

**LUIZ CARLOS BORDIN**

**EQUAÇÕES DE FUNÇÕES DE DANO DE DOENÇAS  
FOLIARES E SUA RELAÇÃO COM O RENDIMENTO E A  
QUALIDADE DE GRÃOS EM ARROZ IRRIGADO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Trezzi Casa

**LAGES, SC  
2013**

B729e Bordin, Luiz Carlos

Equações de funções de dano de doenças foliares e sua relação com o rendimento e a qualidade de grãos em arroz irrigado / Luiz Carlos Bordin. - 2013.

135 p. : il. ; 21 cm

Orientador: Ricardo Trezzi Casa

Bibliografia: p. 123-135

Tese (doutorado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós- Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2013.

1. *Oryza sativa*. 2. *Bipolaris oryzae*. 3. *Gerlachia oryzae*. 4. *Pyricularia grisea*. 5. Limiar de dano econômico. 6. Controle químico. I. Bordin, Luiz Carlos

II. Casa, Ricardo Trezzi. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV. Título

CDD: 633.18 - 20.ed.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Setorial do  
CAV/UDESC

**LUIZ CARLOS BORDIN**

**EQUAÇÕES DE FUNÇÕES DE DANO DE DOENÇAS  
FOLIARES E SUA RELAÇÃO COM O RENDIMENTO E A  
QUALIDADE DE GRÃOS EM ARROZ IRRIGADO**

Tese apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da  
Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial  
para obtenção do grau de Doutor em Produção Vegetal.

Banca examinadora:

Orientador: \_\_\_\_\_  
Dr. Ricardo Trezzi Casa  
UDESC/Lages-SC

Co-orientador: \_\_\_\_\_  
Ph.D. Amauri Bogo  
UDESC/Lages-SC

Membros:

\_\_\_\_\_  
Ph.D. Luis Sangoi  
UDESC/Lages-SC

\_\_\_\_\_  
Ph.D. Erlei Melo Reis  
OR Melhoramento de Sementes  
Passo Fundo-RS

\_\_\_\_\_  
Dr. Leandro Luiz Marcuzzo  
IFC-Campus Rio do Sul-SC

**Lages, 30/09/2013**

A minha esposa Maria de Fátima e aos  
meus filhos Vinicius, Felipe e Junior.

Dedico

## AGRADECIMENTOS

A DEUS pela vida, por guiar o meu caminho e pelas conquistas.

A minha esposa Maria de Fátima, pelo companheirismo, compreensão, amor e por todos os momentos que compartilhou desta etapa e jamais deixou que eu perdesse a fé.

Aos meus filhos Vinicius, Felipe e Junior, pela amizade, amor e apoio prestados nos experimentos.

Ao professor Ricardo Trezzi Casa, pelo seu apoio, ensinamentos, amizade e orientação prestada com a máxima dedicação.

A Universidade do Estado de Santa Catarina, pela oportunidade da realização do curso.

Ao Instituto Federal Catarinense-Campus Rio do Sul, pela liberação na realização do doutorado.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, pelos ensinamentos e amizade.

Aos bolsistas e membros do Laboratório de Fitopatologia da Universidade do Estado de Santa Catarina que contribuíram na realização do trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram e me apoiaram, fica meu verdadeiro reconhecimento.

Muito obrigado!

“O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada. Caminhando e semeando, no fim, terás o que colher.”

Cora Coralina

## RESUMO

**BORDIN, Luiz Carlos. EQUAÇÕES DE FUNÇÕES DE DANO DE DOENÇAS FOLIARES E SUA RELAÇÃO COM O RENDIMENTO E A QUALIDADE DE GRÃOS EM ARROZ IRRIGADO.** 2013. 135 f. Tese. (Doutorado em Produção Vegetal – Área: Proteção de plantas e Agroecologia) - Centro de Ciências Agro-Veterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2013.

O conhecimento sobre o potencial de patógenos em causar danos na produtividade dos cultivares de arroz irrigado é importante para racionalizar o uso de fungicidas no manejo integrado de doenças. Os objetivos deste trabalho foram: a) obter equações de função de dano para patossistema múltiplo para calcular o Limiar de Dano Econômico (LDE) servindo como critério indicador de aplicação de fungicidas; b) avaliar a eficiência da aplicação de fungicidas no controle de manchas foliares e sua relação com o rendimento de grãos, massa de mil grãos, grãos manchados e o rendimento industrial (renda do benefício, grãos inteiros e grãos quebrados); e c) determinar o tamanho da amostra mais representativo quanto à percentagem de sementes manchadas. Os experimentos foram conduzidos nas safras agrícolas 2010/11 nos municípios de Pouso Redondo e Rio do Sul, 2011/12 e 2012/13 no município de Rio do Oeste, localizados no Alto Vale do Itajaí, estado de Santa Catarina. Em todos os experimentos foram utilizados os cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru, exceto na safra 2012/13, onde somente o SCS 116 Satoru foi avaliado. O delineamento foi de blocos casualizados, com quatro repetições e foram realizados na safra 2010/11 cinco tratamentos e nas safras 2011/12 e 2012/13, sete tratamentos de aplicações de mistura de fungicidas triazol (defenoconazole) e estrobilurina (azoxistrobina), sendo um dos tratamentos (testemunha) sem aplicação. As aplicações e as avaliações da incidência e severidade foliar ocorreram nos estádios vegetativos V6 e V8 e nos estádios reprodutivos R0, R2, R4 e R6. O arroz foi colhido manualmente, coletando-se dois m<sup>2</sup> da parte central de cada parcela. No primeiro capítulo foram geradas 92 equações lineares de função de dano sendo 26 para o cultivar Epagri 109 e 66 para o SCS 116 Satoru. As equações de função de dano entre intensidade de doença e rendimento de grão para

cada estágio fenológico, nas safras agrícolas, foram significativas e negativas, indicando que à medida que aumentou a intensidade das doenças, diminuiu o rendimento de grãos. Os coeficientes de dano calculados no trabalho variaram de  $R = 1.000 - 3,08$  a  $R = 1.000 - 28,35$  para incidência e  $R = 1.000 - 20,25$  a  $R = 1.000 - 356,04$  para severidade e podem ser utilizados no cálculo do LDE. No segundo capítulo, a aplicação de fungicida proporcionou incrementos no rendimento de grãos que variaram de 5 a 36,3% em relação à testemunha, dependendo da região, ano agrícola, cultivar e do número de aplicações. A utilização de três, quatro e cinco aplicações de fungicida aumentou o rendimento de grãos e mostrou-se vantajosa economicamente em relação aos demais tratamentos, principalmente no município de Rio do Oeste, onde a incidência de doenças foliares foi maior. No terceiro capítulo, a utilização do tamanho da amostra de 30 gramas permite maior precisão das estimativas populacionais quanto à determinação da percentagem de sementes manchadas para os cultivares de arroz irrigado.

**Palavras-chaves:** *Oryza sativa*. *Bipolaris oryzae*. *Gerlachia oryzae*. *Pyricularia grisea*. Limiar de dano econômico. Controle químico.



## ABSTRACT

**BORDIN, Luiz Carlos. EQUATIONS OF FUNCTIONS OF LEAF DAMAGE OF DISEASES AND ITS RELATIONSHIP WITH THE YIELD AND QUALITY OF GRAIN IN RICE.** 2013. 135 f. Thesis. (Doutorado em Produção Vegetal – Área: Proteção de plantas e Agroecologia) - Centro de Ciências Agro-Veterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2013.

Knowledge about the potential of the pathogen to damage the productivity of rice cultivars is important to rationalize the use of fungicides in integrated pest management. The objectives were: a) obtaining equations damage due to multiple pathosystem to calculate the Economic Damage Threshold (LDE) serving as a criterion indicator fungicide application; b) evaluate the efficiency of the application of fungicides to control leaf spot and its relation to grain yield, thousand grain weight, grain yield and stained industrial (income benefit, whole grains and broken grains) e, c) determine the size of the sample more representative as the percentage of stained seeds. The experiments were conducted in 2010/11 in Pouso Redondo and Rio do Sul, 2011/12 and 2012/13 growing seasons in Rio do Oeste, located in Alto Vale do Itajai, Santa Catarina state. Rice cultivars Epagri 109 and SCS 116 Satoru except in 2012/13 only the SCS 116 Satoru were used in all experiments. The experimental design was a randomized block with four replications and In the season 2010/11 there were five treatments and harvests in 2011/12 and 2012/13, seven treatments applications of misture triazole (defenoconazole) and strobilurin (azoxystrobin) fungicides. One treatment (control) was without chemical application. Applications and evaluations of the incidence and severity of leaf occurred in the vegetative stages V6 and V8 and the reproductive stages R0, R2, R4 and R6. Harvest was manually done in 2.0 m<sup>2</sup> in the central area of each plot. In the first chapter we generated 92 linear equations damage function being 26 to cultivate Epagri 109 and 66 for the SCS 116 Satoru. The equations of the damage function between disease intensity and yield of grain for each phenological stage, the harvests were significant and negative, indicating that as disease severity

increased, decreased grain yield. The coefficient calculated work damage ranged from  $R = 1000 - 3.08$  to  $R = 1000 - 28.35$  for incidence and  $R = 1000 - 20.25$  to  $R = 1000 - 356.04$  to severity and can be used in the LDE. In the second chapter, fungicide provided increments in grain yield which varied from 5 to 36.3% compared to the control, depending on the region, the crop year, cultivar and number of applications. The use of three, four and five fungicide applications increased grain yield and proved economically advantageous compared to other treatments, mainly in Rio do Oeste, where the incidence of foliar diseases was higher. In the third chapter, the use of the sample size of 30 grams allows more accurate population estimates in determining the percentage of stained seeds for rice cultivars.

**Key-words:** *Oryza sativa*. *Bipolaris oryzae*. *Gerlachia oryzae*. *Pyricularia grisea*. Economic damage threshold. Chemical control.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Histórico da evolução dos critérios para aplicação de fungicidas segundo Recomendações da Pesquisa para o Sul do Brasil (Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado).....	37
Tabela 2	Safras agrícolas, locais dos experimentos, cultivares e datas de semeadura e colheita.....	44
Tabela 3	Médias de incidência e severidade de manchas foliares dos tratamentos referentes às safras agrícolas, locais e cultivares.....	48
Tabela 4	Equações da função de dano original e normalizada para o patossistema múltiplo brusone, mancha parda e escaldadura, com base na incidência foliar, geradas por estádios fenológicos no cultivar Epagri 109 e SCS 116 Satoru, nos municípios de Pouso Redondo (PR) e Rio do Sul (RS), Alto Vale do Itajaí, SC, safra agrícola 2010/11.....	50
Tabela 5	Equações da função de dano original e normalizada para o patossistema múltiplo brusone, mancha parda e escaldadura, com base na severidade foliar, geradas por estádios fenológicos no cultivar Epagri 109 e SCS 116 Satoru, nos municípios de Pouso Redondo (PR) e Rio do Sul (RS), Alto Vale do Itajaí, SC, safra agrícola 2010/11.....	51
Tabela 6	Equações da função de dano original e normalizada para o patossistema múltiplo brusone, mancha parda e escaldadura, com base na incidência foliar, geradas por estádios fenológicos nos cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru, Rio do Oeste, SC, safra agrícola 2011/12.....	52
Tabela 7	Equações da função de dano original e normalizada para o patossistema múltiplo brusone, mancha parda e escaldadura, com base na severidade foliar, geradas por estádios fenológicos nos cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru, Rio do Oeste, SC, safra agrícola 2011/12.....	53

Tabela 8	Equações da função de dano original e normalizada para o patossistema múltiplo brusone, mancha parda e escaudadura, com base na incidência foliar, geradas por estádios fenológicos para o cultivar SCS 116 Satoru, Rio do Oeste, SC, safra agrícola 2012/13.....	54
Tabela 9	Equações da função de dano original e normalizada para o patossistema múltiplo brusone, mancha parda e escaudadura, com base na severidade foliar, geradas por estádios fenológicos para o cultivar SCS 116 Satoru, Rio do Oeste, SC, safra agrícola 2012/13.....	55
Tabela 10	Equações lineares de dano referente à incidência para o cultivar Epagri 109.....	61
Tabela 11	Equações lineares de dano referente à severidade para o cultivar Epagri 109.....	61
Tabela 12	Equações lineares de dano referente à incidência para o cultivar SCS 116 Satoru.....	62
Tabela 13	Equações lineares de dano referente à severidade para o cultivar SCS 116 Satoru.....	62
Tabela 14	Rendimento de grãos, massa de mil grãos (MMG) e grãos manchados (GM) no cultivar de arroz irrigado Epagri 109 em resposta ao número de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2010/11, em Pouso Redondo, Alto Vale do Itajaí,SC.....	92
Tabela 15	Rendimento de grãos, massa de mil grãos (MMG) e grãos manchados (GM) no cultivar de arroz irrigado SCS 116 Satoru em resposta ao número de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2010/11, em Pouso Redondo, Alto Vale do Itajaí,SC.....	93
Tabela 16	Rendimento de grãos, massa de mil grãos (MMG) e grãos manchados (GM) no cultivar de arroz irrigado Epagri 109 em resposta ao número de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2010/11, em Rio do Sul, Alto Vale do Itajaí, SC.....	94
Tabela 17	Rendimento de grãos, massa de mil grãos (MMG) e grãos manchados (GM) no cultivar de arroz irrigado SCS 116 Satoru em resposta ao número de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2010/11, em Rio do Sul, Alto Vale do Itajaí,SC.....	95

Tabela 18	Rendimento de grãos, massa de mil grãos e grãos manchados no cultivar de arroz irrigado SCS 116 Satoru em resposta ao número de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2011/12, ensaio 1, em Rio do Oeste, Alto Vale do Itajaí, SC.....	96
Tabela 19	Rendimento de grãos, massa de mil grãos e grãos manchados no cultivar de arroz irrigado SCS 116 Satoru em resposta ao número de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2011/12, ensaio 2, em Rio do Oeste, Alto Vale do Itajaí, SC.....	97
Tabela 20	Rendimento de grãos, massa de mil grãos e grãos manchados no cultivar de arroz irrigado Epagri 109 em resposta ao número de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2011/12, ensaio 3, em Rio do Oeste, Alto Vale do Itajaí, SC.....	98
Tabela 21	Rendimento de grãos, massa de mil grãos e grãos manchados no cultivar de arroz irrigado SCS 116 Satoru em resposta ao número de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2012/13, ensaio 1, em Rio do Oeste, Alto Vale do Itajaí, SC.....	99
Tabela 22	Rendimento de grãos, massa de mil grãos e grãos manchados no cultivar de arroz irrigado SCS 116 Satoru em resposta ao número de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2012/13, ensaio 2, em Rio do Oeste, Alto Vale do Itajaí, SC.....	100
Tabela 23	Rendimento de grãos, massa de mil grãos e grãos manchados no cultivar de arroz irrigado SCS 116 Satoru em resposta ao número de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2012/13, ensaio 3, em Rio do Oeste, Alto Vale do Itajaí, SC.....	101
Tabela 24	Qualidade industrial: renda do benefício (%), grãos inteiros (%) e grãos quebrados (%) dos cultivares Epagri 109 e SCS116 Satoru em resposta à aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2010/11, em Pouso Redondo, Alto Vale do Itajaí, SC.....	104
Tabela 25	Qualidade industrial: renda do benefício (%), grãos inteiros (%) e grãos quebrados (%) dos cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru em resposta à aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2010/11, em Rio do Sul, Alto Vale do Itajaí, SC.....	105

Tabela 26	Qualidade industrial: renda do benefício (%), grãos inteiros (%) e grãos quebrados (%) do cultivar SCS 116 Satoru (ensaio 1 e 2) e Epagri 109 (ensaio 3), em resposta à aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2011/12, em Rio do Oeste, Alto Vale do Itajaí, SC.....	106
Tabela 27	Qualidade industrial: renda do benefício (%), grãos inteiros (%) e grãos quebrados (%) do cultivar SCS 116 Satoru em resposta à aplicação de fungicidas, ensaio 1, 2 e 3, na safra agrícola de 2012/13, em Rio do Oeste, Alto Vale do Itajaí, SC.....	107
Tabela 28	Análise econômica: tratamentos, nº de aplicações, custo da aplicação, produtividade, receita bruta e líquida, referente ao cultivar SCS 116 Satoru, na safra agrícola de 2012/13, em Rio do Oeste, Alto Vale do Itajaí, SC...	109
Tabela 29	Número de sementes e determinação da amostra em gramas referente ao cultivar SCS 116 Satoru no município de Pouso Redondo e Rio do Sul, safra 2010/11.....	116
Tabela 30	Número de sementes e determinação da amostra em gramas referente ao cultivar Epagri 109 no município de Pouso Redondo e Rio do Sul, safra 2010/11.....	117
Tabela 31	Número de sementes e determinação da amostra em gramas referente ao cultivar SCS 116 Satoru e Epagri 109 no município de Rio do Oeste, safra 2011/12.....	118
Tabela 32	Valores de determinação das amostras em gramas nas cultivares SCS 116 Satoru e Epagri 109, nos municípios de Pouso Redondo, Rio do Sul e Rio do Oeste.....	119
Tabela 33	Porcentagem de sementes manchadas dos cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru, nos municípios de Pouso Redondo e Rio do Sul, safra 2010/11.....	120
Tabela 34	Porcentagem de sementes manchadas dos cultivares SCS 116 Satoru e Epagri 109, no município de Rio do Oeste, safra 2011/12.....	121

