	Dano (%)	MMG (g)	Dano (%)	Granulometria* (g/Kg)	Dano (%)
T1	3.173,70 b	31,16	39,99 b	14,02	86,43 b	10,76
T2	3.307,80 b	28,25	41,76 b	10,21	90,35 ab	6,78
T3	3.515,30 b	23,75	41,59 b	10,58	87,49 b	9,73
T4	3.815,00 ab	17,25	42,08 b	9,52	90,80 ab	6,31
T5	3.627,90 a	29,12	42,96 b	7,63	93,14 ab	3,90
T6	4.074,90 ab	11,62	42,99 b	7,57	94,90 a	2,08
T7	4.072,50 ab	11,67	42,96 b	7,63	90,57 ab	6,16
T8	4.609,90 a	0,01	46,41 a	0,21	96,33 a	0,61
T9	4.610,50 a	--	46,51 a	--	96,92 a	--
Médias	3.867,52	--	43,03	--	91,88	--
CV (%)	18,01	--	6,98	--	6,07	--

* grãos que ficaram retidos na peneira de 2,5 mm.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6. Rendimento de grãos, massa de mil grãos e granulometria na cultivar de cevada BRS Cauê em resposta ao número e dose de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2010, em Lages, SC.

Tratamento	Rendimento (kg ha ⁻¹)	Dano (%)	MMG (g)	Dano (%)	Granulometria* (g/Kg)	Dano (%)
T1	2.899,60 c	39,44	30,06 c	23,59	34,60 b	45,88
T2	3.274,40 bc	31,61	30,13 c	23,41	39,75 b	37,83
T3	3.282,50 bc	31,44	30,81 c	21,68	42,31 b	33,83
T4	3.560,90 bc	25,63	30,61 c	22,19	41,23 b	35,52
T5	3.568,60 bc	25,47	30,76 c	21,81	41,12 b	35,69
T6	3.965,60 ab	17,17	31,77 bc	19,24	45,78 b	28,40
T7	4.082,30 ab	14,74	32,01 bc	18,63	45,36 b	29,06
T8	4.657,00 a	2,73	35,70 ab	9,25	63,23 a	1,11
T9	4.787,90 a	--	39,34 a	--	63,94 a	--
Médias	3.786,53	--	32,35	--	46,92	--
CV (%)	19,55	--	10,81	--	26,32	--

* grãos que ficaram retidos na peneira de 2,5 mm.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

As variações no percentual de dano em todos os componentes de rendimento da cultivar de cevada BRS Cauê demonstraram como a cultivar é sensível aos danos provocados conjuntamente pela mancha marrom e oídio. Considerando somente a localidade de Muitos Capões, observa-se que os maiores percentuais de dano em todos os componentes de rendimento ocorreram na safra agrícola de 2009, apesar dos maiores valores da AACPD ter ocorrido na safra de 2010. Uma das hipóteses para tal fato foi predominância da mancha marrom que provoca morte de tecido foliar (lesões necróticas), ao contrário do oídio que apesar de também levar a necrose os tecidos severamente infectados, provavelmente interfere menos nos processos de absorção de luz solar e conversão pela planta em fotoassimilados e

posterior disponibilidade para formação e enchimento dos grãos. Em trigo, por exemplo, Funck et al. (2009) estudando a correlação de severidade das doenças foliares com a duração da área verde fotossinteticamente ativa e o peso de grãos, relataram menor peso seco da massa vegetativa no ano agrícola que o oídio predominou e determinaram também que o menor peso de grãos ocorreu na safra que houve maior severidade de manchas foliares.

Ao comparar o RG, MMG e G nas safras 2009 e 2010 em Muitos Capões, considerando os tratamentos de uma e quatro aplicações de fungicidas, na dose indicada pelo fabricante, observa-se que houve um incremento positivo nos componentes de rendimento, em função do aumento do número de aplicações do fungicida. Na safra de 2009, o incremento no R foi de 1.911,30 Kg.ha¹, na MMG 5,82 g e na G correspondeu a 14,89 g.kg⁻¹, (Tabela 4). Na safra de 2010, o incremento foi de 1.095,20 Kg.ha⁻¹, 4,92 g e 9,43 g. Kg⁻¹ respectivamente para RG, MMG e G (Tabela 5). Nerbass et al. (2008) em estudos de quantificação de danos causados por ferrugem-da-folha e helmintosporiose na aveia branca, relataram que o aumento do número de aplicações de fungicidas incrementou em 61% e 14% o rendimento de grãos e a massa de mil grãos, respectivamente.

Os gradientes de doenças foram gerados, pois a testemunha e os tratamentos que receberam menor número de aplicações de fungicida apresentaram maior intensidade de doença, observado pelos maiores valores da AACPD (Tabelas 4 e 5). Por outro lado, os tratamentos 8 e 9 que receberam quatro aplicações de fungicidas mostraram menor intensidade de doença e apresentaram incremento nos componentes de rendimento (Tabelas 4, 5, 6, 7 e 8). Em trigo, Dallagnol et al. (2006) estudando a influência das doenças foliares ferrugem-da-folha, oídio e helmintosporioses sobre o rendimento de grãos relataram que os maiores valores da AACPD afetaram negativamente o rendimento de grãos. Da mesma forma, Cunha et al. (2005) estudando a aplicação de fungicidas em feijoeiro no controle de antracnose, ferrugem e mancha angular, determinaram que os maiores valores de AACPD foram encontrados nas parcelas que não receberam fungicidas.

Em relação às doses e números de aplicações de fungicidas nos diferentes tratamentos observa-se que na safra de 2009 três e quatro aplicações de fungicida, independente da dose utilizada, não diferiram estatisticamente para todos os componentes de rendimento avaliados. Em 2010, em Muitos Capões, não houve diferença estatística entre três e quatro aplicações para R e G, independentemente da dose utilizada. Porém, para MMG os tratamentos com quatro aplicações diferiram estatisticamente dos demais tratamentos. Nesse mesmo ano, em Lages, observou-se que independente da dose usada, também não houve diferença estatística no R entre três e quatro aplicações de fungicida, mas o uso de quatro aplicações diferiu

estatisticamente dos demais tratamentos para MMG e G, mostrando que o uso de uma aplicação a mais pode aumentar o tamanho e o peso dos grãos colhidos. Feksa e Duhatschek (2005) obtiveram incremento significativo na MMG mediante o controle da mancha marrom após tratamento com fungicida na cultivar de cevada BRS 195. Da mesma forma, Barros et al. (2005), estudando a resposta de cultivares de trigo ao controle químico das doenças foliares, ferrugem-da-folha, oídio e helmintosporioses, determinaram que a MMG foi maior nas parcelas que receberam aplicações de fungicidas em relação as que não foram tratadas. Segundo, Dimmock et al. (2002) o aumento no tamanho e no peso dos grãos é devido ao controle das doenças proporcionado pelos fungicidas, favorecendo à translocação de nutrientes e o período de maturação. Nutter et al. (1985) afirmaram que epidemias de mancha marrom na cevada reduzem o peso de mil grãos por reduzirem o acúmulo de massa seca devido a diminuição da área foliar fotossintética e da redistribuição de fotoassimilados.