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Conídios de <i>Pyricularia grisea</i> em lâmina microscópica com aumento de 40 vezes.....	24
Figura 2	Conídio de <i>Pyricularia grisea</i> (A) e germinação de conídio e formação de apressório durante o processo de penetração do fungo na superfície abaxial da folha do cultivar de arroz Chorinho (B).....	25
Figura 3	Detalhe de sintoma de brusone em folha (A) e lavoura de arroz (B).....	27
Figura 4	Sintomas da mancha parda causado por <i>Bipolaris oryzae</i> em arroz.....	29
Figura 5	Sintomas da escaldadura causados por <i>Gerlachia oryzae</i> em arroz.....	31
Figura 6	Escalas diagramáticas para brusone (A) (Azevedo, 1997) e mancha parda (B) (Lens et al., 2010).....	46
Figura 7	Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar Epagri 109, safra 2010/11, em Pouso Redondo, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C) e R4 (D).....	64
Figura 8	Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra 2010/11, em Pouso Redondo, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C) e R4 (D).....	65
Figura 9	Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar Epagri 109, safra 2010/11, em Rio do Sul, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C) e R4 (D).....	66
Figura 10	Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra 2010/11, em Rio do Sul, nos estádios R2 (A) e R4 (B).....	67
Figura 11	Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar Epagri 109, safra 2010/11, em Pouso Redondo, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C) e R4 (D).....	68
Figura 12	Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru,	

	safra 2010/11, em Pouso Redondo, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C) e R4 (D).....	69
Figura 13	Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar Epagri 109, safra 2010/11, em Rio do Sul, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C) e R4 (D).....	70
Figura 14	Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra de 2010/11, em Rio do Sul, nos estádios R2 (A) e R4 (B).....	71
Figura 15	Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra 2011/12, em Rio do Oeste, ensaio 1, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C), R4 (D) e R6 (E).....	72
Figura 16	Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra 2011/12, em Rio do Oeste, ensaio 2, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C), R4 (D) e R6 (E).....	73
Figura 17	Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar Epagri 109, safra 2011/12, em Rio do Oeste, ensaio 3, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C), R4 (D) e R6 (E).....	74
Figura 18	Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru na safra de 2011, em Rio do Oeste, ensaio 1, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C), R4 (D) e R6 (E).....	75
Figura 19	Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru na safra de 2011, em Rio do Oeste, ensaio 2, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C), R4 (D) e R6 (E).....	76
Figura 20	Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar Epagri 109, safra 2011/12, em Rio do Oeste, ensaio 3, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C), R4 (D) e R6 (E).....	77
Figura 21	Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra 2012/13, em Rio do Oeste, ensaio 1, nos estádios V6 (A), V8 (B), R0 (C), R2 (D), R4 (E) e R6 (F).....	78



Figura 22	Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra 2012/13, em Rio do Oeste, ensaio 1, nos estádios V6 (A), V8 (B), R0 (C), R2 (D), R4 (E) e R6 (F).....	79
Figura 23	Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra 2012/13, em Rio do Oeste, ensaio 2, nos estádios V6 (A), V8 (B), R0 (C), R2 (D), R4 (E) e R6 (F).....	80
Figura 24	Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra 2012/13, em Rio do Oeste, ensaio 2, nos estádios V6 (A), V8 (B), R0 (C), R2 (D), R4 (E) e R6 (F).....	81
Figura 25	Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra 2012/13, em Rio do Oeste, ensaio 3, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C), R4 (D) e R6 (E).....	82
Figura 26	Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra 2012/13, em Rio do Oeste, ensaio 3, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C), R4 (D) e R6 (E).....	83

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	19
<b>CAPÍTULO 1</b>	
Modelo de ponto crítico para relacionar o rendimento de grãos com a intensidade de doença do patossistema múltiplo brusone, mancha parda e escaudadura em arroz irrigado.....	38
1.1 Resumo.....	38
1.2 Abstract.....	39
1.3 Introdução.....	40
1.4 Material e métodos.....	43
1.5 Resultados e discussão.....	47
1.6 Conclusões.....	84
<b>CAPÍTULO 2</b>	
Controle de doenças foliares e sua relação com o rendimento de grãos, massa de mil grãos, grãos manchados e rendimento industrial.....	85
2.1 Resumo.....	85
2.2 Abstract.....	86
2.3 Introdução.....	86
2.4 Material e métodos.....	89
2.5 Resultados e discussão.....	91
2.6 Conclusões.....	110
<b>CAPÍTULO 3</b>	
Determinação do tamanho da amostra e percentagem de sementes manchadas em cultivares de arroz irrigado no Alto Vale do Itajaí/SC.....	111
3.1 Resumo.....	111
3.2 Abstract.....	111
3.3 Introdução.....	112
3.4 Material e métodos.....	114
3.5 Resultados e discussão.....	116
3.5.1 Determinação do tamanho da amostra.....	116
3.5.2 Avaliação da incidência de sementes manchadas.....	119
3.6 Conclusão.....	122
REFERÊNCIAS.....	123

## INTRODUÇÃO GERAL

O arroz é uma planta herbácea, anual, pertencente ao gênero *Oryza*. O gênero *Oryza* pertence à família *Poaceae* (sin. *gramineae*), subfamília *Oryzoideae*, tribo *Oryzeae*. Duas formas silvestres, *Oryza rufipogon*, procedente da Ásia e *Oryza barthii*, da África ocidental, tem sido consideradas como precursora respectivamente das duas espécies cultivadas, o *O. sativa* L. e *O. glaberrima* Steud. (LU, 1999). Das 22 espécies desse gênero, apenas estas duas são cultivadas. A *O. sativa* tem uma distribuição mundial, sendo que todas as variedades cultivadas no Brasil, pertencem a essa espécie. Entretanto, a espécie *O. glaberrima* possui uma distribuição mais restrita, e é cultivada somente na África.

*Oryza sativa* é uma espécie autógama diplóide, com flores hermafroditas, possuindo um número de cromossomos de  $x=12$  e  $2n=24$ . Seu ancestral selvagem *O. rufipogon*, está amplamente distribuído na área compreendida entre a Ásia subtropical e tropical, e possui formas anuais, perenes e intermediárias. Não há um consenso sobre qual destas formas é o ancestral do arroz cultivado, mas, seguramente, ele evoluiu de alguma destas por domesticação do homem (MATSUO, 1997).

A hipótese do local único de origem, denominada monofilética propõe que a domesticação teria ocorrido em lugares como a Índia (províncias de Bengala e Assam), Mianmar, China, e a região das montanhas do sudoeste da Ásia. Ao contrário, a hipótese da origem polifilética propõe que a domesticação ocorreu de forma independente em vários locais, como as planícies do rio Ganges na Índia, a parte superior da Burma, o norte da Tailândia, Laos, o norte de Vietnam, e o sul e sudeste da China (MATSUO, 1997).

Com o passar dos milênios, *O. sativa* se diferenciou em três subespécies (*Indica*, *Japonica temperada* e *Japonica tropical ou Javanica*) de acordo com a adaptação climática e geográfica. A *Indica* estava originalmente confinada às regiões úmidas dos trópicos e subtropicais da Ásia, a *Japonica temperada* em regiões da zona subtropical temperada, e a *Javanica* na região equatorial da Indonésia (VAUGHAN; MORISHIMA, 2003; FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006).

Estas subespécies são diferenciadas conforme o tipo e cor das folhas, estatura da planta, perfilhamento, tipo de grãos, degrane e sensibilidade ao fotoperíodo. Os cultivares pertencentes ao grupo *Indica* apresentam folhas largas de cor verde-claro, estatura alta, perfilhamento profuso, tecidos com consistência macia, grãos finos com pêlos curtos

na lema e pálea. Na maioria das vezes não apresentam arista e degranam facilmente, apresentando sensibilidade ao fotoperíodo (PINHEIRO, 2006). As do grupo *Japonica* tem as folhas estreitas com cor verde-escuro, baixa estatura, médio perfilhamento, tecidos com consistência dura, grãos curtos e redondos com pêlos densos e longos no lema e pálea, arista ausente ou longa, baixo degrane, apresentando sensibilidade variável ao fotoperíodo. E as pertencentes ao grupo *Javanica* têm as folhas largas, rígidas, de cor verde-claro, alta estatura, baixo perfilhamento, tecidos de consistência dura, grãos largos e espessos com pêlos longos no lema e pálea, arista ausente ou longa, baixo degrane, apresentando baixa sensibilidade ao fotoperíodo (PINHEIRO, 2006).

No Brasil, as subespécies *Indica* e *Japonica tropical* foram introduzidas pelos portugueses durante o período colonial. O grupo *Indico* é representado pela maioria dos cultivares brasileiros de arroz irrigado e o grupo *Japônico* pela maioria dos cultivares de arroz de sequeiro (PEDROSO, 1989; FONSECA et al., 2006).

Desde os últimos milênios, o arroz vem exercendo papel fundamental na alimentação humana, fornecendo energia, proteínas, lipídios, vitaminas e minerais. É caracterizado como principal alimento para mais da metade da população mundial, destacando-se, principalmente, em países em desenvolvimento, nos quais, desempenha função estratégica nos níveis econômico e social (WALTER et al., 2008). Segundo Cantrell (2002), nenhuma outra atividade econômica alimenta tantas pessoas, sustenta tantas famílias, é tão crucial para o desenvolvimento de tantas nações e fornece a maior parte da renda principal para milhões de habitações rurais pobres.

Quanto ao consumo *per capita* mundial de arroz, segundo a Food and Agriculture Organization (FAO, 2011), é de 60 kg hab<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, sendo que a demanda do cereal é crescente nos últimos seis decênios. Os maiores consumidores estão localizados nos países asiáticos, com médias situadas entre 100 e 150 kg hab<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>. Na América Latina são consumidos em média 30 kg hab<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, destacando-se o Brasil como maior consumidor, 45 kg hab<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>. Os Estados Unidos, a Espanha e a França se enquadram como de baixo consumo *per capita*, com menos de 10 kg hab<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> (CEPA/EPAGRI, 2011a). O aumento crescente do seu consumo impõe aos setores produtivos a busca de novas técnicas que possam aumentar a produção.

Depois do milho, o arroz é o cereal mais cultivado no mundo, ocupando área aproximada de 158 milhões de hectares. A produção de cerca de 662 milhões de toneladas de grãos em casca correspondente a

29% do total de grãos usados na alimentação humana. É cultivado em todos os continentes, sendo que o asiático tem a maior concentração, com destaque para China, Índia, Indonésia, Vietnã e Tailândia, responsáveis por 30,2%, 21,3%, 8,2%, 5,6% e 4,5% da produção mundial, respectivamente. No Brasil é a terceira cultura mais expressiva, depois do milho e a soja, e se destaca como sendo o maior produtor na América Latina e o nono no mundo, com 1,7% da produção (CEPA/EPAGRI, 2011b; SOSBAI, 2012).

A área cultivada no Brasil na safra 2012/13 foi de aproximadamente, 2,4 milhões de hectares, com produtividade de 4.977 kg ha<sup>-1</sup> e produção de 11,9 milhões de toneladas. O estado do Rio Grande do Sul (RS) se destaca como maior produtor nacional, sendo responsável por cerca de 68,4% do total produzido no Brasil. Obteve uma produção de 7,933 milhões de toneladas de arroz em casca, em uma área de 1,067 milhões de hectares, com produtividade média de 7.438 mil kg ha<sup>-1</sup> (149 sacos ha<sup>-1</sup>). O estado de Santa Catarina (SC) é o segundo maior produtor, com uma área de 150,1 mil hectares, produção de 1,025 milhões de toneladas e produtividade de 6.828 kg ha<sup>-1</sup> (136,5 sacos ha<sup>-1</sup>), correspondendo a 8,8% da produção nacional (CONAB 2013a).

No estado de Santa Catarina, a produção de arroz concentra-se no litoral (incluindo litoral Sul, Centro e Norte) ou próximo (Região do Baixo e Médio Vale do Itajaí), com 92% da área e mais de 90% da produção. O Alto Vale do Itajaí contribui com 8% da área e 9,4% da produção (SOSBAI, 2012).

Apesar do volume produzido nos dois estados da Região Sul ser considerado estabilizador para o mercado nacional e garantir o suprimento à população brasileira, a produção mundial de arroz não vem acompanhando o crescimento do consumo. No período de 2000 a 2005, a produção mundial aumentou cerca de 1,09% ao ano, enquanto a população cresceu 1,32% e o consumo 1,27%, havendo grande preocupação em relação à estabilização da produção mundial (EMBRAPA, 2006). Segundo estimativas, até 2050, haverá uma demanda para atender o dobro desta população (LOBO, 2004).

A produtividade média de arroz ainda está abaixo da alcançada em lavouras que adotam alto nível tecnológico e do potencial produtivo de áreas experimentais que é de 10 a 12 ton ha<sup>-1</sup> (MARIOT et al., 2003; LOPES et al., 2005; BORDIN et al., 2011).

A produção pode ser comprometida por diversos fatores e dentre eles encontram-se as condições meteorológicas adversas, quando

da ocorrência de baixas temperaturas e de baixa disponibilidade de radiação solar. A ocorrência de baixas temperaturas provoca a redução da fotossíntese, menor crescimento e, portanto, menor consumo e translocação de carboidratos. Já a baixa disponibilidade de radiação solar interfere na quantidade de radiação fotossinteticamente ativa interceptada ou absorvida pelo dossel, que é considerada proporcional à matéria seca estimada da parte aérea da planta desde que supridas de água e nutrientes (MONTEITH, 1977).

A adubação constitui-se em um dos fatores mais importantes de produção. A análise de um grande número de experimentos realizados por todas as Instituições de Pesquisa que se dedicam a essa cultura no Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC) e estas adequações no manejo da cultura, tornaram-se as respostas à adubação significativas e com retorno econômico (SOSBAI, 2012).

A adubação equilibrada evita especialmente o crescimento vegetativo exagerado das plantas, principalmente pelo uso excessivo de nitrogênio. Segundo Marschner (1986), a alta concentração de nitrogênio reduz a produção de compostos fenólicos (fungistáticos) e de lignina nas folhas, reduzindo a espessura de cutícula e da parede celular, diminuindo a resistência aos patógenos. O nitrogênio também aumenta a concentração de aminoácidos e de amidas no apoplasto e na superfície foliar que aparentemente têm maior influência que os açúcares na germinação dos conídios, favorecendo o desenvolvimento das doenças fúngicas.

O controle de plantas daninhas, especialmente o arroz vermelho, além de competir por água e nutrientes são considerados hospedeiras de diversos fitopatógenos.

Algumas espécies de insetos que ocorrem na cultura do arroz irrigado possuem potencial para atingir níveis populacionais de dano econômico e causar perdas de produtividade da ordem 15 % a 30 % (SOSBAI, 2012).

Fator limitante da expressão do potencial produtivo que também pode afetar a qualidade dos grãos colhidos são as doenças causadas por diversos fitopatógenos. A incidência e a severidade das doenças dependem da ocorrência de patógeno virulento, de ambiente favorável e da suscetibilidade dos cultivares (SOSBAI, 2012).

As plantas de arroz irrigado estão sujeitas a doenças em todos os seus estádios de desenvolvimento, sendo mais vulneráveis em períodos específicos de seu ciclo de desenvolvimento. Nos estados do RS e de SC, os estádios R2 a R4 (emborrachamento e floração,

respectivamente) são os mais críticos a brusone da panícula e a maioria das doenças de importância econômica (SOSBAI, 2012).

As doenças foliares diminuem a área foliar útil das plantas de arroz e, conseqüentemente, a capacidade da planta de realizar fotossíntese e produzir fotoassimilados, influenciando no enchimento de grãos em plantas infectadas (BEDENDO, 1997). A fisiologia ensina que a produção depende da área sadia, verde, fotossintetizante das folhas e não da área doente, necrosada, ocupada pelo patógeno (SQUIRE, 1990).

As doenças também influenciam a qualidade do arroz causando manchas-nos-grãos. Esta doença afeta diretamente a tipificação comercial do produto ou indiretamente pela alta freqüência de grãos gessados, e por comprometer o enchimento e maturação das espiguetas acelerando a secagem dos grãos de plantas infectadas, predispondo-os à maior incidência de rachaduras quando ainda no campo, pela sua reidratação com teor de umidade abaixo de 15%, e conseqüentemente, à maior quebra de grãos no beneficiamento que comprometem a renda do benefício e o rendimento do grão (CASTRO et al., 1999).

Dentre as principais doenças foliares causadas por fungos, a mais importante é a brusone (*Pyricularia grisea*). Outras doenças foliares com baixo potencial de danos econômicos, porém, com ocorrências frequentes nos últimos anos são, a mancha parda (*Bipolaris oryzae*), a mancha estreita (*Cercospora janseana*) e a escaldadura ou queima da folha (*Gerlachia oryzae*) (SOSBAI, 2012).

A brusone é a doença de maior importância na cultura do arroz, considerada uma das mais destrutivas. Esse patógeno se caracteriza por possuir uma ampla gama de hospedeiros englobando grande número de gramíneas ao redor do mundo. Dentre os hospedeiros desse fungo, o arroz é o mais importante, sendo de ocorrência generalizada em praticamente todas as regiões produtoras do mundo (OU, 1985). Causa danos significativos que podem comprometer a produção em anos em que as condições ambientais se mostram favoráveis ao patógeno (BALARDIN; BORIN, 2001; SOSBAI, 2012).

Estima-se que a produção de arroz perdida anualmente por danos causados pela brusone seria suficiente para alimentar 60 milhões de pessoas (ZEIGLER et al., 1994) e segundo Dean et al. (2005) é a maior ameaça à produção estável da espécie agrícola diretamente mais consumida pela humanidade.

O fungo causador da brusone é descrito na literatura com diversos nomes. *Pyricularia oryzae* Cavara [syn. *P. grisea* (Cooke) Sacc] é usado para a fase assexual do fungo. O patógeno do arroz e de

outros hospedeiros ainda são indistinguíveis morfológicamente, portanto, o nome usado para o grupo inteiro é *P. oryzae* ou *P. grisea* (ASUYAMA, 1965; YAEGASHI; HEBERT, 1976; PRABHU; FILIPPI, 2006). A fase perfeita do fungo (sexual) é chamada de *Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr (HEBERT, 1971; BARR, 1977), porém, não ocorre na natureza.

Segundo as regras da nomenclatura, *P. grisea* é o nome correto para o patógeno da brusone em arroz, pois ela foi primeiramente assim denominada e constitui a espécie-tipo do gênero (BEDENDO; PRABHU, 2005; PRABHU; FILIPPI, 2006).

O patógeno pode sobreviver, na forma de micélio ou conídio (Figura 1), em restos de cultura, sementes, hospedeiros secundários e plantas de arroz que permanecem no campo. A disseminação dos conídios ocorre principalmente através do vento. Uma vez depositado na superfície da planta (Figura 2A) e na presença de água livre, o conídio germina, produzindo tubo germinativo e apressório (Figura 2B). A penetração é feita diretamente através da cutícula, raramente pelos estômatos. A colonização dos tecidos é facilitada por toxinas, que provocam a morte de células, e por hifas, que se desenvolvem no tecido morto (SILVA; PRABHU, 2005).