Quanto ao controle das doenças proporcionado pelos fungicidas, observou-se que o maior percentual de controle foi obtido quando a quantificação é feita pela variável severidade foliar (Tabelas 7 e 8). O fato pode ser explicado pela manutenção de lesões na base das folhas consideradas incidentes, uma vez que os fungicidas, principalmente do grupo dos triazóis, se translocam ascendentemente nas folhas (REIS et al., 2007; ZAMBOLIM, et al., 2008) e deixa a base dos limbos desprotegido e mantendo a infecção já existente. Pela severidade há maior aferição quanto ao surgimento de novas infecções dos fungos ou ao aumento das já existentes. Em 2009, o maior percentual de controle com base na severidade foi 68,11%. Em 2010, o máximo de controle foi de 71,63% e 73,96% para Muitos Capões e Lages, respectivamente (Tabelas 7 e 8). A média de controle dos três experimentos, com base na severidade foliar, foi de 46,1%. Isto demonstra que mesmo utilizando mistura de fungicidas indicados pela pesquisa a eficácia de controle é moderada em cultivar suscetível a mancha marrom e oídio. Casa et al. (2002), avaliando a sensibilidade de oídio a alguns fungicidas obteve controle de 89 % e 93%, com base na severidade foliar e usando o fungicida triadimenol, nas cultivares de trigo BR 23 e OR 1. Da mesma forma, Kuhnem et al. (2009) estudando o desempenho de fungicidas no controle das doenças foliares ferrugem-da-folha, oídio e helmintosporioses do trigo, obtiveram porcentagem de controle de 81% quando adotaram o critério da severidade foliar com o uso de piraclostrobina + epoxiconazole. Antoniazzi & Deschamps (2007) em estudos de controle de *B. sorokiniana* após aplicação de fungicidas e elicitores na cevada BRS 195, determinaram que duas aplicações de fungicida epoxiconazole + piraclostrobina mostraram uma eficiência de controle do fungo de 90%, com base na severidade foliar.

Tabela 7. Efeito de doenças fúngicas foliares em cevada BRS Cauê com base na área abaixo da curva de progresso da severidade (ACCPS) e da incidência (AACPI) em Muitos Capões, RS, nas safras agrícolas 2009 e 2010.

Trat.	Safr 2009				Safr 2010			
	AACPS*	Contr. (%)	AACPI*	Contr. (%)	AACPS**	Contr. (%)	AACPI**	Contr. (%)
T1	77,15 a	0,87	818,91 a	--	568,66 a	--	3.999,20 a	--
T2	77,83 a	--	655,71 ab	19,93	397,21 b	30,15	3.633,20 ab	9,15
T3	73,76 a	5,22	630,34 b	23,03	390,87 b	31,26	3.560,90 abc	10,96
T4	53,33 ab	31,48	598,91 b	26,86	357,18 bc	37,19	3.458,90 bc	13,51
T5	39,15 b	49,69	566,33 b	30,84	348,08 bc	38,79	3.283,70 bcd	17,89
T6	27,97 b	64,06	535,14 b	34,65	255,45 cd	55,08	3.365,90 bcd	15,83
T7	24,19 b	68,92	560,22 b	31,59	273,14 cd	51,97	3.130,70 cde	21,72
T8	28,28 b	63,66	544,94 b	33,46	198,72 d	65,05	2.923,40 de	26,90
T9	24,82 b	68,11	503,73 b	38,49	161,31 d	71,63	2.720,10 e	31,98
Médias	47,39	--	601,59	--	327,85	--	3.341,02	--
CV(%)	29,36	--	12,12	--	38,58	--	12,97	--

*somatório de cinco avaliações; **somatório de sete avaliações; Contr.= Controle

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 8. Efeito de doenças fúngicas foliares em cevada BRS Cauê com base na área abaixo da curva de progresso da severidade (ACCPS) e da incidência (AACPI) em Lages, SC, na safra agrícola 2010.

Trat.	Safr 2010			
	AACPS*	Controle (%)	AACPI*	Controle (%)
T1	1262,78 a	--	5.379,60 a	--
T2	950,61 b	24,72	5.345,70 ab	0,63
T3	816,44 bc	35,34	5.121,50 abc	4,79
T4	612,45 cde	51,50	4.734,60 abcd	11,99
T5	911,46 b	27,82	4.605,90 cd	14,39
T6	726,45 bcd	42,47	4.651,20 bcd	13,54
T7	584,17 de	53,74	4.277,60 de	20,48
T8	449,73 ef	64,38	4.360,40 de	18,94
T9	328,78 f	73,96	3.737,90 e	30,52
Médias	738,05	--	4.690,53	--
CV(%)	38,49	--	12,17	--

*somatório de cinco avaliações.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Fazendo-se uma análise econômica de custo/benefício para as safras 2009 e 2010 em Lages e em Muitos Capões verificou-se que para a safra de 2009 em Muitos Capões e na safra 2010 em Lages, houve um retorno econômico para uma, duas, três e quatro aplicações de fungicida. Na safra de 2010, em Muitos Capões, houve retorno econômico apenas para uma, três e quatro aplicações. Analisando os tratamentos que receberam a dose recomendada pelo fabricante em relação à testemunha e considerando como exemplo os resultados obtidos na safra agrícola de 2010 em Lages (Tabela 8) houve diferença no rendimento de grãos de 382,90 Kg, 669,0 Kg, 1.182,70 Kg e 1.888,30 Kg para os tratamentos 3, 5, 7 e 9,

respectivamente. Levando em consideração que o preço de venda da tonelada de cevada equivale a R\$ 533,00 (Fonte: AmBev, informação verbal) obtem-se por hectare um lucro de R\$ 204,00, R\$ 356,60, R\$ 630,40 e R\$ 1006,50. Considerando que o custo fixo por aplicação de fungicida é R\$ 80,00 (Fonte: Cooperativa Agrária, informação verbal), duas aplicações são R\$ 160,00, três aplicações são R\$ 240,00 e quatro aplicações são R\$ 320,00, tem-se uma receita líquida de R\$ 124,00, R\$ 196,60, R\$ 390,40 e R\$ 686,50, respectivamente.

2.6 CONCLUSÃO

A presença conjunta das doenças mancha marrom e oídio em folhas de cevada ocasionam danos significativos nos componentes de rendimento de grãos na cultivar BRS Cauê.

A aplicação de fungicidas na cevada possibilita o aumento do rendimento de grãos, do peso e do tamanho de grãos.

O aumento no número de aplicações de fungicidas reduz os danos provocados aos componentes de rendimento por reduzir significativamente a intensidade da mancha marrom e do oídio, sendo que a maior eficiência do fungicida é encontrada com base na severidade foliar.

CAPÍTULO III

3 RELAÇÃO ENTRE INCIDÊNCIA E SEVERIDADE FOLIAR DA MANCHA MARROM DA CEVADA

3.1 RESUMO

A mancha marrom da cevada é doença frequente e a principal mancha foliar da cevada nas lavouras do sul do Brasil. A aplicação de fungicidas é uma medida eficiente de controle da doença e, segundo Indicações Técnicas da Cultura (ITC), o controle químico tem início quando a doença atinge 20% de incidência (I) foliar ou 2% de severidade (S). Equações entre incidência e severidade foliar da mancha marrom foram obtidas na cultivar de cevada BRS Cauê, recentemente indicada para cultivo pelo ITC. Os valores de intensidade da mancha marrom foram obtidos a partir de experimento de limar de dano econômico conduzido em lavoura comercial no município de Muitos Capões, RS, nas safras de 2009 e 2010. O delineamento foi em blocos casualizados, com nove tratamentos e quatro repetições. A quantificação da incidência e severidade foliar foi realizada nos estádios de início de afilhamento (EC 22), final do alongamento (EC 39) e início do espigamento (EC 56), coletando-se, ao acaso, dez afilhos de cada parcela em cada estágio de desenvolvimento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão e correlação e valores significativos e positivos foram obtidos entre incidência e severidade foliar da mancha marrom, permitindo que a decisão técnica do monitoramento da doença no campo possa ser feita com base na incidência foliar.

Palavras - chave: *Bipolaris sorokiniana*, helmintosporiose, *Hordeum vulgare*, intensidade de doença.

3.2 ABSTRACT

The brown spot is a regular disease and the main barley leaf spot of barley in South Brazil crops. The fungicide application when the disease reaches around 20% of incidence (I) or 2% of severity (S) is one of most efficient strategy to control the disease according to The Technical Culture Indication (TCI). Leaves incidence and severity equations of the brown spot were obtained from the BRS Cauê barley cultivar which was recently indicated by TCI.

The data of Brown Spot intensity of the economic damage threshold (EDT) were obtained in field experiments carried out in the 2009 and 2010 growing seasons at Muitos Capões County in South Brazil. The experiment was arranged in a completely randomized design with nine treatments and four replications. The leaf incidence and severity were randomly quantified in ten tillers per plot in growing stages of beginning of tillering (EC 22), final tillering (EC 39) and head emergence (EC 56). Data were submitted to regression and correlation analysis and significant and positive values were obtained between leaf incidence and severity of brown spot. Therefore, the technical decision to manage the disease on field can be done through leaf incidence.

Key words: disease intensity, *Bipolaris sorokiniana*, helminthosporiose, *Hordeum vulgare*.

3.3 INTRODUÇÃO

A mancha marrom ou helmintosporiose da cevada (*Hordeum vulgare* L.), causada pelo fungo *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem., é uma das principais doenças fúngicas foliares da cultura no Brasil (REIS & CASA, 2007).

O patógeno sobrevive na semente infectada e nos restos culturais de várias espécies de cereais de inverno que constituem as principais fontes de inóculo primário (FORCELINI & REIS, 1997; MATHRE, 1997; REIS & CASA, 1998). As sementes infectadas são responsáveis por disseminar o patógeno a longas distâncias e introduzi-lo em áreas até então isentas do inóculo, por outro lado, o vento se encarrega pela dispersão dos conídios a curtas distâncias em áreas de monocultura e para os ciclos secundários da doença. A semeadura em lavouras de monocultura agrava ainda mais o problema, já que o fungo pode sobreviver na forma de conídios livres dormentes no solo por um período de até 37 meses (REIS, 1989).

A ocorrência de períodos prolongados de molhamento (acima de 16 horas de molhamento foliar) com temperatura média de 20° C favorece o desenvolvimento do patógeno na cevada (MATHRE, 1997). Nas folhas surgem lesões arredondadas a oblongas, de coloração marrom a marrom-escura com margens cloróticas. O inóculo produzido nas lesões pode ser disseminado até a espiga e infectar os grãos que podem apresentar sintoma de ponta preta (MATHRE, 1997; REIS & CASA, 2001).

A mancha marrom provoca redução da área foliar fotossintetizante da planta e por consequência causa redução no peso e no tamanho dos grãos. No Canadá foram relatados danos no rendimento de grãos de até 37% (MATHRE, 1997). Nos Estados Unidos os danos

descritos atingiram até 20% (NUTTER et al., 1985). No Brasil, em trabalhos de controle químico de doenças da cevada, entre as quais a mancha marrom prevaleceu, as reduções no rendimento foram de até 22% (PICININI & FERNANDES, 1996). Plantas severamente infectadas também produzem sementes com baixo poder germinativo e modificações significativas no malte, devido ao aumento do teor de proteína e índice de nitrogênio solúvel e, conseqüentemente, a uma coloração mais escura do mosto (DENGLER et al., 1999).

O controle da doença se dá pelo emprego de medidas que visem diretamente o patógeno e, portanto dirigidas às fontes de inóculo (FORCELINI & REIS, 1997; MATHRE, 1997; REIS & CASA, 2007; REUNIÃO, 2009/2010). As principais estratégias de controle são: uso de cultivar resistente e/ou tolerante, uso de sementes sadias e/ou tratamento de semente com fungicida específico visando impedir a introdução do fungo em áreas livres do inóculo, rotação de culturas visando reduzir a densidade de inóculo presente nos restos culturais e aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos.

Um dos critérios técnicos usados no monitoramento de doenças a campo visando aplicação de fungicidas tem como base a quantificação da incidência e severidade foliar. Incidência é definida como o percentual de plantas ou seus órgãos infectados pelas doenças, enquanto severidade refere-se à porcentagem da área ou do volume de tecido coberto por sintomas (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996; VALE et al., 2004). Segundo indicações técnicas de produção da cultura da cevada a recomendação de início de aplicação de fungicidas sistêmicos no controle das manchas foliares é quando a mancha marrom atingir 2% a 3% de severidade ou 20% a 40% de incidência foliar (REUNIÃO, 2009/2010). Essas informações são muitas vezes obtidas de forma subjetiva não considerando um critério científico.

A determinação da severidade foliar é trabalhosa, porém é a que melhor expressa a quantidade de tecido lesionado pela doença. Muitas vezes necessita de auxílio na quantificação como o uso de chaves descritivas, escalas diagramáticas e programas de análise de imagem por computador, para obter maior acuracidade e eficácia (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996; VALE et al., 2004) Apesar de ser indicado, o critério da severidade tem sido pouco usado pela assistência técnica, pois pode ocasionar aplicações de fungicidas em momentos incorretos, com severidade acima ou abaixo do limiar recomendado.