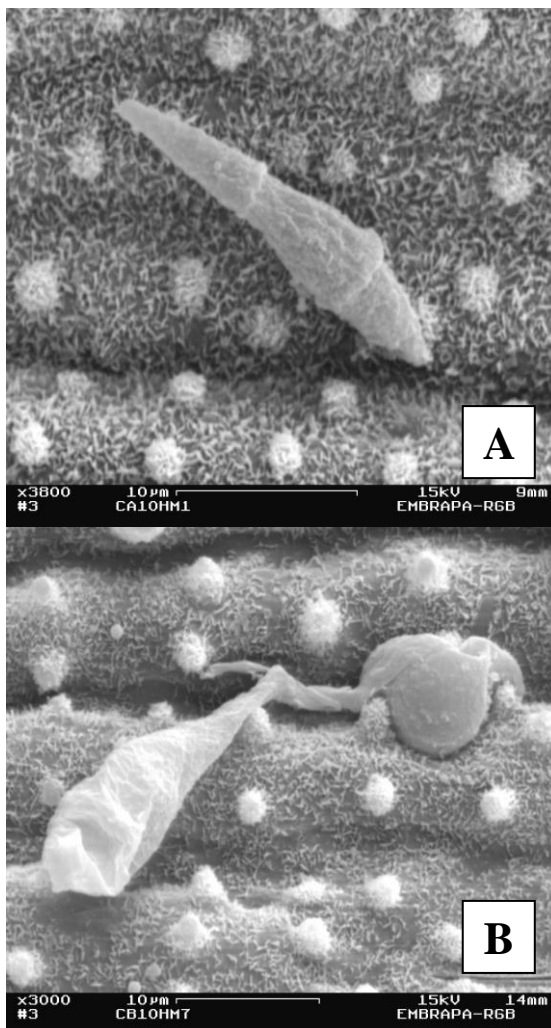
Figura 1 - Conídios de *Pyricularia grisea* em lâmina microscópica com aumento de 40 vezes



Foto: Anjos, 2008.



Figura 2 - Conídio de *Pyricularia grisea* (A) e germinação de conídio e formação de apressório durante o processo de penetração do fungo na superfície abaxial da folha do cultivar de arroz Chorinho (B)



Fotos: Bruna Ohse.

O desenvolvimento da brusone se dá em uma ampla faixa de temperatura, que varia de 8 a 37°C, estando entre 25 e 28°C a temperatura ótima para o seu desenvolvimento, quando acompanhada de alta umidade relativa do ar, ou seja, superior a 90% (GOMES et al., 2004; EPAGRI, 2005).

O fungo pode infectar toda parte aérea da planta, produzindo manchas ou lesões sobre as folhas, nós e diferentes partes das panículas e grãos, porém, raramente sobre a bainha. As fases mais críticas da doença ocorrem nas folhas entre 20 e 40 dias de idade, bem como, nas panículas e nas fases leitosa e pastosa dos grãos. As manchas nas folhas são tipicamente elípticas, sendo possível ocorrer variação no formato e na cor em função das condições do ambiente, da idade das manchas e do grau de resistência do cultivar. Nos cultivares suscetíveis, a margem marrom, muitas vezes, é substituída por halo amarelado, enquanto que nos cultivares resistentes, observam-se somente pequeníssimas manchas marrons do tamanho da cabeça de um alfinete. As lesões com centro acinzentado e as de grande crescimento são ditas lesões agudas (Figura 3) (SILVA, 1993; GOMES et al., 2004; EPAGRI, 2005; PRABHU; FILIPPI, 2006).

Nas panículas, o patógeno pode atingir o ráquis, as ramificações e o nó basal. As manchas encontradas no ráquis e nas ramificações são marrons e normalmente não apresentam forma definida e os grãos originados destas ramificações são chochos. A infecção do nó da base da panícula é conhecida como “brusone do pescoço” e tem um papel relevante na produção. O sintoma se expressa na forma de uma lesão marrom que circunda a região nodal, provocando estrangulamento e interrompendo a passagem da seiva, impedindo o processo normal de enchimento de grãos e de maturação. Quando as panículas são atacadas imediatamente após a emissão até a fase de aparecimento de grãos leitosos, a doença pode provocar o chochamento total dos grãos; as panículas se apresentam esbranquiçadas e eriçadas, sendo facilmente identificadas no campo. Quando infectadas mais tardiamente, ocorre redução no peso dos grãos ou a quebra da panícula na região afetada, caracterizando o sintoma conhecido por “pescoço quebrado” (EMBRAPA, 2006).

Os grãos, quando infectados, apresentam manchas marrons localizadas nas glumas e glumelas, as quais são facilmente confundidas com manchas causadas por outros fungos. Além da infestação externa, o patógeno pode atingir o embrião, sendo veiculado também internamente

à semente (SUN et al., 1986; BASTIAANS et al., 1994; DARIO et al., 2005).

A alta variabilidade do patógeno pela existência de cerca de 256 raças fisiológicas do fungo dificulta a obtenção de cultivares resistente. No Sul do Brasil, foram identificadas mais de 50 raças fisiológicas do fungo e segundo a Epagri (2005) a utilização de cultivares resistentes seria o método mais eficiente, simples e econômico no controle da brusone.

Figura 3 - Detalhe de sintoma de brusone em folha (A) e lavoura de arroz (B).



Fotos: Casa (2010) e Sachs (2012).

A mancha parda, também citada na literatura como mancha marrom, causada pelo fungo *Bipolaris oryzae* (Breda de Hann) Shoemaker [(teleomorfo *Cochliobolus miyabeanus* (Ito & Kuribayasi) Drechsler ex Dastur)], é considerada a segunda doença de maior importância para cultura do arroz (PRABHU; FILIPPI, 1997) e sua ocorrência vem aumentando nos últimos anos nas regiões produtoras do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC), tendo assumido posição de doença economicamente importante devido à maior suscetibilidade dos cultivares (MALAVOLTA et al., 2002; SOSBAI, 2012).

Os danos atribuídos a essa doença não são tão drásticos, porém, são significativos em função da suscetibilidade dos cultivares e da ocorrência de condições ambientais favoráveis. Segundo Bedendo (1997) a importância da mancha parda tem sido subestimada pelo fato de ser frequentemente confundida com a brusone.

Esta doença é responsável por danos nas lavouras gaúchas, quando da germinação das sementes, causando a morte das plântulas (BEDENDO, 1997; RIBEIRO; SPERANDIO, 1998). Também causa o enfraquecimento de plantas adultas, podendo afetar a formação dos grãos (OU, 1985). Segundo Farias (2007), o estágio de emborrachamento da panícula é o que apresenta maior predisposição ao patógeno.

É considerada uma das principais doenças causadoras de manchas nos grãos, podendo causar danos de até 30% no peso de grãos cheios por panícula, além de causar chochamento e perda de qualidade, devido ao gessamento e coloração escura, gerando perdas durante o beneficiamento (PRABHU; FILIPPI, 1997; NUNES et al., 2004).

Quanto aos sintomas, são manchas típicas ovais, distribuídas com relativa uniformidade sobre a superfície foliar. Possui cor marrom, com centro branco ou cinza, quando completamente desenvolvidas. As manchas novas ou ainda não desenvolvidas são pequenas e circulares, com cor marrom-escura (Figura 4) (EPAGRI, 2005).

Figura 4 - Sintomas da mancha parda causada por *Bipolaris oryzae* em arroz.



Foto: Bordin (2013).

A escaldadura do arroz, causada pelo fungo *Gerlachia oryzae* (Hashioka & Yokogi) W. Gams [(teleomorfo *Monographella albescens* (Thumen) Parkinson, Sivanesan & C. Booth) (syn. *Rhynchosporium oryzae*, *Microdochium oryzae*)], reduz significativamente a produção do arroz irrigado. Os principais danos referem-se a desuniformidade no estande, através da podridão das raízes e do coleóptilo, da redução da área fotossintetizante e da esterilidade de flores (WEBSTER; GRUNNEL, 1992). O patógeno além de afetar folhas, ataca colmo e panículas, manifestando-se também nas fases de perfilhamento e emborrachamento (PRABHU; FILIPPI, 1997).

Segundo Nunes et al. (2004) a escaldadura ocorre em níveis considerados altos em todas as regiões produtoras de arroz no Brasil, embora ainda não existam estimativas referentes aos seus prejuízos. Os prejuízos causados por esta doença ocorrem tanto em zonas temperadas quanto em tropicais, principalmente onde o cultivo do arroz utiliza

grande quantidade de fertilizantes e cultivares com alto índice de perfilhamento.

No estado do Rio Grande do Sul, a doença surgiu nas últimas décadas, com ataques leves, que têm se intensificado, comportamento que, segundo Marzari et al. (2007), pode ocorrer em razão da troca dos cultivares tradicionais pelas modernas e do lançamento de cultivares especialmente tolerante a brusone, o que condicionou o surgimento das demais doenças foliares, como escaldadura, mancha parda e mancha das glumas, que, até então, eram consideradas doenças secundárias na cultura do arroz.

O sintoma mais característico manifesta-se quando as condições climáticas são favoráveis, podendo ser inicialmente identificado nas extremidades apicais das folhas mais velhas ou nas bordas das lâminas foliares (figura 5). A princípio ocorre o aparecimento de manchas de coloração verde-oliva, sem margens bem definidas. As lesões na região afetada evoluem formando sucessões de faixas concêntricas, com alternância das cores marrom-clara e escura. As lesões coalescem, causando necrose e morte da área foliar afetada. Uma incidência severa de escaldadura, ao causar perdas de área foliar, paralisa o crescimento das plantas em pleno estágio de emborrachamento, afetando a quantidade e a qualidade dos grãos que se encontram em formação nesta fase (FILIPPI et al., 2005). As lavouras afetadas apresentam um amarelecimento generalizado, com as pontas das folhas secas e altura irregular das plantas.

As fontes de inóculo primário são sementes infectadas e restos culturais. A transmissão do fungo pelas sementes infectadas provoca uma descoloração nas plântulas, tornando-as marrons escuras (FILIPPI et al., 2005).

Figura 5 - Sintomas da escaldadura causados por *Gerlachia oryzae* em lavoura de arroz.



Foto: Bordin (2013).

O método mais prático, eficiente, econômico e ambientalmente sustentável para o controle das doenças das plantas, consiste na semeadura de cultivares resistentes ou tolerantes. Porém, na prática, a resistência em níveis elevados geralmente não ocorre numa única cultivar para todas as doenças ou não é durável por vários anos. Por esse motivo, o controle químico tem sido uma das formas mais viáveis para garantir grandes produtividades e atender a demanda da agricultura moderna (CHAUBE; SINGH, 1991; KIMATI, 1995; SOSBAI, 2012).

Entretanto, a aplicação de defensivos agrícolas sem nenhum critério técnico proporcionado pelo modelo convencional de agricultura, provoca aumento no custo de produção e a contaminação do meio ambiente. Isto ocorre pelo uso inadequado de aplicações de fungicidas realizadas tardiamente e/ou sem base em critérios técnicos e econômicos, que podem levar a ineficácia de controle e conseqüentemente ao aumento do custo de produção (REIS et al., 2010).

Nos cultivares suscetíveis os critérios para aplicação de fungicidas não estão bem definidos pela pesquisa. Normalmente, a tomada de decisão para pulverizações segue critérios subjetivos, com

aplicações preventivas ou definidas pelo estágio de desenvolvimento da cultura, sem considerar a intensidade da doença e os custos de controle (REIS et al., 2010). Segundo indicações técnicas da cultura do arroz (SOSBAI, 2012) as estimativas da necessidade de uso de fungicida, deve-se considerar a resposta economicamente viável através do monitoramento e verificação do “grau de incidência” da doença e o estágio de desenvolvimento das plantas, porém, não existem trabalhos que correlacionam tal intensidade com dano ou perda.

A aplicação eficiente de qualquer programa de manejo integrado de doenças requer informação precisa e acurada da relação entre intensidade da doença e os danos. Em geral, as aplicações de fungicidas devem ser realizadas levando-se em consideração a ocorrência da doença, a incidência da doença, o dano que ela causa, o custo de controle, o valor de venda do produto (grão ou semente) e a eficácia do fungicida utilizado (REIS et al., 2010).

Essas variáveis são utilizadas na definição do critério para aplicação de fungicida com base em um Limiar de Dano Econômico (LDE), como já utilizado na cultura do trigo (REIS; CASA 2007, Indicações, 2009), permitindo assim aplicar um fungicida somente quando a doença cause uma perda igual ao custo de controle.

De acordo com os conceitos de manejo integrado de doenças, propostos por Nas (1969), é possível obter uma produção agrícola baseada no retorno econômico (custo/benefício) e ao mesmo tempo não agredir o meio ambiente. Para Bergamin Filho e Amorim (1996), conhecer apenas o impacto do valor do dano não é suficiente para o desenvolvimento de um programa de controle de doenças, é necessário ter o conhecimento do valor do prejuízo.

A quantificação de doenças de plantas, também denominada fitopatometria, visa avaliar os sintomas causados pelos agentes patogênicos nas plantas e seus sinais (estruturas do patógeno associadas aos tecidos doentes). Segue o princípio de que quanto mais afetada for à área fotossintética, maior será o dano no rendimento de grãos. O principal objetivo da fitopatometria é obter dados quantitativos sobre a ocorrência e o desenvolvimento de doenças, possibilitando quantificar os danos e perdas em função da intensidade da doença, avaliar medidas de controle, determinar o momento para aplicação de fungicida com base em um nível de dano econômico, diferenciar resistência genética, determinar a eficácia de fungicidas no controle da doença e quantificar a persistência de fungicidas após a aplicação (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 1996; VALE et al., 2004; REIS; CASA, 2007).



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 um determinado patógeno. 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 (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 1996; VALE et al. 2004; REIS; CASA, 2007).

A quantificação de danos causados por uma ou mais doenças, é sintetizada com base em modelos matemáticos como, ponto crítico (PC), múltiplos pontos, integrais, de superfície de resposta e modelos sincológicos que relacionam a intensidade da doença e as correspondentes reduções na produção, visando reduzir as perdas. Basicamente, quantificar dano é construir uma função de dano, relacionando a diminuição da produção com a quantidade de sintoma presente na planta. A quantificação de danos é fator essencial e pré-requisito fundamental para o desenvolvimento de qualquer programa bem sucedido de controle de doenças (ZADOKS; SCHEIN, 1979). Ainda, segundo Zadoks, (1985) dano é empregado como sendo “qualquer redução na qualidade e na quantidade da produção”, enquanto que perda é atribuída a “toda redução financeira por unidade de área devido à ação de agentes nocivos”. Entretanto, muitas vezes, se há diminuição na produção em uma área muito grande, o preço do produto pode se elevar e o produtor, assim, se beneficiar, portanto, as perdas são muito mais difíceis de se quantificar do que os danos (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 1996).

A obtenção de funções de dano que forneçam o coeficiente de dano é fundamental para a pesquisa e assistência técnica que visa manejar doenças pelo controle químico. Esta equação permite em programas de manejo de doenças de plantas, o cálculo do LDE. O LDE tem como base um critério técnico e econômico, porque estima a redução na produção para cada valor de incidência ou severidade. Assim, pode-se determinar com segurança o momento para o controle químico econômico de uma doença.

Conforme os fundamentos apresentados por Zadoks (1979), o melhor critério indicador do momento para o controle econômico de

uma doença pelo emprego de fungicidas é o LDE, que segundo Bergamin Filho & Amorim (1996), o LDE é “pedra fundamental em um programa de manejo integrado de doenças”.

O LDE é conceituado como sendo a intensidade da doença (ID) que causa uma perda igual ao custo do seu controle (Cc), ou seja, o LDE corresponde à intensidade da doença na qual o benefício do controle iguala ao seu custo (REIS et al., 2001).

O cálculo do LDE pode ser feito para cada doença ou para patossistema múltiplo. Como o valor do LDE não é fixo, deve ser calculado anualmente, em função da variação do preço do produto (Pp) e do custo de controle (Cc). O LDE é determinado utilizando-se como base de cálculo a fórmula de Munford & Norton (1984), modificada e aplicada para doenças foliares do trigo (REIS et al., 2000):  $ID = [(Cc/Pp * Cd)] * Ec$ ; onde, ID = intensidade da doença; Cc = Custo de controle; Pp = preço da tonelada do produto; Cd = coeficiente de dano (obtido nas equações de função de dano) e Ec = eficácia de controle do fungicida a ser aplicado. A pesquisa deve fornecer aos usuários os dados da Ec dos fungicidas recomendados para uso em arroz.

O coeficiente de dano (Cd) para doenças foliares em arroz pode ser obtido pelo modelo de ponto crítico, cujo método é possível identificar um determinado estágio de desenvolvimento da planta no qual a intensidade da doença presente está altamente correlacionada com o dano futuro (BERGAMIN; AMORIM, 1996; VALE et al., 2004). Assim, para obter o Cd pelo modelo do ponto crítico é necessário gerar o gradiente das doenças e avaliar sua intensidade em diferentes estádios fenológicos, determinar o rendimento de grãos e estabelecer por análise de regressão a relação entre o rendimento e a intensidade da doença nos diferentes estádios fenológicos (SAH; MACKENZIE, 1987; REIS et al., 2000, 2002, 2007, 2008; BOHATCHUCK et al., 2008; NERBASS JUNIOR et al., 2010; AGOSTINETO et al., 2012).

Para a cultura do arroz irrigado não existem equações da função de dano de doenças que possam ser utilizadas num cálculo de LDE. Portanto, as pessoas envolvidas com assistência técnica ainda têm dificuldade em obter e definir o LDE (tanto para o patossistema simples ou múltiplo) em virtude da ocorrência conjunta de mais de uma doença foliar na mesma planta, cultivar e área de cultivo. Há a necessidade de gerar equações de funções de dano para patossistema múltiplo em cultivares com diferentes reações a tais doenças. O patossistema múltiplo contempla a realidade ao avaliar conjuntamente todas as doenças ocorrentes naquele momento na cultura o que reflete melhor a

estimativa dos danos, proporcionando maior eficácia no controle das doenças, uso racional de fungicidas, menor contaminação ambiental e redução dos custos de produção na cultura do arroz.

Segundo as recomendações técnicas da pesquisa de arroz para o Sul do Brasil (SOSBAI, 2012), os fungicidas devem ser aplicados preventivamente de uma a duas vezes, dependendo da observação de sintoma e do histórico de “brusone” na área, sendo a primeira, no emborrachamento tardio (até 5% de emissão de panículas) e, a segunda, 10-15 dias após, de acordo com o poder residual de cada fungicida. Ainda, mediante o uso de um sistema de previsão “empírico”, baseado na existência de sintomas da brusone no limbo e na lígula das folhas, antes do emborrachamento tardio e na ocorrência de condições climáticas favoráveis à doença (temperatura e umidade elevadas, baixa nebulosidade e ocorrência de chuvas ou orvalho frequentes), poderá ser feita apenas uma pulverização ou nenhuma, com eficiência de controle semelhante à obtida por aplicações por calendário fixo, pré-estabelecido (Tabela 1).

Entretanto, os rizicultores do Alto Vale do Itajaí têm como critério, realizar sempre aplicações preventivas no estágio de emborrachamento (R2) e floração (R4), e na fase vegetativa, quando surge “muito” sintoma da doença, não levando em consideração a relação custo x benefício.