Poucos são os estudos que relacionam intensidade de doença no campo, com base na incidência e severidade, em diferentes estádios de desenvolvimento de uma planta. O objetivo deste trabalho foi obter equações que relacionem as variáveis incidência e severidade foliar da mancha marrom na cultivar de cevada BRS Cauê, recentemente indicada para cultivo no

Brasil (25/02/2008, data de registro) e que vem crescendo em área nacional cultivada (100 ha em 2008, 790 ha em 2009 e 15.340 ha em 2010), que servirão de subsídio para critério indicador do momento de iniciar aplicação de fungicida nas folhas.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido nas safras agrícolas de 2009 e 2010 em lavoura comercial da NBN Sementes situada no município de Muitos Capões, RS, localizado na região Nordeste do Rio Grande do Sul a 35 km do município de Vacaria, RS (micro região dos Campos de Cima da Serra) cujas coordenadas geográficas situam-se em 28°18'51 de latitude Sul e 51°10'54 de longitude Oeste estando a uma altitude de 937 metros. O solo da região tem origem de rochas basálticas, sendo classificado como Latossolo Bruno alumínico, classe A e textura argilosa (FEPAM, 2001).

As semeaduras da cevada ocorreram nos dias 27 de junho e 12 de junho de 2009 e 2010, respectivamente, em área de plantio direto e rotação de cultura, utilizando espaçamento entre linhas de 0,17 metros e densidade populacional de 380 plantas por m². Nas duas safras utilizou-se a cultivar BRS Cauê, classificada como suscetível à mancha marrom, oídio e giberela, moderadamente suscetível à ferrugem da folha e moderadamente resistente à mancha em rede (REUNIÃO, 2009/2010). As sementes foram tratadas com 100 mL de iprodiona (Rovral), 80 mL de carbendazim (Portero) e 60 mL imidacloprida (Gaucho) para 100 Kg de sementes. A adubação consistiu de 204 Kg.ha⁻¹ de MAP (11% de N e 52% de P₂O₅) e 187 Kg.ha⁻¹ de KCl (60% de K₂O). O controle das pragas (lagartas e pulgões) foi feito pelo uso de 30 mL/ha de inseticida triflumurom (Certero) e 500 mL/ha de clorpirifós (Lorsban) e o manejo das plantas invasoras foi realizado pelo uso de 70 g/ha de herbicida iodosulfurom-metilíco (Hussar).

Os gradientes de intensidade da mancha marrom foram gerados pela aplicação de fungicida conforme metodologia descrita por Sah & Mackenzie (1987), e utilizada nas culturas do trigo (REIS et al., 2000; BOHATCHUCK et al., 2008), aveia branca (REIS et al., 2008; NERBASS et al., 2010), oídio da cevada (REIS, et al., 2002). Foram nove tratamentos constituídos de uma, duas, três e quatro aplicações, em duas doses (dose indicada pelo fabricante e metade da dose), de mistura de fungicidas do grupo químico dos triazóis e estrobilurinas, e um tratamento testemunha sem fungicida.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições e parcelas de 5,0 x 2,5 m, totalizando 36 parcelas. Os fungicidas utilizados foram aplicados

periodicamente (intervalo de 15 a 20 dias), pelo uso de um pulverizador costal de precisão, com pressão constante gerada por gás CO₂, com barra de dois metros contendo seis bicos de pulverização, com volume de calda de 200 litros ha⁻¹.

A intensidade da mancha marrom nos diferentes tratamentos foi feita pela coleta de folhas nos estádios de início de afilhamento (EC 22), final de alongamento (EC 39) e início de espigamento (EC 56). Em cada estágio fenológico foram coletados, ao acaso, dez afilhos principais em dez plantas das linhas centrais de cada parcela. O material foi levado para o Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, para quantificação da incidência e severidade foliar da mancha marrom. Em cada amostra foram descartadas as folhas senescentes e em fase de expansão. Da amostra de trabalho foram separadas as folhas doentes e sadias, considerando-se doente a folha que apresentou lesões da mancha marrom. No caso da avaliação da severidade tomou-se cuidado para que essa fosse feita sempre pela mesma pessoa, para evitar possíveis erros sistemáticos, sendo treinada pelo uso da escala diagramática de manchas foliares do trigo desenvolvido por James (1971) e pelo auxílio do aplicativo Distrain (TOMERLIN & HOWELL, 1988).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão e de correlação pelo programa estatístico SAS® versão 9.1., a fim de obter equações para todas as épocas avaliadas em cada ano agrícola. Os dados foram representados em gráficos desenvolvidos por meio do Programa Origin® versão 5.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em ambos os anos agrícolas foram obtidas equações que relacionam a incidência com a severidade foliar em três estádios de desenvolvimento da cultura: afilhamento, alongamento e início do espigamento. As equações obtidas em 2009 foram significativas com valores de R² de 0,66; 0,54 e 0,56, nessas três estádios de crescimento, respectivamente (Figura 22). Reis et al. (1996) em estudos conduzidos com ferrugem da folha em trigo também obtiveram equações significativas que relacionavam a severidade e a incidência foliar.

Em 2010, as equações obtidas apresentaram R² de 0,47; 0,43 e 0,42 para o afilhamento, alongamento e início de espigamento, respectivamente (Figura 23). Os menores valores de R² ocorreram na safra agrícola de 2010, o que pode ser atribuído as condições climáticas desfavoráveis a ocorrência da doença desde as fases iniciais de desenvolvimento da cultura. Reis et al. (1995) em trabalho conduzido para relacionar a incidência e a severidade

foliar de mancha em rede de cevada durante três anos consecutivos, também observaram uma queda no valor de R^2 em um dos anos avaliados também atribuído as variações climáticas.

Em ambos os anos agrícolas os maiores valores de R^2 foram encontrados nas fases iniciais de desenvolvimento da cultura (Figuras 22A e 23A). Da mesma forma, Reis et al. (2006) em estudos da ferrugem da folha do trigo observaram que o coeficiente de determinação foi menor no estágio de enchimento de grãos em razão do aumento da incidência para 100%.

Tomando-se como base a indicação técnica mais recente da cultura verifica-se que a recomendação é de 2% a 3% de severidade, correspondendo a valores de 20-40% de incidência foliar para o início das aplicações de fungicidas (INDICAÇÕES, 2009/2010). Porém, utilizando a equação com o maior valor de R^2 no ano de 2009 ($S = -0,03082 + 0,01086I$; $R^2=0,66$) e substituindo na equação o valor de incidência de 20% obtém-se severidade de 0,18%. Da mesma forma utilizando a equação de maior R^2 para o ano de 2010 ($S = 0,02932 + 0,00433I$; $R^2=0,47$) obtém-se uma severidade de 0,12%. Dessa forma, observa-se que o uso de 20% de incidência para iniciar o controle para ambas as safras agrícolas corresponde a uma severidade inferior aquela indicada pela pesquisa ocorrendo, portanto, atraso na aplicação e conseqüentemente dificuldade no controle da doença. As recomendações da Comissão técnica de pesquisa são feitas muitas vezes de forma subjetiva não considerando um critério científico e estudos prévios de pesquisa para a indicação das primeiras aplicações. Menegon et al. (2005) estudando a expansão de lesões de manchas foliares da cevada, dentre elas a mancha marrom, também obtiveram resultados que o limiar de ação indicado pela Comissão Técnica da pesquisa na época (5% de severidade foliar) era muito elevado para iniciar o controle das manchas foliares, já que as lesões iniciais são pequenas, muitas vezes menores que 1 mm^2 , e que uma folha de cevada pode ter área de 15 a 20 cm^2 , de 7.500 a 10.000 lesões seriam necessárias para compor uma área foliar afetada de 5%.

Utilizando-se a função de dano relativa ao estágio de enchimento de grão para mancha marrom (REIS & CASA, 2007) com custo do fungicida somado ao custo da aplicação de R\$ 80,00/ha, e valor de venda da tonelada da cevada de R\$ 533,00, o LDE equivaleria a 10% de incidência foliar. Considerando que para o controle econômico das doenças não se deve permitir que a sua intensidade ultrapasse o LDE, a aplicação deve ser feita com um valor inferior a este, ou seja, quando a doença atingir o limiar de ação (LA) sugerindo-se uma redução de 5 pontos do valor do LDE (REIS & CASA, 2007). Nesse caso, o controle da

doença deveria iniciar quando esta atingisse uma incidência entre 5 e 10% para a cultivar BRS Cauê, inferior ao indicado pela Comissão técnica de pesquisa da cevada.

Segundo Reis et al. (1996) havendo relação entre a incidência e severidade em um patossistema, pode-se optar, em avaliações de lavouras comerciais, pela incidência, variável objetiva e que demanda menos tempo na sua quantificação. Da mesma forma Amorim (1995) relata ser a incidência uma característica útil para avaliar a maioria das doenças quando a epidemia está em sua fase inicial, ocasião em que pode ser correlacionada com a severidade.

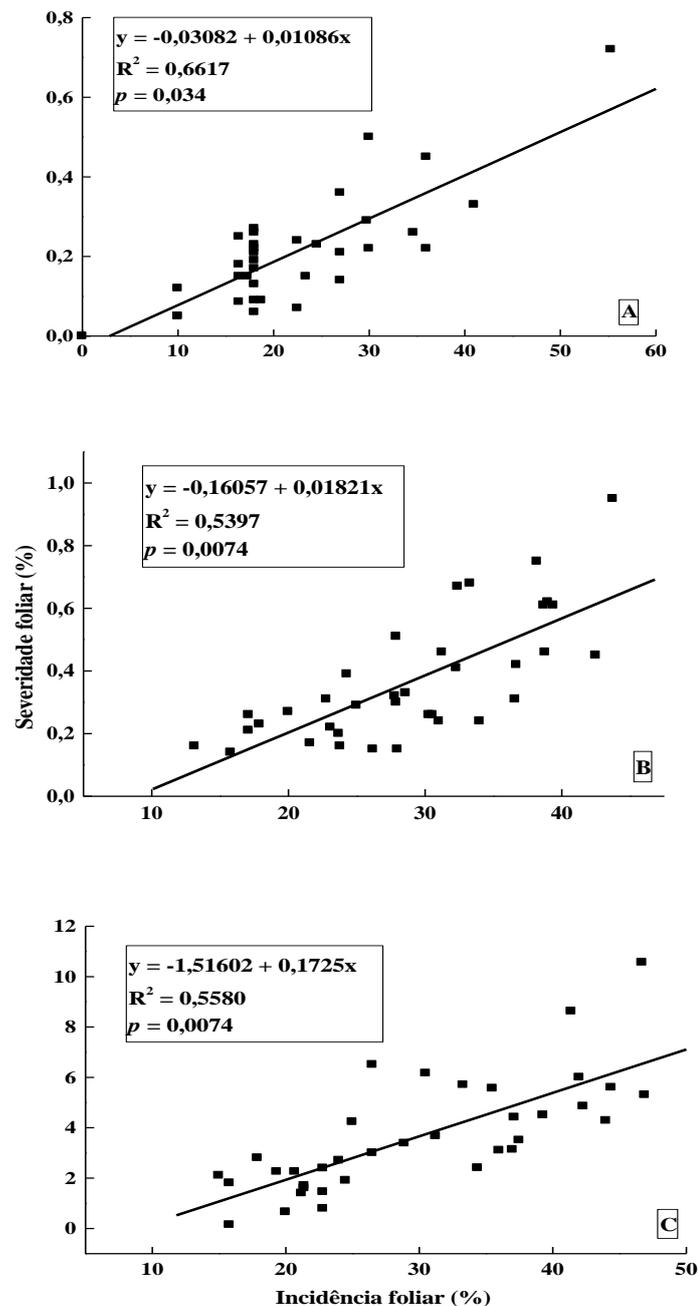


Figura 22 - Relação entre a incidência e a severidade foliar de mancha marrom na cultivar BRS Cauê nos estádios de afilamento, de alongamento e início de espigamento na safra agrícola de 2009.

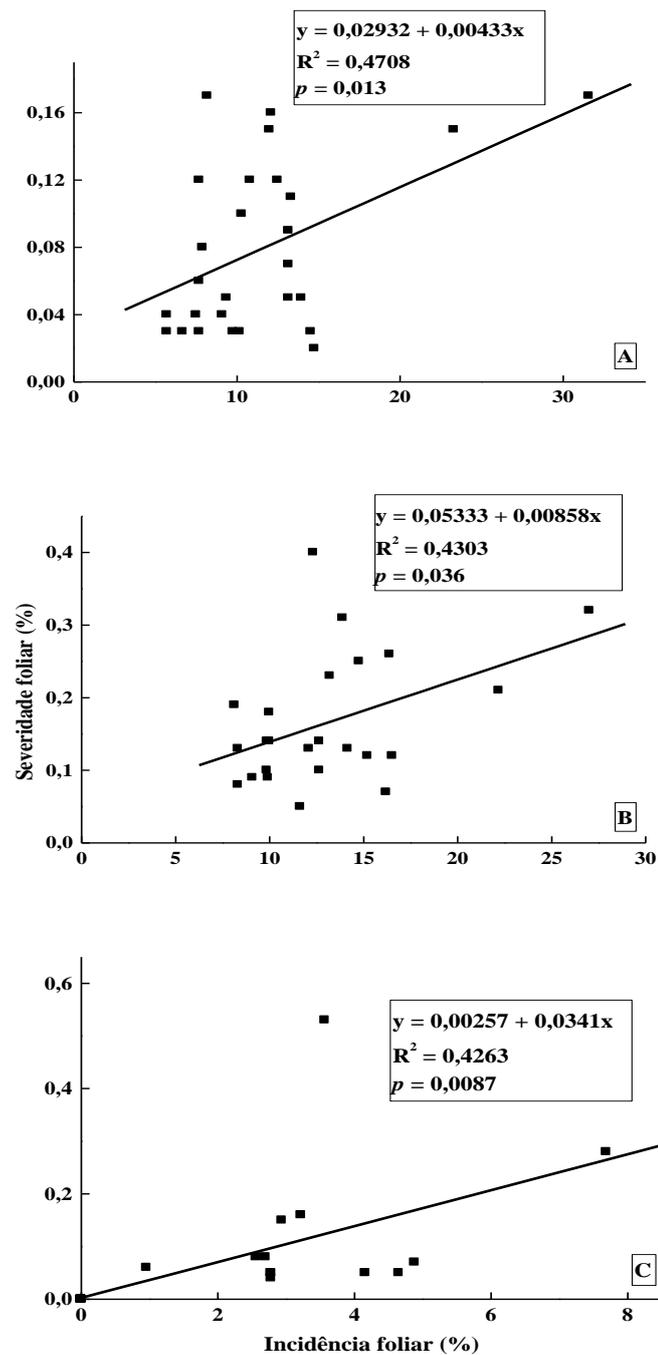


Figura 23 - Relação entre a incidência e a severidade foliar de mancha marrom na cultivar BRS Cauê nos estádios de afilhamento, de alongamento e início de espigamento na safra agrícola de 2010.