Portanto, estas indicações são contraditórias, porque o termo preventivo foi proposto por Hewitt (1998) referindo-se a ação do fungicida nas fases do processo infeccioso no qual age: preventivo quando aplicado “na ausência de sintomas”, ou em pré-penetração do fungo nos tecidos suscetíveis do hospedeiro. Segundo Reis & Casa (2009) apesar de ser este o conceito registrado na literatura, este termo tem sido usado como um critério indicador da primeira aplicação subentendendo-se que nesse momento não deve ocorrer doença na lavoura a ser tratada. Quanto à aplicação por estágio fenológico, a ocorrência das doenças, como regra geral, não depende do estágio fenológico, mas sim dos fatores determinantes de doenças, como o hospedeiro, o patógeno e as condições ambientais.

O uso de fungicida só é viável quando sua aplicação proporciona retorno econômico. No cálculo do custo de uma aplicação de fungicida, deve-se considerar o custo do produto aplicado, o custo da operação de aplicação e por fim o custo do amassamento causado pelo tráfego das máquinas aplicadoras na lavoura. Estes valores podem sofrer alterações a cada safra, em função das variações dos preços dos

fungicidas e indicadores econômicos que interferem neste cálculo (BOLLER, 2009).

O custo de uma aplicação de fungicida na lavoura de arroz irrigado é estimado em R\$ 100,00 ha<sup>-1</sup>. Considerando-se os preços (setembro de 2013) do arroz praticados na CRAVIL (Cooperativa Regional Agropecuária Vale do Itajaí) (R\$ 33,00 pela saca de 50 kg), o custo de uma aplicação, corresponderia a aproximadamente 3 sacas de arroz (CRAVIL, 2013).

De modo geral, as aplicações de fungicidas têm sido feitas de forma subjetiva pela assistência técnica (TABELA 1), sem critério técnico, sem levar em consideração a intensidade da doença, o potencial de dano no rendimento de grãos e o custo do controle. Sendo assim, o objetivo do trabalho no seu primeiro capítulo, foi gerar equações de funções de dano, com base do modelo do ponto crítico descrito por Bergamin Filho & Amorim (1996) e Vale et al. (2004), a fim de obter o coeficiente de dano do patossistema múltiplo brusone, mancha parda e escaudadura, para ser usado no cálculo do LDE, o qual se constitui em um critério indicador para aplicação de fungicidas na cultura do arroz irrigado. No segundo capítulo objetivou-se determinar o dano no rendimento de grãos, na massa de mil grãos, grãos manchados e na qualidade industrial em resposta ao número de aplicação de fungicidas. E no terceiro capítulo foi determinar o tamanho de uma amostra de trabalho representativa para avaliação de sementes manchadas.

Tabela 1 - Histórico da evolução dos critérios para aplicação de fungicidas segundo Recomendações da Pesquisa para o Sul do Brasil (Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado)

Reunião	Safr	Doenças	
		Brusone	Outras
XXII	1997	- Aplicação de fungicidas durante os estádios de emborrachamento (R2) e floração (R4), possibilita a manutenção dos níveis de produtividade e melhora o rendimento de grãos inteiros. - É recomendável somente para lavouras com melhor “nível de tecnologia” e que possam usar aplicação aérea. Em lavouras pequenas, com pouca tecnologia, poderá se feito apenas um controle “preventivo” nos focos com ataque mais severo.	- Usar produto protetor, de ação ampla e de contato, ou associação com produto sistêmico de maior especificidade. - Aplicar nos casos de ataque muitos intensos. - Não existe nível de dano que justifique o uso de fungicidas.
XXIII	1999	Idem 1997	
XXIV	2001	Idem 1997	
XXV	2003	Idem 1997	
XXVI	2005	Idem 1997	
XXVII	2007	Idem 1997	
XXVIII	2010	- Monitorar a lavoura para verificar o “grau de incidência” e o estágio de desenvolvimento das plantas para tomada de decisão. - Aplicação de fungicidas dependendo da observação de sintomas: a primeira no emborrachamento tardio (até 5 % de emissão de panículas) e, a segunda, 10-15 dias após (floração). - Mediante o uso de um sistema de previsão “empírica”, baseado na existência de sintomas nas folhas, antes do emborrachamento tardio, poderá ser feita apenas uma pulverização ou até mesmo nenhuma, com eficiência de controle semelhante a obtido por “calendário fixo, pré-estabelecido”. - Também poderá ser usado o “esquema misto”, realizando-se a primeira pelo calendário fixo (final do emborrachamento) e a segunda, por previsão empírica.	Idem 1997.
XXIX	2012	Idem 2010	Idem 1997.

Outras doenças: mancha parda, manha estreita, escaldadura, rizoctoniose e manchas das glumas.

Fonte: Indicações Técnicas do Arroz (SOSBAI)

## CAPÍTULO I

### **1 MODELO DE PONTO CRÍTICO PARA RELACIONAR O RENDIMENTO DE GRÃOS COM A INTENSIDADE DE DOENÇA DO PATOSSISTEMA MÚLTIPLO BRUSONE, MANCHA PARDA E ESCALDADURA EM ARROZ IRRIGADO**

#### 1.1 RESUMO

O conhecimento sobre o potencial de patógenos em causar danos na produtividade dos cultivares de arroz irrigado é importante para racionalizar o uso de fungicidas no manejo integrado de doenças. O objetivo do trabalho foi obter equações de função de dano para patossistema múltiplo (brusone, mancha parda e escaaldadura), 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 2010/11 nos municípios de Pouso Redondo e Rio do Sul, 2011/12 e 2012/13 no município de Rio do Oeste, localizados no Alto Vale do Itajaí, estado de Santa Catarina. Nos experimentos foram utilizados os cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru, exceto na safra 2012/13, onde somente o SCS 116 Satoru foi avaliado. O delineamento foi em blocos casualizados, com quatro repetições e para gerar os gradientes de intensidade das doenças, foram realizados na safra 2010/11 cinco tratamentos e nas safras 2011/12 e 2012/13, sete tratamentos de aplicações de mistura de fungicidas triazol (defenoconazole) e estrobilurina (azoxistrobina), sendo um dos tratamentos (testemunha) sem aplicação. As aplicações e as avaliações da incidência e severidade foliar ocorreram nos estádios vegetativos V6 e V8 e nos estádios reprodutivos R0, R2, R4 e R6. A colheita foi feita de forma manual, colhendo-se 2m<sup>2</sup> da área central 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 todas as safras agrícolas e locais houve ocorrência da brusone, mancha parda e escaaldadura, com predominância da brusone. Foram geradas 92 equações lineares de função de dano sendo 26 para o cultivar Epagri 109 e 66 para o SCS 116 Satoru. As equações de função de dano entre intensidade de doença e rendimento de grão para cada estágio fenológico, nas safras agrícolas, foram significativas e negativas,

indicando que à medida que aumentou a intensidade das doenças, diminuiu o rendimento de grãos. Os coeficientes de dano calculados no trabalho variaram de  $R = 1.000 - 3,08$  a  $R = 1.000 - 28,35$  para incidência e,  $R = 1.000 - 20,25$  a  $R = 1.000 - 356,04$  para severidade e podem ser utilizados no cálculo do Limiar de Dano Econômico (LDE).

**Palavras-chave:** *Oryza sativa*. *Bipolaris oryzae*. *Gerlachia oryzae*. *Pyricularia grisea*. Dano. Limiar de dano econômico.

## 1.2 ABSTRACT

Knowledge about the pathogen potential to damage the rice cultivars yields is important to rationalize the use of fungicides in the integrated disease management. The objective of this work as to obtain equations of damage function for multiple pathosystem (blast, brown spot and scald), through the relationship between grain yield and the incidence and severity of foliar diseases at different growth stages. The experiments were conducted in 2010/11 in Pouso Redondo and Rio do Sul, 2011/12 and 2012/13 growing seasons in Rio do Oeste, located in Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina state. Rice cultivars Epagri 109 and SCS 116 Satoru except in 2012/13 only the SCS 116 Satoru were used in all experiments. The experimental design was a randomized block with four replications and, to generate disease gradients severity were tested in 2010/11 season five treatments, and in 2011/12 and 2012/13 seasons, seven treatments with the applications of triazole (defenoconazole) and strobilurin (azoxystrobin) fungicides. One treatment (control) was without chemical application. The fungicides applications and assessments of the leaf blights incidence and severity were performed at V6 and V8 vegetative stages and reproductive stages R0, R2, R4 and R6. Harvest was manually done in 2.0 m<sup>2</sup> in the central area of each plot. Grain yield per plot, with subsequent conversion to hectare was determined. The equations were obtained by linear regression between yield and disease intensity. In all seasons and locations there was occurrence of rice blast, brown spot and leaf scald, with blast predominance. Gradients were generated for disease and yield, obtaining significant 92 negative. The equations of the damage function between disease intensity and yield of grain for each phenological stage, the harvests were significant and negative, indicating that as disease severity increased, decreased grain yield. The

coefficient calculated work damage ranged from  $R = 1000 - 3.08$  at  $R = 1000 - 28.35$  for incidence and,  $R = 1000 - 20.25$  at  $R = 1000 - 356.04$  to severity and can be used in the economic damage threshold (LDE).

**Key-words:** *Oryza sativa*. *Bipolaris oryzae*. *Gerlachia oryzae*. *Pyricularia grisea*. Damage. Economic damage threshold.

### 1.3 INTRODUÇÃO

O arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) é a cultura mais extensamente cultivada no mundo constituindo-se a base da alimentação de vários povos, inclusive o brasileiro. No Brasil é a terceira cultura mais expressiva, depois do milho e da soja, e o estado de Santa Catarina é o segundo maior produtor contribuindo com 8,8% da produção desse cereal (CONAB, 2013a). No entanto, a necessidade de maior produção de alimento, em face da crescente demanda mundial, faz com que novas tecnologias de produção sejam desenvolvidas e incorporadas ao setor produtivo.

Em consequência do uso intensificado das áreas de cultivo, sérios problemas de natureza sanitária foram criados e a ocorrência de doenças é um dos maiores fatores de restrição à produção. A planta de arroz, em qualquer fase de desenvolvimento, está sujeita a doenças que reduzem tanto a qualidade quanto a quantidade final do produto. Entre os prejuízos causados pelas doenças em arroz, incluem-se a redução do estande, grãos manchados, menor número e/ou tamanho de grão e redução geral na produtividade dessas plantas (MIURA, 2002).

Dentre as principais doenças do arroz, encontram-se as foliares causadas por fungos, sendo a brusone considerada de maior importância. A brusone, cujo agente causal é o fungo *Pyricularia grisea* (Cooke) Saccardo, é considerada a doença do arroz mais expressiva, causando danos significativos no rendimento que podem comprometer até 100% da produção das lavouras, em anos em que as condições ambientais se mostram favoráveis ao patógeno (BALARDIN; BORIN, 2001; SOSBAI, 2012). Segundo Dean et al. (2005) é a maior ameaça a produção estável da espécie agrícola mais consumida pela humanidade.

Outras doenças foliares com menor potencial de danos econômicos, porém, com ocorrências frequentes nos últimos anos nas regiões produtoras de arroz irrigado nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina são, a mancha parda [*Bipolaris oryzae* (Breda de Hann)



Shoemaker], a mancha estreita [*Cercospora janseana* (Racib) O. Const.] e a escaldadura ou queima da folha [*Gerlachia oryzae* (Hashioka & Yokogi) W. Gams].

As doenças foliares diminuem a área foliar útil das plantas de arroz e, conseqüentemente, a capacidade da planta de realizar fotossíntese e produzir fotoassimilados, influenciando no enchimento de grãos em plantas infectadas (BEDENDO, 1997). A fisiologia nos ensina que a produção depende da área sadia, verde, fotossintetizante das folhas e não da área doente, necrosada, ocupada pelo patógeno (SQUIRE, 1990).

O método mais prático, eficiente, econômico e ambientalmente sustentável para o controle das doenças das plantas, consiste na semeadura de cultivares resistentes ou tolerantes. Porém, na prática, a resistência geralmente não ocorre numa única cultivar para todas as doenças ou não é durável por vários anos. Por esse motivo, o controle químico tem sido uma das formas mais viáveis para garantir produtividades e atender a demanda da agricultura moderna (CHAUBE; SINGH, 1991; KIMATI, 1995; POMMEL et al., 2006; SOSBAI, 2012).

Os critérios utilizados para o controle químico, segundo as recomendações técnicas da pesquisa de arroz para o Sul do Brasil (SOSBAI, 2012) são contraditórios porque indicam que os produtos devem ser aplicados de forma preventiva de uma a duas vezes, dependendo da observação de sintoma e do histórico de “brusone” na área, sendo a primeira, no emborrachamento tardio (até 5% de emissão de panículas) e, a segunda, 10-15 dias após, de acordo com o poder residual de cada fungicida. De acordo com o conceito, a aplicação é preventiva ou por estágio fenológico (REIS et al., 2013).

Ainda, segundo as recomendações técnicas (SOSBAI, 2012), mediante o uso de um sistema de previsão “empírico”, baseado na existência de sintomas no limbo e na lígula da folha, antes do emborrachamento tardio e na ocorrência de condições climáticas favoráveis à doença (temperatura e umidade elevadas, baixa nebulosidade e ocorrência de chuvas ou orvalho freqüentes), poderá ser feita apenas uma pulverização ou nenhuma, com eficiência de controle semelhante à obtida por aplicações por calendário fixo, pré-estabelecido.

Entretanto, os rizicultores do Alto Vale do Itajaí têm como critério, realizar sempre aplicações de acordo com as indicações da assistência técnica, no estágio de emborrachamento (R2) e floração (R4), e na fase vegetativa, quando surge “muito” sintoma no limbo foliar, não levando em consideração a relação custo x benefício.

A tomada de decisão é, hoje, um dos pilares da administração moderna, baseando-se na filosofia da qualidade total. Como em outras atividades de risco, a agricultura está totalmente dependente do sucesso, obrigando que produtores e técnicos sejam, em todos momentos, produtivos e acima de tudo competitivos. Quando realizada de forma correta, com critérios objetivos e com fundamentação científica, representa a eficiência e a competitividade no setor agrícola. A informação é a principal matéria prima para esta prática e é através dela que se obtêm subsídios para tomar as decisões de como tratar ou reagir aos riscos e as incertezas (USDA, 2005).

Atualmente, a tomada de decisão para pulverizações dos órgãos aéreos na cultura do arroz irrigado segue critérios subjetivos, como aplicações preventivas ou definidas pelo estágio de desenvolvimento da cultura (emborrachamento tardio e floração). Também sugere que a aplicação seja realizada com base no sistema de previsão “empírica”, não levando em consideração os danos, as perdas, os custos de controle e a eficiência dos fungicidas. 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. (2009), a complexidade que envolve a decisão de aplicar fungicidas e as dúvidas sobre o potencial de perdas de produção leva à tomada de decisões que pode ser precipitada, com gastos desnecessários ou atrasadas resultando em perdas irrecuperáveis.

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 (REIS & CASA, 2007; REIS et al., 2010). Desta forma, é necessário o desenvolvimento de critério técnico e científico para a aplicação de fungicidas (REIS et al., 2009). O LDE caracteriza-se como critério científico e racional para a utilização de fungicida nas culturas, como exemplo em alguns patossistemas do trigo (INDICAÇÕES, 2005; REIS et al., 2005; REIS; CASA, 2007; BOHATCHUCK et al., 2008), oídio e mancha marrom na cevada (REIS et al., 2002; AGOSTINETO et al., 2012) e ferrugem da folha na aveia branca (REIS et al., 1996; NERBASS JUNIOR et al., 2010).

O uso do Limiar de Dano Econômico (LDE) é desconhecido na literatura para a cultura do arroz irrigado. Este critério tem como vantagem a indicação racional do momento no qual o produtor deve utilizar o fungicida no controle da doença. Por conceito, LDE é aquela intensidade da doença que causa perdas (R\$), devido ao ataque das

doenças, iguais ao custo do controle químico e que segundo Reis et al. (2005) deve ser recomendado sempre que for alcançado.

As pessoas envolvidas com assistência técnica ainda têm dificuldade em obter e definir o LDE em virtude da ocorrência conjunta de mais de uma doença foliar na mesma planta, cultivar e área de cultivo. Há a necessidade de gerar equações de funções de dano para patossistema múltiplo em cultivares com diferentes reações a tais doenças. O patossistema múltiplo contempla a realidade ao avaliar conjuntamente todas as doenças ocorrentes naquele momento na cultura o que reflete melhor a estimativa dos danos, proporcionando maior eficácia no controle das doenças, uso racional de fungicidas, menor contaminação ambiental e redução dos custos de produção na cultura do arroz.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi gerar equações de função de dano nos cultivares de arroz irrigado Epagri 109 e SCS 109 Satoru para a brusone, mancha parda e escaldadura, considerando um patossistema múltiplo, relacionando a intensidade das doenças com o rendimento de grãos e obtendo-se assim os coeficientes de dano nos diferentes estádios fenológicos da cultura, para serem utilizados para o cálculo do LDE, como critério indicador do momento para aplicação de fungicida.

#### 1.4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados em lavouras comerciais, na safra agrícola de 2010/11, no município de Pouso Redondo e Rio do Sul, e nas safras agrícolas de 2011/12 e 2012/13, no município de Rio do Oeste, Alto Vale do Itajaí, estado de Santa Catarina. As coordenadas geográficas destes municípios são 27° 15'29" de latitude sul e 49° 56'02" de longitude oeste, com altitude média de 354 m; 27° 12'51" de latitude sul e 49° 38'35" de longitude oeste, com altitude média de 341 m e 27° 11'33" de latitude sul e 49° 47'48" de longitude oeste e altitude de 365 metros, respectivamente e caracterizados pela presença de verões brandos com chuvas bem distribuídas (EPAGRI, 2013).

Na semeadura foram utilizados os cultivares de arroz Epagri 109 e SCS 116 Satoru, cujas características são ciclo tardio (de 136 a 159 dias da semeadura à maturação), medianamente resistente à brusone e sem informação para as demais doenças fúngicas foliares. Os cultivares Epagri 109, lançado em 1996 e o SCS 116 Satoru, em 2010, destacam-se pelo excelente potencial produtivo e pela alta capacidade de

perfilhamento. A semeadura de ambos foi no sistema pré-germinado na densidade de 150 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 2).

As adubações de base, a aplicação de adubação nitrogenada, bem como, o controle de plantas invasoras e pragas foram realizados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do arroz no sul do país (SOSBAI, 2012).