Nas safras 2009 e 2010 a correlação entre as variáveis analisadas encontraram-se coeficientes de correlação significativos e positivos (Tabela 9), à medida que aumentou a incidência foliar também aumentou a severidade da doença quando comparadas as três épocas de avaliação separadamente para os dois anos agrícolas. Esses resultados corroboram com os dados de Caierão et al. (2001) em estudos conduzidos para a ferrugem da folha e colmo da

aveia onde também encontraram correlação positiva e significativa entre a incidência e a severidade para ambas as moléstias. Da mesma forma Araújo et al. (2001) também encontraram correlação significativa e positiva entre incidência e severidade foliar para a escaldadura em arroz.

Quando se comparou a correlação entre a incidência e a severidade para as três épocas conjuntamente a correlação foi significativa no ano de 2009, porém, com baixo valor de coeficiente de correlação ($r=0,47$). Segundo James & Shih (1973) no início da epidemia, tanto a incidência como a severidade aumentam até que todas as folhas estejam infectadas, a partir disso o aumento na intensidade da doença se dá apenas pela severidade, fato que pode explicar a baixa correlação.

Tabela 9 - Coeficientes de correlação entre incidência e severidade foliar nos três estágios de avaliações para a cultivar BRS Cauê nas safras agrícolas 2009 e 2010.

Estágio de crescimento	Safrá 2009		Safrá 2010	
	Coeficiente de Correlação (r)	<i>p</i> *	Coeficiente de Correlação (r)	<i>p</i> *
Afilhamento	0,8135	0,0001	0,4087	0,0016
Alongamento	0,7346	0,0001	0,5079	0,0001
Início do espigamento	0,7470	0,0001	0,6529	0,0133
Todos os estágios	0,4685	0,0001	0,5464	0,0001

* Probabilidade de erro

3.6 CONCLUSÃO

O critério de quantificação de doenças com base na severidade foliar é difícil de ser adotado pela assistência técnica na tomada de decisão do momento do controle químico da mancha marrom da cevada. Neste trabalho obteve-se valores significativos e positivos entre incidência foliar e severidade foliar da mancha marrom, permitindo que a decisão técnica do monitoramento da doença no campo possa ser feito com base na incidência foliar, um critério mais rápido e reproduzível entre avaliadores.

4 CONCLUSÕES GERAIS

A mancha marrom e o oídio ocorreram concomitantemente em ambos os locais e safras agrícolas compondo um patossistema múltiplo e causaram danos significativos aos componentes de rendimento da cevada. A aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos baseado em critério científico e econômico e a quantificação da intensidade das doenças e dos danos são fatores indispensáveis para o controle dessas doenças.

O presente trabalho tinha como hipóteses iniciais que a metodologia para gerar gradiente de doenças foliares na cevada permitiria relacionar a intensidade das doenças em determinado estágio de desenvolvimento da planta com o rendimento de grãos, obtendo funções de dano que poderiam ser usadas no cálculo do limiar de dano econômico (LDE) e que o aumento no número de aplicações, com doses recomendadas reduziriam a intensidade de doença e provocariam menos danos aos componentes de rendimento possibilitando maior controle, além de que a quantificação de doenças através da incidência e severidade foliar teria relação significativa entre si. Estas hipóteses foram confirmadas com os resultados obtidos nas safras agrícolas 2009 e 2010.

Nesse sentido, obtiveram-se equações de função de dano significativas e negativas para o patossistema múltiplo, mancha marrom e oídio em cevada, pois o aumento gradual da intensidade destas doenças proporcionou diminuição gradativa no rendimento de grãos. De acordo com estas equações verificaram-se diferenças entre os coeficientes de dano nos diferentes anos agrícolas, locais e estádios de crescimento da planta, sendo que os coeficientes obtidos podem ser utilizados no cálculo do LDE, um critério técnico e econômico usado para definir o momento da aplicação de fungicidas em cultivares com reação semelhante a cultivar BRS Cauê. Porém, por ser o LDE um critério variável em função de seus constituintes, é importante a continuidade da pesquisa em diferentes anos agrícolas, localidades, diferentes cultivares e patossistemas. Em trabalhos subsequentes, o uso de maiores números de aplicações de fungicidas e a exclusão da metade da dose para gerar o gradiente de intensidade de doença, podem auxiliar na obtenção de equações de função de dano com maiores valores de R^2 e, portanto, mais significativas.

Da mesma forma para a quantificação de dano e controle, o aumento da intensidade de doenças fúngicas foliares resultou em redução nos componentes de rendimento da cevada. Em geral, o maior dano foi detectado no rendimento de grãos, seguido da granulometria e massa de mil grãos. À medida que aumentou o número de aplicações de fungicidas, menor foi a intensidade das doenças foliares e menores foram os danos. Comprovou-se também que

metade da dose de fungicidas apresenta menor eficácia de controle das doenças e conseqüentemente menores rendimentos, apesar de na maioria dos casos, não ter existido diferença estatística entre metade da dose e dose recomendada. Não é recomendável o uso da metade da dose devido à possibilidade de ocorrência de impactos negativos, como a resistência de patógenos e a redução do período de proteção dos fungicidas. Ao analisar o progresso das doenças em função do tempo verificou-se que a severidade é a variável mais acurada para quantificar doença, dano e eficiência de fungicida, dose e número de aplicações.

Considerando a relação entre incidência e severidade foliar da mancha marrom, obtiveram-se também resultados significativos em todos os experimentos, possibilitando estimar valores de severidade a partir de valores de incidência e vice-versa, permitindo que a pesquisa ou a assistência técnica possa optar por qualquer uma destas duas variáveis em trabalho de quantificação da mancha marrom.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRITEMPO, **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico**, pesquisa. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/agroclima/pesquisaWeb?uf=RS>>. Acesso em: dezembro de 2010.

AGRITEMPO, **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico**, pesquisa. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/agroclima/pesquisaWeb?uf=SC>>. Acesso em: dezembro de 2010.

ALCORN, J.L. New *Cochliobolus* and *Bipolaris* species. **Micotaxon**, 15: 1-19, 1982.

ALEXOPOULOS, C.J., MIMS, C.W. & BLACKWELL, M. **Introductory mycology**. Fourth Edition. John Wiley & Sons, Inc. 1996. p. 869.

AMORIM, L. Avaliação de doenças. In: BERGAMIM FILHO, A. KIMATI, H. & AMORIM, L. (Eds.) **Manual de Fitopatologia**. Vol. 1. Princípios e Conceitos. São Paulo SP. Ceres. 1995. p. 234-235.

ANTONIAZZI, N. & DESCHAMPS, C., Controle de *Bipolaris sorokiniana* e rendimento de grãos em cevada após aplicação de elicitores e fungicidas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.29, p.695-700, 2007.

ARAÚJO, L.G., PRABHU, A.S. & DA SILVA, G.B. Resistência de somaclones da cultivar arroz IAC 47 a *Monographella albescens*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p.165-169, 2001.

ARIAS, G. **Mejoramiento genetico y produccion de cebada cervecera en América del Sur**. Santiago, Chile: Direccion de produccion y proteccion vegetal (FAO), Oficina Regional de la FAO para América Latina e Caribe, 1995. 162p.

BALDANZI, G. Cevada. In: BALDANZI, G., BAIER, A.C., FLOS, E.L., MANARA, W., MANARA, M.T.F., VEIGA, P. & TARRAGÓ, M.F.S. (Coord.) **As lavouras de inverno - 2: cevada, tremosso, linho, lentilha**. Rio de Janeiro: Ed. Globo. 1988. 162p.

BARROS, B.C.; CASTRO, J.L.; PATRÍCIO, F.R.A. Resposta de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) ao controle químico das principais doenças fúngicas da cultura. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.32, p.239-246, 2006.

BEDENDO, I.P. Oídios. In: KIMATI, B.F & AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia**, 3ª ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. 2v.: il. p.866-871.

BENNETT, M.D. & SMITH, J.B. The nuclear DNA content of the egg, the zygote and young proembryo cells in *Hordeum*. **Caryologia**, v. 29, p. 435-446, 1976.

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

BOHATCHUK, D.A., CASA, R.T., BOGO, A., KUHNEM, P.R.J., REIS, E.M., MOREIRA, E.N. Modelo do ponto crítico para estimar danos de doenças foliares do trigo em patossistema múltiplo. **Tropical Plant Pathology**. v. 33, p. 363-369, 2008.

BOTHMER, R. V., JACOBSEN, N. Origin, taxonomy, and related species. in RASMUSSEN, D.C.,. **American Society of Agronomists**, ed. Barley, Madison, Wis., 1985, p. 19-56.

BRAUN, U. **A Monograph of the Erysiphales** (Powdery Mildews), Beihefte zur, Nova Hedwigia, Heft89. J. Cramer, Stuttgart. p.700, 1987.

CAIERÃO, E., CARVALHO, F.I.F., FLOSS, E.L., SÁNCHEZ-CHACÓN, C.D., LORENCETTI, C. & MARCHIORO, V. Efeito de níveis de severidade e incidência da ferrugem-da-folha e ferrugem-do-colmo no rendimento de linhagens de aveia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.1, p.43-52, 2001.

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

CASA, R.T., BLUM, M.M.C. & MOGNOL, G. Ponta preta em sementes de cevada. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 273. 1999.

CASA, R.T., HOFFMANN, L. L., PANISSON, E., MENDES, C.C., REIS, E.M. Sensibilidade de *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* a alguns fungicidas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, p.626-630, 2002.

CASA, R.T. & REIS, E.M. **Doenças de cereais de inverno: guia de campo para identificação e controle**, Lages: Graphel, 2010, 84p.

CLARK, R.V. Yield losses in barley cultivars caused by spot blotch. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v.1, p.113-117, 1979.

CONAB. **Indicadores agropecuários**. Disponível em: <www.conab.gov.com>. Acesso em: abril de 2010.

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.

CZEMBOR, J.H. Sources of powdery mildew resistance in barley landraces collected from Algeria and Tunisia. **Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin**. Disponível em: <www.crpmb.org/2000/0607czembor>. Acesso em: dezembro de 2010.

DALLAGNOL, J.L.; BALARDIN, R.S.; NAVARINI, L.; KIRINUS, E.M. Influência das doenças foliares no rendimento de grãos na cultura do trigo. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.13, n.2, p. 20-27, 2006.

DENGLER, R.U., BLUM, M.M.C., CASA, R.T., MOGNOL, G. & REIS, E.M. **Microorganismos associados com sintomas de ponta preta em sementes de cevada e sua relação com algumas características físico, químico e fisiológicas**. Informativo Abrates 9, p.101. 1999.

DIMMOCK, J.P.R.E.; GOODING, M.J. The effect of fungicides on rate and duration of grain filling in winter wheat in relation to maintenance of flag leaf green area. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.138, p.1-16, 2002.

EMBRAPA. **A cultura da cevada**: extraído de: <www.cntp.embrapa.br/culturas/cevada/index.htm> - fevereiro 2010.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Disponível em: <www.cnps.embrapa.br/sibcs/>. Acesso em: março de 2010.

EMBRAPA. **Lista de cultivares de cevada registradas no MAPA**. Disponível em: <<http://www.cntp.embrapa.br/culturas/cevada/snpc.htm>>. Acesso em: dezembro de 2010.

FEKSA, H.R. & DUHATSCHEK, B. Manejo do complexo de doenças na cultivar de cevada BRS 195, Entre Rios, Guarapuava, PR, 2004. In: **REUNIÃO ANUAL DE PESQUISA DE CEVADA, 2005**, Guarapuava. Anais...Guarapuava: FAPA, p.385-390, 2005

FORCELINI, C.A. & REIS, E.M. Doenças da cevada (*Hordeum vulgare* L.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. & REZENDE, J.A.M. (Ed.). **Manual de fitopatologia. Doenças das plantas cultivadas**. Vol. 2, 3. Ed., São Paulo, SP. Agronômica Ceres. 1997. p. 251-256.

FUNCK, G., FERNANDES, J.M., PIEROBOM, C., Doenças foliares, área verde sadia e peso de grãos em diferentes cultivares de trigo, **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.1, p.03-10, 2009.

JAMES, W.C. An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage. **Plant Disease**, v.5, 2-10, 1971.

JAMES, W.C. & SHIH, C.S. Relationship between incidence and severity of powdery mildew and leaf rust on winter wheat. **Phytopathology**, v.63, p.183-187, 1973.

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

KIRBY, E.J.M., **Cereal development guide**. Second edition. Plant Breeding Institute. 1984. 95 p.

KUNHEM JUNIOR, P.R.; CASA, R.T.; RIZZI, F.P.; MOREIRA, E.D.; BOGO, A. Desempenho de fungicidas no controle de doenças foliares em trigo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.8, n.1, p.35-42, 2009.

MATHRE, D.E. **Compendium of barley diseases**. Second edition. APS Press. The American Phytopathological Society. 1997. 90p.

MAUDE, R.B. **Seedborne diseases and their control: principles and practice**. CAB INTERNATIONAL. Wallingford, UK. 1996. 280p.