Os experimentos foram conduzidos com delineamento experimental em blocos casualizados. Para gerar os gradientes de intensidade das doenças, conforme metodologia usada por Sah & Mackenzie (1987), Reis et al. (2000, 2002, 2007, 2008), Bohatchuck et al. (2008), Nerbass Junior et al. (2010) e Agostineto et al. (2012), realizou-se na safra agrícola 2010/11, nos municípios de Pouso Redondo e Rio do Sul, cinco tratamentos, com quatro repetições, totalizando 20 parcelas por experimento. Para as safras agrícolas de 2011/12 e 2012/13, no município de Rio do Oeste, foram realizados três experimentos com cinco e seis tratamentos com quatro repetições, totalizando 24 parcelas por experimento, respectivamente. Todos os tratamentos foram constituídos de aplicações de mistura de fungicidas triazol (difenconazole) e estrobilurina (azoxistrobina), mais óleo mineral (Nimbus). A área correspondente a cada unidade experimental foi de 5,0 x 2,5 metros.

Os fungicidas foram aplicados em intervalos de 15 a 20 dias pelo uso de pulverizador costal de precisão, com pressão gerada por gás CO<sub>2</sub> com barra de dois metros de comprimento e seis bicos de pulverização, com volume de calda de 200 litros ha<sup>-1</sup>.

Tabela 2 - Safra agrícola, locais dos experimentos, cultivares e datas de semeadura e colheita

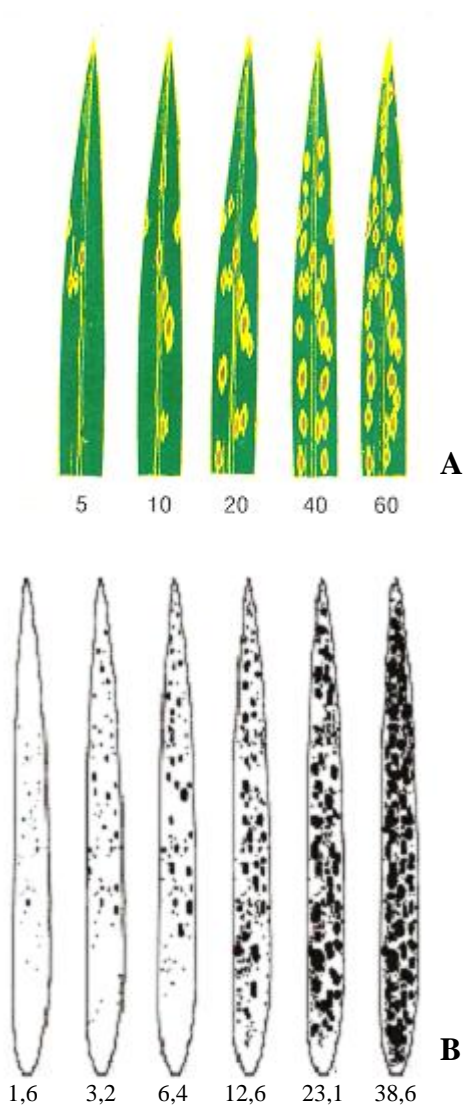
Safra	Local	Cultivar	Semeadura	Colheita
2010/11	Pouso Redondo	Epagri 109	14/10/2010	1/4/2011
	Pouso Redondo	SCS 116 Satoru	16/10/2010	1/4/2011
	Rio do Sul	Epagri 109	08/11/2010	14/4/2011
	Rio do Sul	SCS 116 Satoru	08/11/2010	14/4/2011
2011/12	Rio do Oeste	Epagri 109	04/10/2011	9/3/2012
	Rio do Oeste	SCS 116 Satoru	03/10/2011	9/3/2012
	Rio do Oeste	SCS 116 Satoru	02/11/2011	23/3/2012
2012/13	Rio do Oeste	SCS 116 Satoru	27/09/2012	22/2/2013
	Rio do Oeste	SCS 116 Satoru	17/09/2012	7/3/2013
	Rio do Oeste	SCS 116 Satoru	27/09/2012	7/3/2013

A metodologia usada para gerar 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).

A intensidade das doenças foliares foi quantificada com base no critério da incidência e da severidade foliar, nos estádios vegetativos, metade do perfilhamento (V6) e final do perfilhamento (V8), e nos estádios reprodutivos, iniciação da panícula (R0), emborrachamento (R2), floração (R4) e grão leitoso (R6). As avaliações foram realizadas sempre antes de cada aplicação de fungicida, destacando-se 30 folhas expandidas, em 10 plantas, uma folha do extrato inferior, uma do mediano e uma do superior ao acaso de cada parcela experimental.

No Laboratório de Fitopatologia do CAV realizaram-se as avaliações de incidência e severidade foliar da brusone, mancha parda e escaldadura, sendo que para as avaliações foram desconsideradas as folhas em fase de expansão e senescidas. Considera-se incidência foliar o número de folhas amostrados que estão doentes, expressas em percentagem, enquanto severidade foliar refere-se ao percentual de área de tecido afetado pela doença (BERGAMIM FILHO; AMORIM, 1996; VALE et al., 2004; REIS; CASA, 2007). Para a quantificação da incidência foliar consideraram-se as folhas com ou sem a presença de manchas e para a severidade foliar duas pessoas treinadas foram responsáveis pela avaliação em todas as amostras coletadas para evitar possíveis erros sistemáticos. Escalas diagramáticas preconizadas pelo sistema internacional de avaliação de doenças do arroz foram utilizadas como parâmetros para determinação do grau de severidade das doenças (IRRI, 1996; AZEVEDO, 1997; LENS, et al., 2010) (Figura 6).

Figura 6 - Escalas diagramáticas para brusone (A) e mancha parda (B).



Fonte: AZEVEDO (1997) (A) e LENS, G. et al. (2010) (B).

O arroz foi colhido manualmente, coletando-se dois m<sup>2</sup> da parte central de cada parcela. A trilha e a limpeza foram realizadas em máquina estacionária e secado em estufa até atingir umidade de 13%. Posteriormente, realizou-se a pesagem dos grãos, determinando-se o rendimento por parcela e ajustando para hectare.

Os dados de intensidade de doença foram relacionados com os dados de rendimento de grãos visando obter as equações correspondentes às funções de dano para posterior uso no cálculo do LDE.

As equações da função de dano foram obtidas da relação entre o rendimento de grãos (variável dependente) e a intensidade das doenças (variável independente), nos diferentes estádios fenológicos da cultura.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão, utilizando-se o procedimento PROC GLM (General Linear Models Procedure) do programa estatístico SAS 9.2 (Statistic Analysis System), obtendo-se também a significância do modelo pelo teste F a 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ). As equações foram ajustadas em funções de dano para a estimativa de rendimento em 1.000 Kg de grãos ha<sup>-1</sup>.

## 1.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para cada safra agrícola e local dos experimentos, houve ocorrência distinta das condições meteorológicas, com ambiente favorável para o desenvolvimento de manchas fúngicas foliares na cultura do arroz irrigado.

As condições climáticas são um dos fatores determinantes para a ocorrência de doenças fúngicas, principalmente pela interação das variáveis meteorológicas, como a temperatura, umidade do ar, período de molhamento e/ou chuva e a radiação solar. A baixa luminosidade causada pela nebulosidade e molhamento foliar caracterizado de orvalho são características que determinam que algumas doenças sejam mais agressivas que outras em diferentes regiões e em diferentes safras. Na safra 2012/13 houve ocorrência de dias consecutivos com alta nebulosidade e molhamento foliar e isto explica as maiores médias de incidência e severidade, 53% e 2,7%, respectivamente.

A inexistência de cultivares resistentes para manchas foliares nesta cultura aliada a condições climáticas favoráveis, pode causar danos significativos na cultura do arroz (BALARDIN; BORIN, 2001; SANTOS et al., 2002). Segundo Santos et al. (2011) as maiores severidades das doenças foliares observadas no estado do Tocantins são

explicadas pelas condições climáticas favoráveis, associada à alta densidade de semeadura e diversidade na população dos patógenos. Isto acontece também devido tratar-se de áreas onde se cultiva arroz irrigado há mais de 30 anos, corroborando com o que ocorrem na região do Alto Vale do Itajaí, estado de Santa Catarina.

Essas condições favoreceram o aparecimento inicial dos sintomas já na fase vegetativa da cultura. A presença das doenças começou a ser observada a partir da primeira aplicação de fungicida, nos estádios vegetativos V6 (metade do perfilhamento) e V8 (final do perfilhamento). Estes dados permitiram determinar a taxa de progressão da epidemia, indicando uma incidência inicial média de 0,5%, 13,3% e 19,2% e severidade inicial média de 0,03%, 0,33% e 0,48%, para as safras 2010/11, 2011/12 e 2012/13, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 - Médias de incidência e severidade de manchas foliares dos tratamentos referente às safras agrícolas, locais e cultivares

Safra	Local	Cultivar	Incidência	Severidade
2010/11	Pouso Redondo	Epagri 109	6,3	0,56
	Pouso Redondo	SCS 116 Satoru	10,8	0,7
	Rio do Sul	Epagri 109	6,28	0,3
	Rio do Sul	SCS 116 Satoru	5,56	0,16
2011/12	Rio do Oeste *	SCS 116 Satoru	30,0	0,97
	Rio do Oeste **	SCS 116 Satoru	31,0	0,93
	Rio do Oeste ***	Epagri 109	20,0	0,64
2012/13	Rio do Oeste *	SCS 116 Satoru	50,6	2,6
	Rio do Oeste **	SCS 116 Satoru	57,1	2,9
	Rio do Oeste ***	SCS 116 Satoru	53,5	2,7

(\*) ensaio 1; (\*\*) ensaio 2 e (\*\*\*) ensaio 3.

O aumento da intensidade das doenças que ocorreram durante as aplicações de fungicidas de acordo com cada tratamento, foi devido a grande capacidade que a planta possui em perfilhar e emitir novas folhas, as quais não estavam protegidas pelo resíduo do fungicida e conseqüentemente foram infectadas devido à pressão do inóculo dos agentes causais das manchas foliares na área.



De acordo com as avaliações realizadas, a ocorrência de doenças fúngicas foliares também se comportou de maneira diferente para cada safra e local. Na safra agrícola de 2010/11, em Pouso Redondo e Rio do Sul, houve maior incidência da brusone. No ano de 2011/12 e 2012/13, em Rio do Oeste, houve ocorrência da brusone, principalmente na fase vegetativa e da mancha parda na fase reprodutiva, que segundo Balardin & Borin (2001) tem sua progressão acelerada após o florescimento. A escaldadura ocorreu nas duas últimas safras durante todo o ciclo da cultura, porém, com menos intensidade que as demais doenças.

Foram gerados, para cada ano agrícola, local e estágio de desenvolvimento, equações de função de dano para patossistema múltiplo (brusone, mancha parda e escaldadura) correspondentes a quantificações de doenças através da incidência e severidade foliar para os dois cultivares de arroz irrigado (Tabelas 4 a 9; Figuras 10 a 29), com respectivos valores de probabilidades ( $p$ ), coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e coeficiente de variação, totalizando 92 equações lineares de função de dano, sendo 16 para o município de Pouso Redondo, 12 para Rio do Sul e 64 para Rio do Oeste. Considerando o número de equações geradas por estágio fenológicos, foram: V6 = 4; V8 = 18; R0 = 18; R2 = 20; R4 = 20 e R6 = 12 equações de função de dano.

Tabela 4 - Equações da função de dano original e normalizada para o patossistema múltiplo brusone, mancha parda e escaldadura, com base na incidência foliar, geradas por estádios fenológicos no cultivar Epagri 109 e SCS 116 Satoru, nos municípios de Pouso Redondo (PR) e Rio do Sul (RS), Alto Vale do Itajaí, SC, safra agrícola 2010/11

Safra	Local	Cultivar	EC*	Equações originais	Equações normalizadas	$p^{**}$	$R^{2***}$	CV
2010/11	PR	Epagri 109	V8	$R = 11.267 - 164,41 I$	$R = 1.000 - 14,59 I$	0,0001	0,755	3,33
			R0	$R = 11.900 - 319,25 I$	$R = 1.000 - 26,82 I$	0,0001	0,758	3,31
			R2	$R = 11.651 - 241,59 I$	$R = 1.000 - 20,73 I$	0,0001	0,79	3,08
			R4	$R = 11.377 - 185,92 I$	$R = 1.000 - 16,34 I$	0,0001	0,738	3,44
2010/11	PR	SCS 116	V8	$R = 11.976 - 152,69 I$	$R = 1.000 - 12,75 I$	0,0001	0,751	3,21
			R0	$R = 12.194 - 184,28 I$	$R = 1.000 - 15,11 I$	0,0001	0,836	2,96
			R2	$R = 12.075 - 172,41 I$	$R = 1.000 - 14,28 I$	0,0001	0,702	3,99
			R4	$R = 11.283 - 66,98 I$	$R = 1.000 - 5,94 I$	0,0001	0,825	2,68
2010/11	RS	Epagri 109	V8	$R = 9.966 - 185,38 I$	$R = 1.000 - 18,60 I$	0,0001	0,855	1,8
			R0	$R = 9.722 - 275,63 I$	$R = 1.000 - 28,35 I$	0,0001	0,608	2,97
			R2	$R = 9.683 - 125,92 I$	$R = 1.000 - 13,00 I$	0,0001	0,825	1,98
			R4	$R = 9.601 - 176,43 I$	$R = 1.000 - 18,38 I$	0,0001	0,907	1,5
2010/11	RS	SCS 116	V8	--	--	--	--	--
			R0	--	--	--	--	--
			R2	$R = 9.453 - 74,52 I$	$R = 1.000 - 7,88 I$	0,0001	0,606	2,19
			R4	$R = 9.478 - 135,61 I$	$R = 1.000 - 14,31 I$	0,0001	0,648	2,07

\*Estádio de crescimento segundo escala de Counce et al., (2000); \*\* Probabilidade de erro; \*\*\*Coeficiente de determinação. -- gradiente não gerado. R = Rendimento; 1.000 = Kg; I = incidência.

Tabela 5 - Equações da função de dano original e normalizada para o patossistema múltiplo brusone, mancha parda e escaldadura, com base na severidade foliar, geradas por estádios fenológicos no cultivar Epagri 109 e SCS 116 Satoru, nos municípios de Pouso Redondo (PR) e Rio do Sul (RS), Alto Vale do Itajaí, SC, safra agrícola 2010/11

Safra	Local	Cultivar	EC*	Equações originais	Equações normalizadas	$p^{**}$	$R^{2***}$	CV
2010/11	PR	Epagri 109	V8	R = 10.651 - 1.158 S	R = 1.000 - 108,72 S	0,0001	0,667	3,46
			R0	R = 10.669 - 940 S	R = 1.000 - 88,1 S	0,0001	0,768	3,23
			R2	R = 10.639 - 834 S	R = 1.000 - 78,4 S	0,0001	0,759	3,03
			R4	R = 10.724 - 900 S	R = 1.000 - 83,9 S	0,0001	0,758	2,67
2010/11	PR	SCS 116	V8	R = 10.936 - 1.123 S	R = 1.000 - 102,68 S	0,0001	0,697	3,84
			R0	R = 11.114 - 816 S	R = 1.000 - 73,42 S	0,0001	0,768	3,33
			R2	R = 10.924 - 731 S	R = 1.000 - 66,91 S	0,0001	0,759	3,03
			R4	R = 10.929 - 862 S	R = 1.000 - 78,87 S	0,0001	0,722	3,18
2010/11	RS	Epagri 109	V8	R = 9.046 - 1.221 S	R = 1.000 - 134,97 S	0,0001	0,662	3,3
			R0	R = 8.951 - 1.622 S	R = 1.000 - 181,2 S	0,0001	0,594	3,72
			R2	R = 8.982 - 1.001 S	R = 1.000 - 111,44 S	0,0001	0,671	2,47
			R4	R = 8.934 - 916 S	R = 1.000 - 102,52 S	0,0001	0,559	2,94
2010/11	RS	SCS 116	V8	--	--	--	--	--
			R0	--	--	--	--	--
			R2	R = 9.184 - 1.562 S	R = 1.000 - 170,07 S	0,0013	0,444	2,61
			R4	R = 9.158 - 1.559 S	R = 1.000 - 170,23 S	0,0027	0,402	3,02

\*Estádio de crescimento segundo escala de Counce et al., (2000); \*\* Probabilidade de erro; \*\*\*Coeficiente de determinação. -- gradiente não gerado. R = Rendimento; 1.000 = Kg; S = severidade.

Tabela 6 - Equações da função de dano original e normalizada para o patossistema múltiplo brusone, mancha parda e escaldadura, com base na incidência foliar, geradas por estádios fenológicos nos cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru, Rio do Oeste, SC, safra agrícola 2011/12

Safra	Ensaio	Cultivar	EC*	Equações originais	Equações normalizadas	$p^{**}$	$R^{2***}$	CV
2011/12	1	SCS 116	V8	R = 7.926 - 191,1 I	R = 1.000 - 24,11 I	0,0001	0,617	16,1
			R0	R = 9.432 - 188,5 I	R = 1.000 - 19,99 I	0,0001	0,801	11,6
			R2	R = 8.804 - 178,2 I	R = 1.000 - 20,24 I	0,0001	0,838	10,4
			R4	R = 10.709 - 74,9 I	R = 1.000 - 7,00 I	0,0001	0,809	10,5
			R6	R = 10.666 - 82,9 I	R = 1.000 - 7,78 I	0,0001	0,841	9,6
2011/12	2	SCS 116	V8	R = 9.141 - 103,6 I	R = 1.000 - 11,34 I	0,0001	0,81	10,2
			R0	R = 8.094 - 83,15 I	R = 1.000 - 10,27 I	0,0001	0,755	11,6
			R2	R = 7.044 - 71,78 I	R = 1.000 - 10,19 I	0,0001	0,89	7,81
			R4	R = 7.447 - 82,29 I	R = 1.000 - 11,05 I	0,0001	0,814	10,1
			R6	R = 10.143 - 80,5 I	R = 1.000 - 7,93 I	0,0001	0,841	9,3
2011/12	3	Epagri 109	V8	R = 9.249 - 108,8 I	R = 1.000 - 11,77 I	0,0001	0,566	4,5
			R0	R = 9.275 - 84,25 I	R = 1.000 - 9,08 I	0,0001	0,71	3,7
			R2	R = 9.249 - 78,72 I	R = 1.000 - 8,51 I	0,0001	0,728	3,6
			R4	R = 9.727 - 29,97 I	R = 1.000 - 3,08 I	0,0001	0,756	3,4
			R6	R = 9.795 - 31,64 I	R = 1.000 - 3,23 I	0,0001	0,671	3,6

\*Escala de desenvolvimento segundo Counce et al. (2000); \*\*Probabilidade de erro; \*\*\*Coeficiente de determinação. R = Rendimento; 1.000 = Kg; I = incidência.