MENEGON, A.P., FORCELINI, C.A., FERNANDES, J.M.C., Expansão de lesão por manchas foliares em cevada e sua interação com a aplicação foliar de fungicidas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, p.134-138, 2005.

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

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

NERBASS JUNIOR, J.M., CASA, R.T., GAVA, F., BOGO, A., KUHNEM JUNIOR, P.R., BOLZAN, J.M. Controle de doenças foliares na aveia branca e danos na produção em resposta à dose e ao número de aplicações de fungicida. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.7, n.2, p. 127-134, 2008.

NERBASS JUNIOR, J.M., CASA, R.T., KUHNEM JUNIOR, P. R., GAVA, F., BOGO, A. Modelos do ponto crítico para relacionar o rendimento de grãos de aveia branca com a intensidade de doença no patossistema múltiplo ferrugem da folha – helmintosporiose. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n.1, p. 1-6, jan, 2010.

NUTTER, F.W., PEDERSON Jr., V.D & FOSTER, A.E. Effect of inoculations with *Cochliobolus sativus* at specific growth stages on grain yield and quality of malting barley. **Crop Science**, v.25, p. 933-938, 1985.

PICININI, E.C. & FERNANDES, J.M. Perdas no rendimento de grãos na cultivar de cevada cervejeira BR-2 tratada com fungicidas ocasionada pela mancha marrom (*Bipolaris sorokiniana*) no ano de 1995. **Fitopatologia Brasileira** 21 (Suplemento): 376, 1996.

PICININI, E.C., FERNANDES, J.M.C., IGNACZAK, J.C., Controle das doenças de cevada cervejeira: resultados do período de 1989 0 1996. Passo Fundo: EMBRAPA-CNTF, 1998. 60p. (EMBRAPA-CNTF. Documentos, 43).

PICININI, E.C.; FERNANDES, J.M. Avaliação de fungicidas no controle de doenças da parte aérea da cultura da cevada cervejeira - ensaios dos anos de 1999 e 2000. In: **XXI REUNIÃO ANUAL DA PESQUISA DE CEVADA**, 2, 2001. **Anais e ata...** EMBRAPA, p.521-527, 2001.

REIS, E.M. Longevity of *Cochliobolus sativus* propagules in soil. **Fitopatologia Brasileira**, v.14, p.205-207, 1989.

REIS, E.M., GASSSEN, F., CASA, R.T., SILVA, M.S. Relação entre a incidência e a severidade da mancha em rede da cevada, causada por *Drechslera teres*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, p. 601-604, 1995.

REIS, E.M., CASA, R.T., FORCELINI, C.A. Relação entre a severidade e a incidência da ferrugem da folha do trigo, causada por *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.21, n.3, p.369-372, 1996.

REIS, E.M. & CASA, R.T. Cereais de inverno. In: VALE F.X.R. do & ZAMBOLIM, L. (Eds). **Controle de doenças de plantas: grandes culturas**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura e do Meio Ambiente, 1997, p. 231-189.

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., AGOSTINI, V. A., MENDES, C., ECCO, M. Quantificação de danos associados com a mancha em rede causada por *Drechslera teres*. **Fitopatologia Brasileira**, v.24, p.320, 1999.

REIS, E.M., REIS, A.M., CASA, R.T., BLUM, M.M., Comparação de métodos para recuperação de fungos patogênicos, agentes causais de manchas foliares, associados a sementes de cereais de inverno. **Summa Phytopathologica**, v.25, p. 364-367, 1999.

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. **Doenças da cevada: helmintosporioses** (mancha em rede, mancha marrom e mancha estriada). São Paulo: Bayer, 2001. 46 p.

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^a ed. ver. e ampliado. Florianópolis: Insular, 2001b. 176p.

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

REIS, E.M & CASA, R.T., Danos causados por fungos associados a sementes de cereais de inverno. **Summa Phytopathologica**, v.31, p.138-140, 2005.

REIS, E.M., LEITES, A., FORCELINI,C.A. Relações entre intensidade de doença, refletância da radiação solar e rendimento de grãos no patossistema ferrugem da folha do trigo Embrapa 16. **Fitopatologia Brasileira**, v.31, n.5, p. 447-454, 2006.

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

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

REIS, E.M., SANTOS, J.A.P., BLUM, M.M.C., Critical-Point yield model to estimate yield damage caused by *Cercospora zea-maydis* in corn. **Fitopatologia Brasileira.** v.32, p.110-113, 2007.

REIS, E.M., CASA, R.T., BEVILAQUA, L.C., Modelos do ponto crítico para estimar danos causados pela ferrugem da folha da aveia branca. **Summa Phytopathologica,** v.34, p.238-241, 2008.

REIS, E.M., (organizador), **Crítérios indicadores do momento para aplicação de fungicidas visando ao controle de doenças em soja e trigo,** Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2009, 148p.

REUNIÃO ANUAL DA PESQUISA DE CEVADA. **Indicações técnicas da cultura da cevada cervejeira na safra 2005 e 2006/** organizado por Euclides Minella, Embrapa Trigo: Passo Fundo, RS, 2005. 74p.

REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CEVADA (26.: 2007: Passo Fundo, RS). **Indicações técnicas para a produção de cevada cervejeira nas safras 2007 e 2008.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 104p.

REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CEVADA. **Indicações técnicas da cultura da cevada cervejeira nas safras 2009 e 2010/** organizado por Euclides Minella, Embrapa Trigo: Passo Fundo, RS, 2009. 100 p.

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

SHANER, G. Effect of environment on fungal leaf blights of small grains. **Annual Review Phytopathology,** v.19, 273-296, 1981.

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

SMEDEGAARD-PETERSEN, V. & STOLEN, O. Effect of energy-requiring defense reactions on yield and grain quality in a powdery mildew-resistant barley cultivar. **Phytopathology**, v.71, p.396-399, 1981.

TINLINE, R.D. Studies on the perfect stage of *Helminthosporium sativum*. **Canadian Journal of Botany**, v.29, p.467-478, 1951.

TOMERLIN, J.R. & HOWELL, T.A. Distrain: a computer program for training people to estimate severity on cereal leaves. **Plant Disease**, v.72, p.455-459, 1998.

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

WILCOXSON, R.D., RASMUSSEN, D.C. & MILES, M.R. Development of barley resistance to spot blotch and genetics of resistance. **Plant Disease**, v.74, p. 207-210, 1990.

ZADOKS, J.C., CHANG, T.T. & KONZAK, C.F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, v.14, p.415-421, 1974.

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

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

ZAMBOLIM, L. Penetração e translocação de fungicidas sistêmicos nos tecidos das plantas. In: ZAMBOLIM, L., PICANÇO, M.C., DA SILVA, A.A., FERREIRA, L.R., FERREIRA, A.F., JESUS JÚNIOR, W.C., **Produtos Fitossanitários (Fungicidas, Inseticidas, Acaricidas e Herbicidas).** Viçosa, MG: UFV/DFP, 2008, 187-261 p.

ZOHARY, D. & HOPF, M., **Domestication of plants in the old world: The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley.** Clarendon Press, Oxford, England, 1993.