Tabela 7 - Equações da função de dano original e normalizada para o patossistema múltiplo brusone, mancha parda e escaldadura, com base na severidade foliar, geradas por estádios fenológicos nos cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru, Rio do Oeste, SC, safra agrícola 2011/12

Safra	Ensaio	Cultivar	EC*	Equações originais	Equações normalizadas	p **	R <sup>2</sup> ***	CV
2011/12	1	SCS 116	V8	R = 7.368 - 1.734,5 S	R = 1.000 - 235,4 S	0,0001	0,482	13,5
			R0	R = 7.683 - 1.959,2 S	R = 1.000 - 255,0 S	0,0001	0,614	17,5
			R2	R = 7.699 - 1.464,4 S	R = 1.000 - 190,2 S	0,0001	0,606	11,2
			R4	R = 8.731 - 1.398,3 S	R = 1.000 - 160,1 S	0,0001	0,862	10,3
			R6	R = 7.243 - 1.197,9 S	R = 1.000 - 165,4 S	0,0001	0,715	10,0
2011/12	2	SCS 116	V8	R = 7.605 - 1.538,4 S	R = 1.000 - 202,2 S	0,0001	0,778	9,1
			R0	R = 7.038 - 1.466,2 S	R = 1.000 - 208,3 S	0,0001	0,705	10,7
			R2	R = 6.881 - 1.296,7 S	R = 1.000 - 188,5 S	0,0001	0,762	12,8
			R4	R = 6.829 - 1.546,1 S	R = 1.000 - 226,4 S	0,0001	0,765	11,4
			R6	R = 7.522 - 1.402,6 S	R = 1.000 - 186,5 S	0,0001	0,921	10,0
2011/12	3	Epagri 109	V8	R = 9.059 - 1.102,3 S	R = 1.000 - 121,7 S	0,0001	0,58	4,0
			R0	R = 8.934 - 999,8 S	R = 1.000 - 111,9 S	0,0001	0,557	4,2
			R2	R = 9.018 - 1.043,5 S	R = 1.000 - 115,7 S	0,0001	0,614	3,7
			R4	R = 9.403 - 746,05 S	R = 1.000 - 79,34 S	0,0001	0,678	3,6
			R6	R = 9.544 - 1.005,3 S	R = 1.000 - 105,3 S	0,0001	0,706	3,4

\*Escala de desenvolvimento segundo Counce et al. (2000); \*\*Probabilidade de erro; \*\*\*Coeficiente de determinação. R = Rendimento; 1.000 = Kg; S = severidade.

Tabela 8 - Equações da função de dano original e normalizada para o patossistema múltiplo brusone, mancha parda e escaldadura, com base na incidência foliar, geradas por estádios fenológicos para o cultivar SCS 116 Satoru, Rio do Oeste, SC, safra agrícola 2012/13

Safra	Ensaio	Cultivar	EC*	Equações originais	Equações normalizadas	p**	R <sup>2***</sup>	CV
2012/13	1	SCS 116	V6	R = 13.404 - 92,980 I	R = 1.000 - 6,90 I	0,0001	0,535	10,78
			V8	R = 7.601 - 36,880 I	R = 1.000 - 4,85 I	0,0001	0,838	6,33
			R0	R = 8.558 - 52,840 I	R = 1.000 - 6,17 I	0,0001	0,829	6,52
			R2	R = 8.302 - 58,370 I	R = 1.000 - 7,03 I	0,0001	0,775	7,49
			R4	R = 8.347 - 54,360 I	R = 1.000 - 6,51 I	0,0001	0,847	6,18
			R6	R = 7.479 - 30,970 I	R = 1.000 - 4,14 I	0,0001	0,773	7,53
2012/13	2	SCS 116	V6	R = 11.056 - 127,880 I	R = 1.000 - 11,5 I	0,0001	0,522	20,25
			V8	R = 8.864 - 73,910 I	R = 1.000 - 8,3 I	0,0001	0,937	7,29
			R0	R = 10.176 - 87,339 I	R = 1.000 - 8,58 I	0,0001	0,837	11,81
			R2	R = 9.395 - 110,662 I	R = 1.000 - 11,7 I	0,0001	0,774	13,94
			R4	R = 9.515 - 73,228 I	R = 1.000 - 7,70 I	0,0001	0,741	14,93
			R6	R = 8.661 - 60,063 I	R = 1.000 - 6,93 I	0,0001	0,935	7,49
2012/13	3	SCS 116	V8	R = 9.288 - 84,231 I	R = 1.000 - 9,1 I	0,0001	0,531	15,14
			R0	R = 11.922 - 83,557 I	R = 1.000 - 7,0 I	0,0001	0,823	7,42
			R2	R = 9.993 - 71,738 I	R = 1.000 - 7,2 I	0,0001	0,849	6,85
			R4	R = 9.134 - 58,300 I	R = 1.000 - 6,38 I	0,0001	0,812	7,63
			R6	R = 10.633 - 55,261 I	R = 1.000 - 5,20 I	0,0001	0,832	7,23

\*Escala de desenvolvimento segundo Counce et al. (2000); \*\*Probabilidade de erro; \*\*\*Coeficiente de determinação. R = Rendimento; 1.000 = Kg; I = incidência. R = Rendimento; 1.000 = Kg; I = incidência.

Tabela 9 - Equações da função de dano original e normalizada para o patossistema múltiplo brusone, mancha parda e escaldadura, com base na severidade foliar, geradas por estádios fenológicos para o cultivar SCS 116 Satoru, Rio do Oeste, SC, safra agrícola 2012/13

Safra	Ensaio	Cultivar	EC*	Equações originais	Equações normalizadas	P**	R <sup>2***</sup>	CV
2012/13	1	SCS 116	V6	R = 6.976 - 141,23 S	R = 1.000 - 20,25 S	0,0001	0,51	12,13
			V8	R = 7.202 - 772,45 S	R = 1.000 - 107,26 S	0,0001	0,75	7,88
			R0	R = 7.214 - 405,55 S	R = 1.000 - 56,22 S	0,0001	0,83	6,29
			R2	R = 7.602 - 1.107,52 S	R = 1.000 - 145,68 S	0,0001	0,75	7,9
			R4	R = 7.338 - 681,52 S	R = 1.000 - 92,88 S	0,0001	0,78	7,45
			R6	R = 7.173 - 1.103,45 S	R = 1.000 - 153,83 S	0,0001	0,81	6,88
2012/13	2	SCS 116	V6	R = 10.685 - 3.804,43 S	R = 1.000 - 356,04 S	0,0001	0,567	19,27
			V8	R = 6.273 - 583,97 S	R = 1.000 - 93,10 S	0,0001	0,692	16,27
			R0	R = 7.236 - 755,301 S	R = 1.000 - 104,38 S	0,0001	0,756	14,48
			R2	R = 7.750 - 1.347,09 S	R = 1.000 - 173,81 S	0,0001	0,843	11,6
			R4	R = 7.824 - 1.065,53 S	R = 1.000 - 136,19 S	0,0001	0,569	19,22
			R6	R = 6.567 - 411,95 S	R = 1.000 - 62,73 S	0,0001	0,805	12,95
2012/13	3	SCS 116	V8	R = 10.068 - 1.544,5 S	R = 1.000 - 153,41 S	0,0001	0,608	10,33
			R0	R = 8.258 - 535,554 S	R = 1.000 - 64,86 S	0,0001	0,89	5,85
			R2	R = 8.846 - 763,833 S	R = 1.000 - 86,35 S	0,0001	0,874	6,26
			R4	R = 8.140 - 621,571 S	R = 1.000 - 76,36 S	0,0001	0,713	9,45
			R6	R = 9.754 - 1.465,828 S	R = 1.000 - 150,28 S	0,0001	0,807	7,74

\*Escala de desenvolvimento segundo Counce et al. (2000); \*\*Probabilidade de erro; \*\*\*Coeficiente de determinação. R = Rendimento; 1.000 = Kg; S = severidade.

As equações foram ajustadas para uma tonelada de grãos de arroz, com o objetivo de facilitar o seu uso no cálculo do LDE, de acordo com patossistema simples (INDICAÇÕES, 2005; REIS et al., 2005; REIS; CASA, 2007) e patossistema múltiplo (BOHATCHUK et al., 2008) em trigo; patossistema simples (REIS et al., 2008) e múltiplo em aveia branca (NERBASS JUNIOR et al., 2010), e patossistema simples (REIS et al., 1999; REIS et al., 2002) e múltiplo em cevada (AGOSTINETO et al., 2012).

Com base na intensidade das manchas foliares, em ambos locais e safras agrícolas, foram gerados gradientes de doenças, com exceção do cultivar SCS 116 Satoru, no município de Rio do Sul, safra 2010/11, no estágio vegetativo V8 (final do perfilhamento) e no estágio reprodutivo R0 (iniciação da panícula), devido à baixa intensidade de doenças fungicas foliares (Tabelas 3 e 4).

Todas as equações geradas, em ambas as safras, de incidência e severidade, foram significativas, indicativo de que houve correlações entre intensidade de doenças foliares com rendimento de grãos para os diferentes estádios fenológicos da cultura. Os valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) foram superior a 50%, com exceção do cultivar SCS 116 Satoru, na safra 2010/11, no município de Rio do Sul, no estágio reprodutivo R2 ( $R^2 = 0,44$ ) e R4 ( $R^2 = 0,40$ ), e na safra 2011/12, no município de Rio do Oeste, estágio vegetativo V8 ( $R^2 = 0,48$ ), devido a irregularidade entre o rendimento de grãos e os valores de intensidade. Bohatchuk et al. (2008), Nerbass Junior et al. (2008) e Agostinetto et al. (2012) também encontraram equações com valores de  $R^2$  inferiores a 50%, em experimentos com trigo, aveia branca e cevada, respectivamente.

As equações de dano do ano agrícola 2010/11 no município de Pouso Redondo baseadas na incidência foliar do patossistema múltiplo, geraram coeficientes de dano que variaram de 14,59 Kg ha<sup>-1</sup> a 26,82 Kg ha<sup>-1</sup> e de 5,94 Kg ha<sup>-1</sup> a 15,11 Kg ha<sup>-1</sup> e no município de Rio do Sul, os coeficientes de dano variaram de 13,0 Kg ha<sup>-1</sup> a 28,35 Kg ha<sup>-1</sup> e de 7,88 Kg ha<sup>-1</sup> a 14,31 Kg ha<sup>-1</sup> no rendimento de grãos para cada 1% de incidência foliar considerando um rendimento de 1.000 Kg ha<sup>-1</sup>, para o cultivar Epagri 109 e SCS 116 Satoru, respectivamente (Tabela 4).

Em relação à severidade foliar, em Pouso Redondo, os danos variaram de 78,4 Kg ha<sup>-1</sup> a 108,72 Kg ha<sup>-1</sup> e de 66,91 Kg ha<sup>-1</sup> a 102,68 Kg ha<sup>-1</sup> e em Rio do Sul, os coeficientes variaram de 102,52 Kg ha<sup>-1</sup> a 181,2 Kg ha<sup>-1</sup> e de 108,11 Kg ha<sup>-1</sup> a 136,77 Kg ha<sup>-1</sup> no rendimento de grãos para cada 1% de severidade foliar considerando um rendimento de 1.000 Kg ha<sup>-1</sup>, para o cultivar Epagri 109 e SCS 116 Satoru, respectivamente (Tabela 5).

Na safra agrícola, 2011/12, no município de Rio do Oeste, as equações de dano baseadas na incidência foliar geraram coeficientes de dano que variaram de 7,00 Kg ha<sup>-1</sup> a 24,11 Kg ha<sup>-1</sup> (ensaio 1) e 7,93 Kg ha<sup>-1</sup> a 11,34 Kg ha<sup>-1</sup> (ensaio 2), para o cultivar SCS 116 Satoru, e de 3,08 Kg ha<sup>-1</sup> a 11,77 Kg ha<sup>-1</sup> (ensaio 3), para o cultivar Epagri 109, no rendimento de grãos para cada 1% de incidência foliar considerando um



rendimento de 1.000 Kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 6). Para a severidade foliar, os coeficientes de dano variaram de 160,1 Kg ha<sup>-1</sup> a 255,0 Kg ha<sup>-1</sup> (ensaio 1) e 186,5 Kg ha<sup>-1</sup> a 226,4 Kg ha<sup>-1</sup> (ensaio 2), para o cultivar SCS 116 Satoru, e de 79,34 Kg ha<sup>-1</sup> a 121,7 Kg ha<sup>-1</sup> (ensaio 3) para o cultivar Epagri 109 (Tabela 7).

Na safra 2012/13, em Rio do Oeste, as equações de dano baseadas na incidência foliar geraram coeficientes de dano que variaram de 4,14 Kg ha<sup>-1</sup> a 7,03 Kg ha<sup>-1</sup>, 6,93 Kg ha<sup>-1</sup> a 11,78 Kg ha<sup>-1</sup> e 5,20 Kg ha<sup>-1</sup> a 7,18 Kg ha<sup>-1</sup>, e para a severidade foliar, os danos foram de 20,25 Kg ha<sup>-1</sup> a 153,83 Kg ha<sup>-1</sup>, 62,73 Kg ha<sup>-1</sup> a 356,04 Kg ha<sup>-1</sup> e 64,86 Kg ha<sup>-1</sup> a 153,41 Kg ha<sup>-1</sup>, no rendimento de grãos para cada 1% de incidência e severidade foliar considerando um rendimento de 1.000 Kg ha<sup>-1</sup>, para o cultivar SCS 116 Satoru, ensaios 1, 2 e 3, respectivamente (Tabelas 8 e 9).

Nos municípios de Pouso Redondo e Rio do Sul, na safra agrícola 2010/11, os valores dos coeficientes de dano referente à incidência foram maior comparando com as outras safras (2011/12 e 2012/13), porém, os valores dos danos entre os tratamentos foram menores. Este fato pode ser explicado pela baixa ocorrência das doenças durante todo o ciclo da cultura (incidência = 7,23% e severidade = 0,43%) e também da brusone da panícula, consequentemente os danos foram menores. Mesmo com baixa intensidade de doenças o que elevou os valores de coeficiente de danos foi à pequena diferença entre a intensidade (%) da doença nos tratamentos. A média dos danos entre os tratamentos foram de 8,70% e 10,94%, 6,58% e 2,76%, para os cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru, respectivamente (Tabelas 14, 15, 16 e 17).

Nas safras 2011/12 e 2012/13, no município de Rio do Oeste, houveram os maiores danos devido a maior intensidade de doenças fúngicas foliares. No ano 2011/12, nos ensaios 1 e 2 (cultivar SCS 116 Satoru), a maior intensidade foi principalmente para a variável incidência, com média de 30,5% enquanto que a severidade foi de 0,95%. No ensaio 3, para o cultivar Epagri 109, a incidência foi de 20% e a severidade, 0,64%. A média dos danos referente esta safra foram de 30,3%, 29,8% e 7,8%, para os ensaios 1, 2 e 3, respectivamente (Tabelas 18, 19 e 20). Os danos nos ensaios 1 e 2 foram maiores também em virtude da maior intensidade da brusone da panícula. O período crítico da brusone da panícula é no estágio reprodutivo, emborrachamento (R2) e floração (R4) e nem todos os tratamentos protegeram a panícula nestes

estádios, assim o dano foi mais significativo em relação a pouca diferença da severidade entre os tratamentos.

A maior intensidade de doenças foliares ocorreu na safra de 2012/13. Os valores foram de 50,6% e 2,6%, 57,1% e 2,9% e 53,5% e 2,7%, para incidência e severidade, já a média dos danos foi de 19,4%, 28,9% e 20,8%, nos ensaios 1, 2 e 3, respectivamente (Tabelas 21, 22 e 23). Este aumento na intensidade é também em função de que a cultura do arroz nesta região é cultivada no sistema de monocultura e esta prática faz aumentar a pressão do inóculo. Segundo Reis & Casa (2007) a monocultura mantém e aumenta o inóculo a uma densidade tal que, dependendo das condições climáticas, poderão ocorrer epidemias de manchas foliares na lavoura. Também a ocorrência de baixas temperaturas e de baixa disponibilidade de radiação solar durante fases críticas da planta, são fatores que resultam em decréscimo de produção (SOSBAI, 2012).

Considerando os coeficientes de determinação, as variáveis incidência e severidade apresentaram boa relação com os dados, enquanto que Nerbass Junior et al. (2010), obtiveram melhor relação com a variável incidência em equações de função de dano para a cultura da aveia e Agostinnetto et al. (2012), para a variável severidade, na cultura da cevada.

As equações das funções de dano geradas neste trabalho podem ser usadas no cálculo do LDE para cada estágio de desenvolvimento da cultura, considerando o patossistema múltiplo de doenças foliares, ou seja, considerando a ocorrência simultânea da brusone, mancha parda e escaldadura, o que realmente ocorre na lavoura visto que ainda não temos nenhum cultivar resistente para estas doenças, evitando aquelas equações que não apresentaram coeficientes de determinação ( $R^2$ ) superior a 50%, em cultivares com reações semelhantes os cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru.

Tomando-se como exemplo as equações de regressão obtidas no cultivar SCS 116 Satoru para a safra 2012/13, pode-se verificar no estágio de floração e de grão leitoso (Tabela 8), comparando-se a testemunha com o tratamento de menor incidência (Figura 24), que com base na média de 4 e 5 aplicações de fungicidas nestes estádios, a percentagem de controle atingiu 57,2% e 70,4%, respectivamente.

Os coeficientes de dano a partir das funções de dano são utilizados para o cálculo do LDE pela fórmula gerada por Munford & Norton (1984) e modificada por Reis et al. (2000) para doenças fúngicas foliares:  $ID = (C_c/P_p * C_d) * E_c$ ; onde ID = intensidade da doença para o

início do controle; Cc = custo de controle por hectare (fungicida, combustível, amassamento, mão-de-obra do operador, depreciação dos equipamentos); Pp = preço de venda do produto (arroz irrigado); 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. O custo de controle na cultura do arroz irrigado R\$ 100,00/hectare e o preço de venda de R\$ 620,00/ton. (Fonte: Cooperativa Regional Agropecuária Vale do Itajaí – CRAVIL/Rio do Sul/SC), a eficiência do fungicida, nesse caso, de 70% e o Cd obtido da equação de função de dano retirado da Tabela 9 para o estágio de grão leitoso na safra de 2012/13,  $R = 1.000 - 4,14 I$  com  $p = 0,0001$  e  $R^2 = 0,773$ . Nesse caso, considera-se que para cada 1% de incidência das doenças ocorreu uma redução de 4,14 Kg ha<sup>-1</sup> ou 0,00414 toneladas no estágio de floração para cada 1.000 kg de grãos colhidos. Se considerar uma lavoura que tenha um rendimento estimado de 9.000 Kg ha<sup>-1</sup> o Cd calculado será de 37,26 Kg ha<sup>-1</sup> ou 0,03726 ton. Substituindo esses valores na fórmula obtém-se um LDE = 3,0% de incidência foliar, indicando que o início das aplicações de fungicida para o controle da brusone, mancha parda e escaudadura devem iniciar quando a incidência atingir 3,0%.

A recomendação oficial da pesquisa do arroz para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina preconiza o tratamento químico preventivamente em determinados estádios fenológicos da cultura (emborrachamento tardio e floração). Porém, este valor de 3,0% de incidência é um critério científico e indicador do momento para o início do controle químico de doenças fúngicas foliares (patossistema múltiplo brusone, mancha parda e escaudadura) em arroz irrigado para cultivares com reação similar o SCS 116 Satoru. O uso de fungicidas deve garantir a sustentabilidade econômica e ambiental da atividade agrícola. Por isso, caso não ocorra à doença e/ou se não é econômico o seu controle, não justifica aplicar fungicida, pois contribui para a poluição ambiental e aumento do custo de produção.

Outros exemplos, considerando as médias das equações de dano em um determinado estágio fenológico da cultura, nos três anos e para cada cultivar (Tabelas 10, 11, 12 e 13), tem-se como cálculo do LDE:

a) Cultivar SCS 116 Satoru

Cc = valor de R\$ 100,00/ha.

Pp = preço da tonelada do arroz irrigado (R\$ 620,00)

Cd = tomado da equação (floração:  $R = 1.000 - 8,41 I$ ) (Tabela 12); ajustando o rendimento potencial para uma lavoura de  $9,0 \text{ t ha}^{-1}$  tem-se:

$R = 9.000 \text{ kg} - 75,69 \text{ kg}$  para 1% de I; como o cálculo é feito por tonelada de arroz,  $Cd = 0,07569t$ .

Ec = referente ao controle deste fungicida triazol + estrobilurina, 70% ou 0,7 (incidência da testemunha, comparado com incidência dos tratamentos com 4 e 5 aplicações).

Substituindo estes valores na fórmula tem-se:  $LDE = ID = [100,00 / (620,00 \times 0,07569)] \times 0,7 = 2,0\%$  de incidência foliar;

Neste caso, a ID (intensidade da doença) corresponde a uma incidência foliar do patossistema múltiplo a partir do estágio de floração de 2,0%. Isto significa que para cada 2,0% de incidência foliar, tem-se uma perda de  $R\$ 100,00 \text{ ha}^{-1}$ .

#### b) Cultivar Epagri 109

Cc = valor de  $R\$ 100,00/\text{ha}$ .

Pp = preço da tonelada do arroz irrigado ( $R\$ 620,00$ )

Cd = tomado da equação (grão leitoso:  $R = 1.000 - 3,23 I$ ) (Tabela 10); ajustando o rendimento potencial para uma lavoura de  $9,0 \text{ t ha}^{-1}$  tem-se:

$R = 9.000 \text{ kg} - 29,07 \text{ kg}$  para 1% de I; como o cálculo é feito por tonelada de arroz,  $Cd = 0,02907t$ .

Ec = referente ao controle de fungicida triazol + estrobilurina (70% ou 0,7).

Substituindo estes valores na fórmula tem-se:  $LDE = ID = [100,00 / (620,00 \times 0,02907)] \times 0,7 = 4\%$  de incidência foliar;

Neste caso, a ID (intensidade da doença) corresponde a uma incidência foliar do patossistema múltiplo a partir do estágio de grãos leitoso de 4%. Isto significa que para cada 4% de incidência foliar, tem-se uma perda de  $R\$ 100,00 \text{ ha}^{-1}$ .

Tabela 10 - Equações lineares de dano referente à incidência para o cultivar Epagri 109

Doenças	Estádio de desenvolvimento <sup>(1)</sup>	Equação <sup>(4)</sup>	R <sup>2</sup>
Patossistema Múltiplo	Final de perfilhamento	$R^{(2)} = 1.000 - 14,98 I^{(3)}$	0,725
	Iniciação da panícula	$R = 1.000 - 21,42 I$	0,692
	Emborrachamento	$R = 1.000 - 14,08 I$	0,781
	Floração	$R = 1.000 - 12,6 I$	0,800
	Grão leitoso	$R = 1.000 - 3,23 I$	0,671

<sup>(1)</sup> Counce et al. (2000).

<sup>(2)</sup> Rendimento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), a equação indica que para cada 1.000 kg de grãos de arroz produzidos, cada 1,0% de incidência foliar do patossistema múltiplo reduz 14,98  $\text{kg ha}^{-1}$ .

<sup>(3)</sup> Incidência foliar. (4) Brusone, mancha parda e escaldadura.

<sup>(4)</sup> Média das 2 safras agrícolas (2010/11 e 2011/12).

Tabela 11 - Equações lineares de dano referente à severidade para o cultivar Epagri 109

Doenças	Estádio de desenvolvimento <sup>(1)</sup>	Equação <sup>(4)</sup>	R <sup>2</sup>
Patossistema Múltiplo	Final de perfilhamento	$R^{(2)} = 1.000 - 121,8 S^{(3)}$	0,636
	Iniciação da panícula	$R = 1.000 - 127,1 S$	0,640
	Emborrachamento	$R = 1.000 - 101,8 S$	0,681
	Floração	$R = 1.000 - 88,6 S$	0,665
	Grão leitoso	$R = 1.000 - 105,3 S$	0,706

<sup>(1)</sup> Counce et al. (2000).

<sup>(2)</sup> Rendimento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), a equação indica que para cada 1.000 kg de grãos de arroz produzidos, cada 1,0% de severidade foliar do patossistema múltiplo reduz 121,8  $\text{kg ha}^{-1}$ .

<sup>(3)</sup> Severidade foliar. (4) Brusone, mancha parda e escaldadura.

<sup>(4)</sup> Média das 2 safras agrícolas (2010/11 e 2011/12).

Tabela 12 - Equações lineares de dano referente à incidência para o cultivar SCS 116 Satoru

Doenças	Estádio de desenvolvimento <sup>(1)</sup>	Equação <sup>(4)</sup>	R <sup>2</sup>
	Metade de perfilhamento	$R^{(2)} = 1.000 - 9,23 I^{(3)}$	0,529
Patossistema	Final de perfilhamento	$R = 1.000 - 11,74 I$	0,747
Múltiplo	Iniciação da panícula	$R = 1.000 - 11,18 I$	0,814
	Emborrachamento	$R = 1.000 - 11,22 I$	0,776
	Floração	$R = 1.000 - 8,41 I$	0,785
	Grão leitoso	$R = 1.000 - 6,4 I$	0,844

<sup>(1)</sup> Counce et al. (2000).

<sup>(2)</sup> Rendimento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), a equação indica que para cada 1.000 kg de grãos de arroz produzidos, cada 1,0% de incidência foliar do patossistema múltiplo reduz 9,23  $\text{kg ha}^{-1}$ .

<sup>(3)</sup> Incidência foliar. (4) Brusone, mancha parda e escaldadura.

<sup>(4)</sup> Média das 3 safras agrícolas (2010/11, 2011/12 e 2012/13).

Tabela 13 - Equações lineares de dano referente à severidade para o cultivar SCS 116 Satoru

Doenças	Estádio de desenvolvimento <sup>(1)</sup>	Equação <sup>(4)</sup>	R <sup>2</sup>
	Metade de perfilhamento	$R^{(2)} = 1.000 - 188,1 S^{(3)}$	0,539
Patossistema	Final de perfilhamento	$R = 1.000 - 149,0 S$	0,668
Múltiplo	Iniciação da panícula	$R = 1.000 - 127,0 S$	0,761
	Emborrachamento	$R = 1.000 - 137,1 S$	0,682
	Floração	$R = 1.000 - 129,6 S$	0,666
	Grão leitoso	$R = 1.000 - 143,7 S$	0,812

<sup>(1)</sup> Counce et al. (2000).

<sup>(2)</sup> Rendimento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), a equação indica que para cada 1.000 kg de grãos de arroz produzidos, cada 1,0% de severidade foliar do patossistema múltiplo reduz 9,23  $\text{kg ha}^{-1}$ .

<sup>(3)</sup> Severidade foliar. (4) Brusone, mancha parda e escaldadura.

<sup>(4)</sup> Média das 3 safras agrícolas (2010/11, 2011/12 e 2012/13).

Os coeficientes de dano referente à intensidade das doenças pode ser utilizados na cultura do arroz irrigado, como já ocorre para a cultura do trigo acordo indicações técnicas. Para determinar a necessidade ou não da aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos, deve-se basear no valor do LDE. O LDE corresponde à intensidade da doença na qual o benefício do controle iguala-se ao seu custo ou à intensidade da doença que causa perdas (R\$) iguais ao custo do controle. Se o LDE for alcançado, é recomendado o controle da doença, caso seja ultrapassado, as perdas decorrentes serão irrecuperáveis. Por esse motivo, os fungicidas não devem ser aplicados de forma preventiva (sem doença) ou tardiamente (ultrapassando o LDE) (REIS; CASA, 2007).

Virtude a inexistência de trabalhos de pesquisa para gerar equações de danos nesta cultura, não foi possível a comparação destes resultados com outras equações de cultivares com reações iguais ou diferentes. Considerando os diferentes coeficientes de danos obtidos para o mesmo estágio fenológico, no mesmo local e entre as diferentes safras agrícolas, sugere-se a continuidade destes trabalhos e que também outros experimentos sejam realizados em diferentes regiões e com diferentes cultivares, visando à obtenção de outras funções de dano, porque o LDE não é uma variável fixa e é um critério que pode e deve ser mais explorado.

Figura 10 - Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar Epagri 109, safra 2010/11, em Pouso Redondo, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C) e R4 (D)

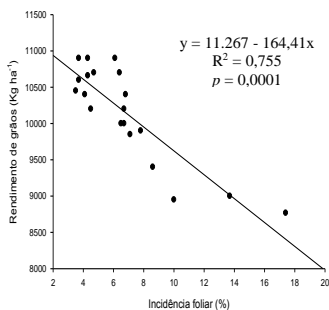
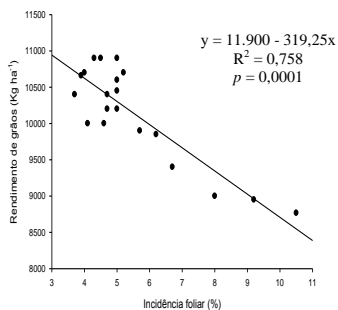
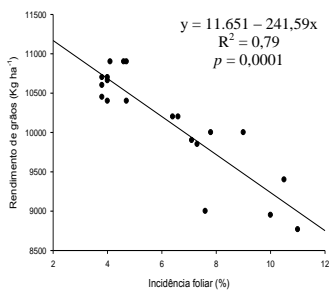
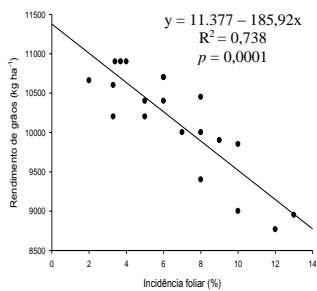
**A****B****C****D**



Figura 11 - Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra 2010/11, em Pouso Redondo, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C) e R4 (D)

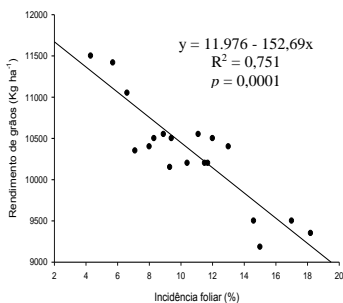
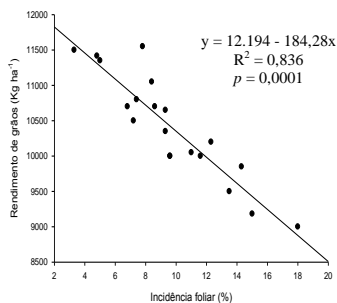
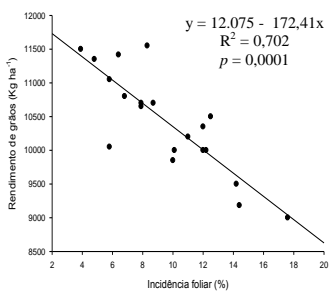
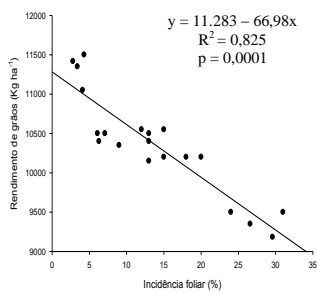
**A****B****C****D**

Figura 12 - Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar Epagri 109, safra 2010/11, em Rio do Sul, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C) e R4 (D)

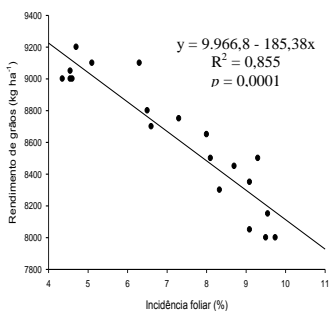
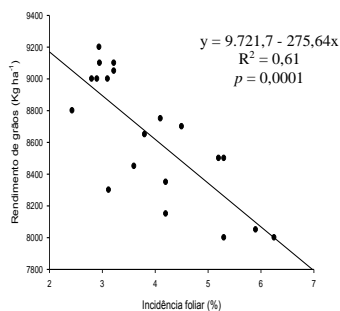
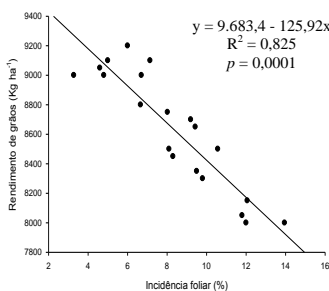
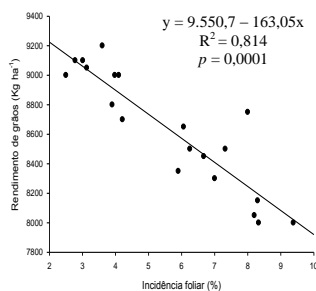
**A****B****C****D**

Figura 13 - Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra 2010/11, em Rio do Sul, nos estádios R2 (A) e R4 (B)

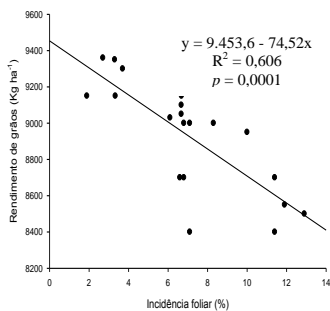
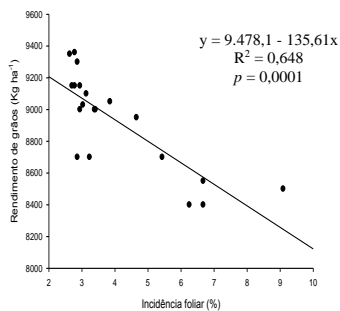
**A****B**

Figura 14 - Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar Epagri 109, safra 2010/11, em Pouso Redondo, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C) e R4 (D)

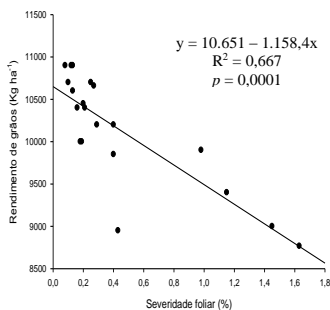
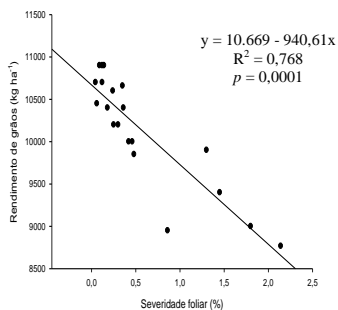
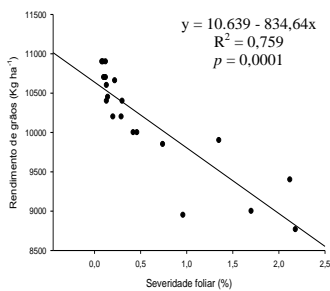
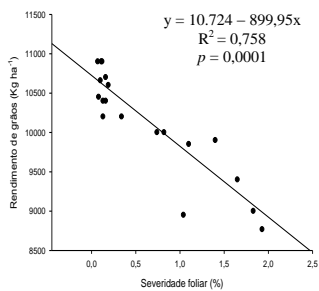
**A****B****C****D**

Figura 15 - Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra 2010/11, em Pouso Redondo, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C) e R4 (D)

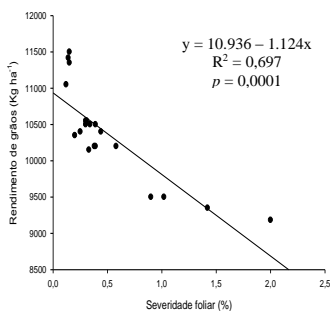
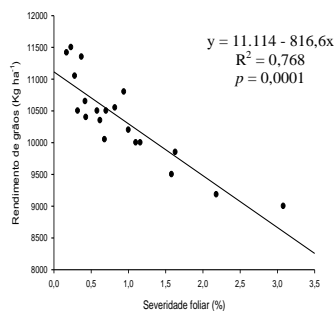
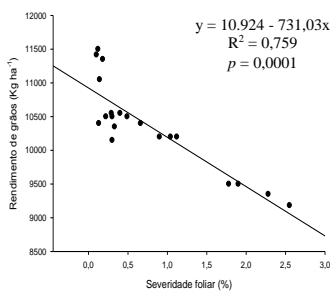
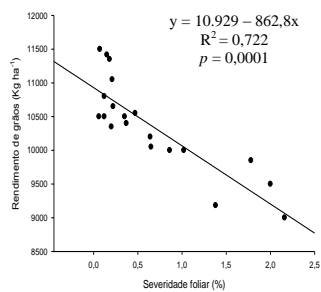
**A****B****C****D**

Figura 16 - Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar Epagri 109, safra 2010/11, em Rio do Sul, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C) e R4 (D)

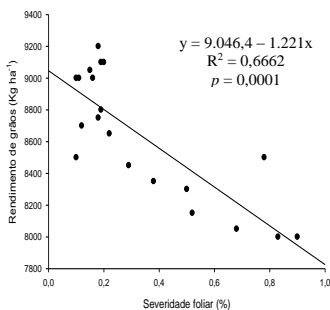
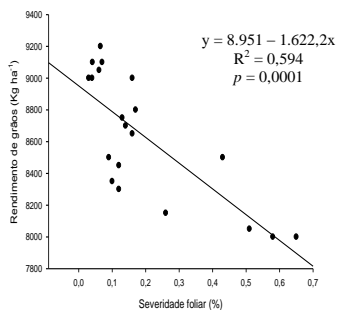
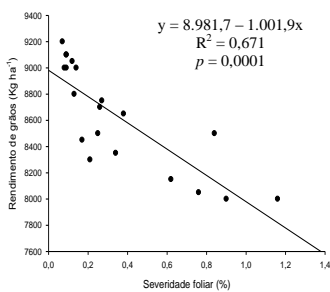
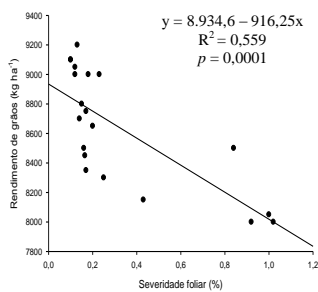
**A****B****C****D**

Figura 17 - Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra de 2010/11, em Rio do Sul, nos estádios R2 (A) e R4 (B)

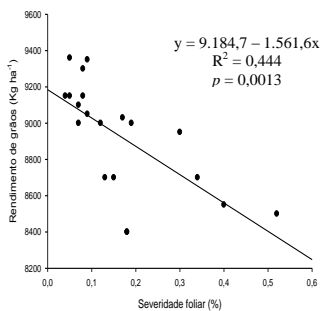
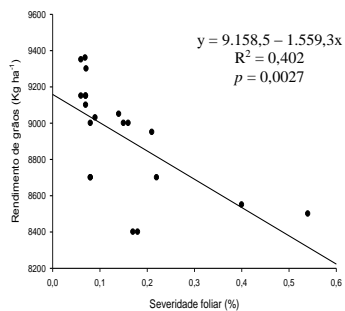
**A****B**

Figura 18 - Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra 2011/12, em Rio do Oeste, ensaio 1, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C), R4 (D) e R6 (E)

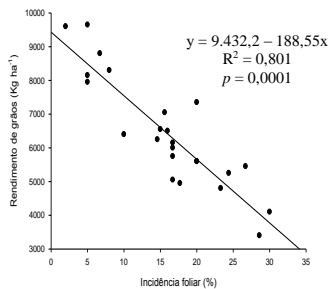
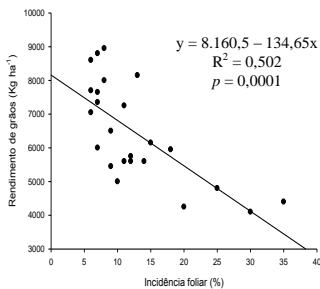
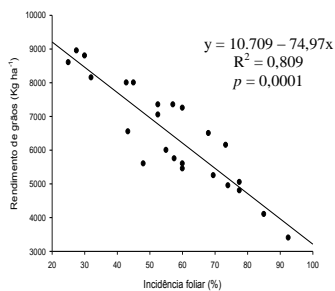
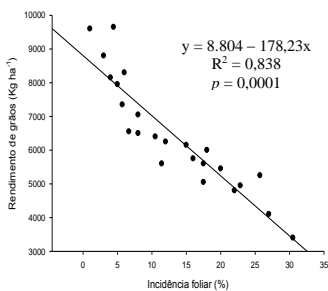
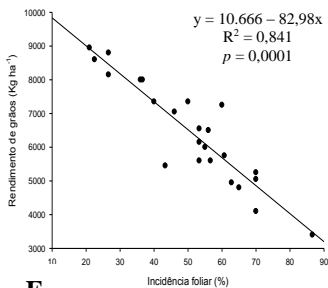
**A****B****C****D****E**



Figura 19 - Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra 2011/12, em Rio do Oeste, ensaio 2, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C), R4 (D) e R6 (E)

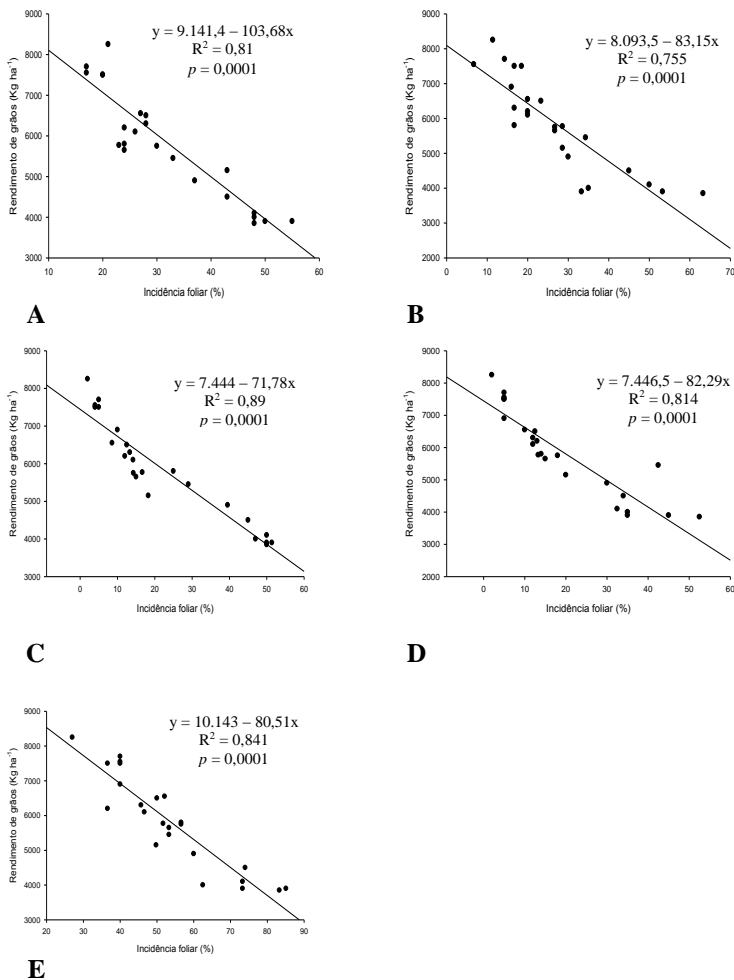


Figura 20 - Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar Epagri 109, safra 2011/12, em Rio do Oeste, ensaio 3, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C), R4 (D) e R6 (E)

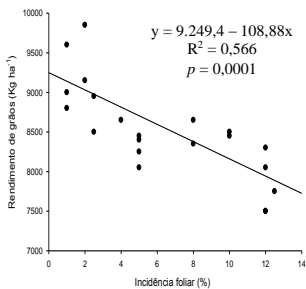
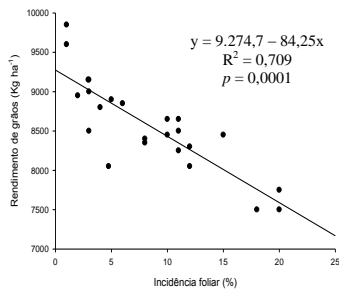
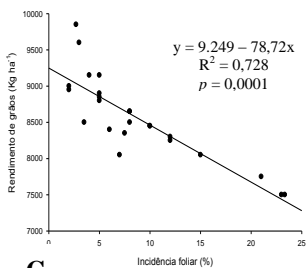
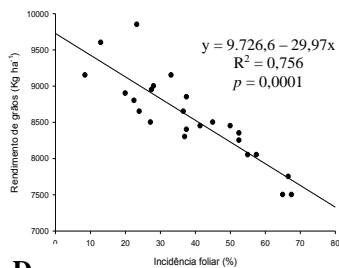
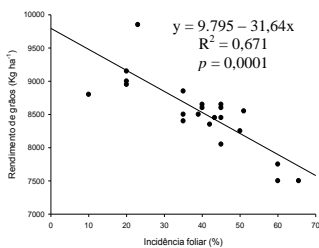
**A****B****C****D****E**

Figura 21 - Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru na safra de 2011, em Rio do Oeste, ensaio 1, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C), R4 (D) e R6 (E)

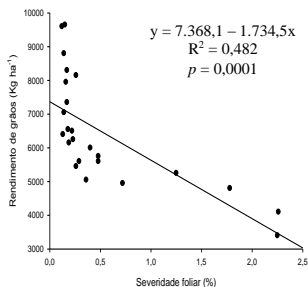
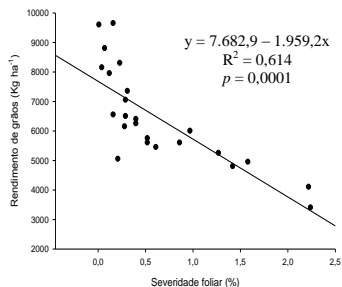
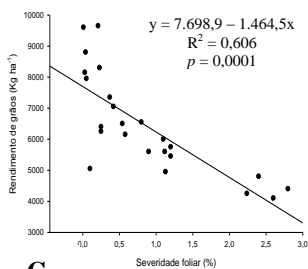
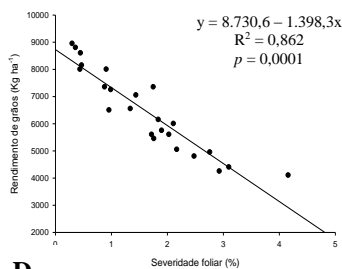
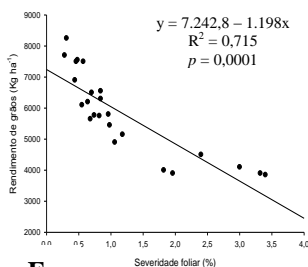
**A****B****C****D****E**

Figura 22 - Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru na safra de 2011, em Rio do Oeste, ensaio 2, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C), R4 (D) e R6 (E)

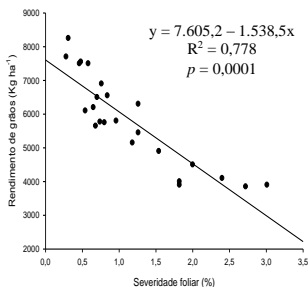
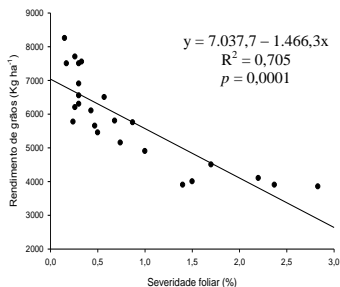
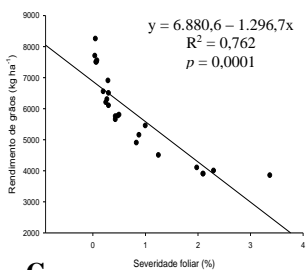
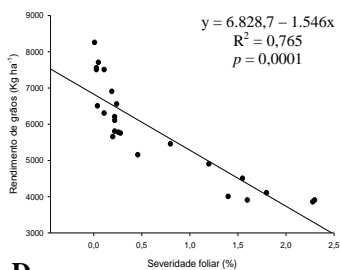
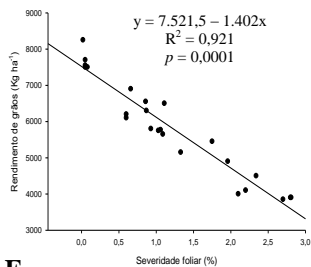
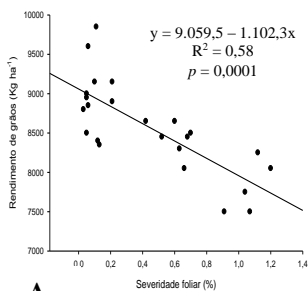
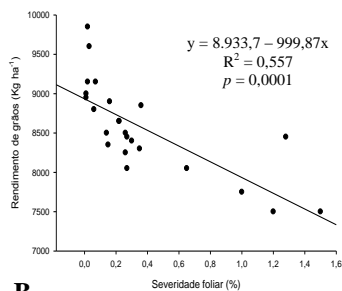
**A****B****C****D****E**

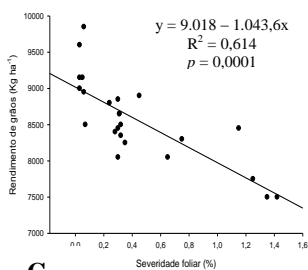
Figura 23 - Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar Epagri 109, safra 2011/12, em Rio do Oeste, ensaio 3, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C), R4 (D) e R6 (E)



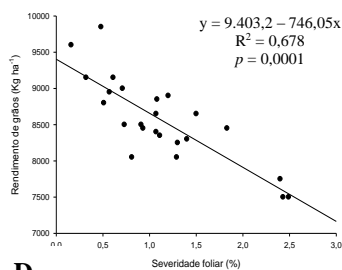
A



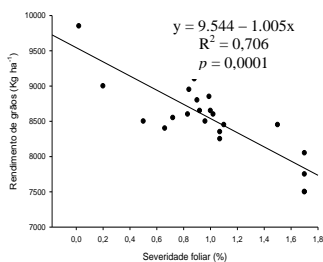
B



C



D



E

Figura 24 - Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra 2012/13, em Rio do Oeste, ensaio 1, nos estádios V6 (A), V8 (B), R0 (C), R2 (D), R4 (E) e R6 (F)

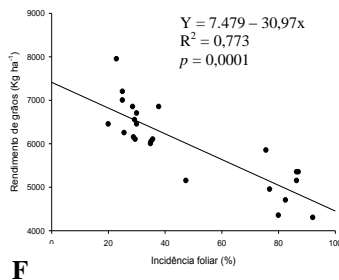
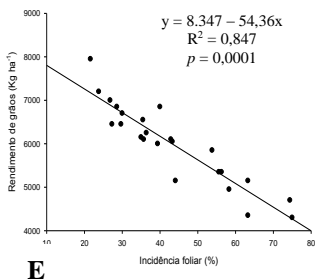
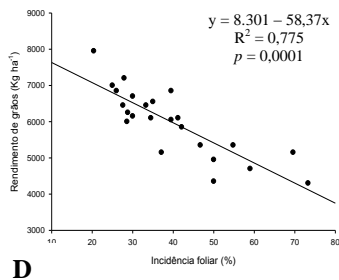
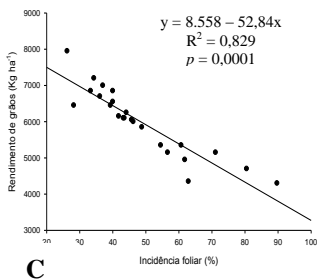
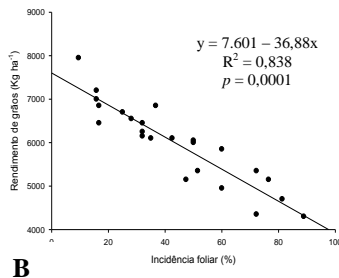
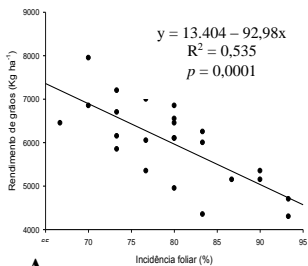


Figura 25 - Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra 2012/13, em Rio do Oeste, ensaio 1, nos estádios V6 (A), V8 (B), R0 (C), R2 (D), R4 (E) e R6 (F)

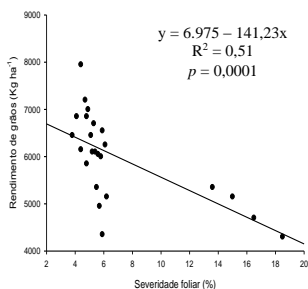
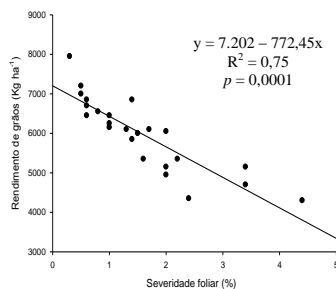
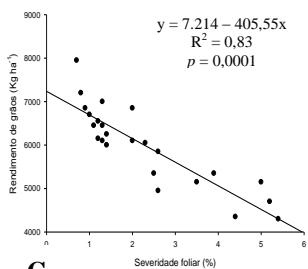
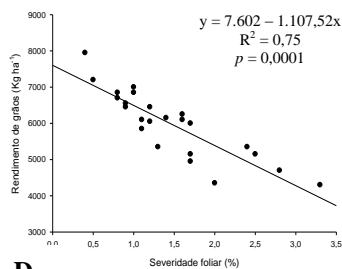
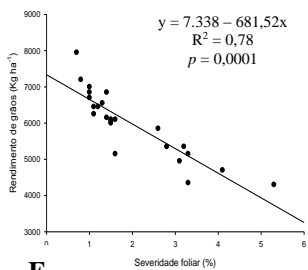
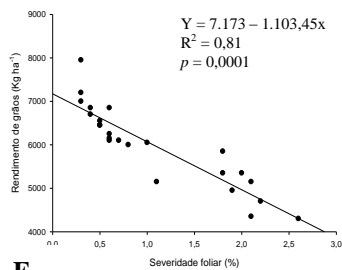
**A****B****C****D****E****F**

Figura 26 - Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra 2012/13, em Rio do Oeste, ensaio 2, nos estádios V6 (A), V8 (B), R0 (C), R2 (D), R4 (E) e R6 (F)

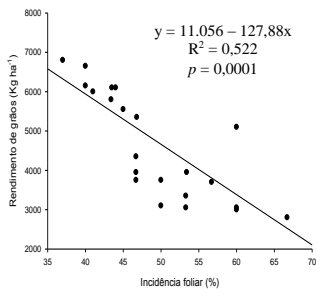
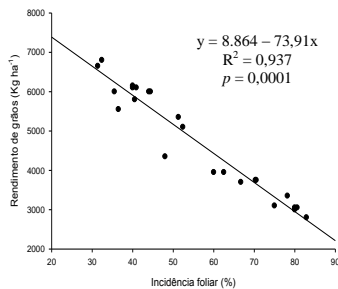
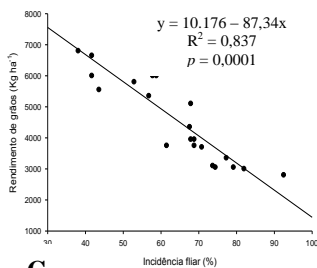
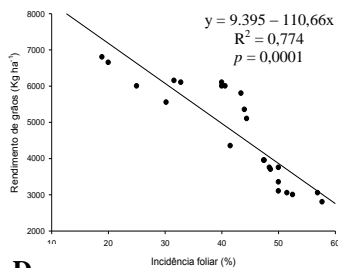
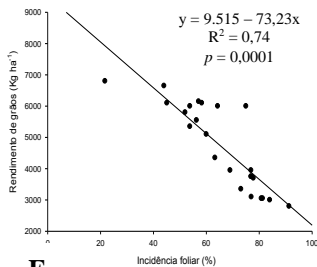
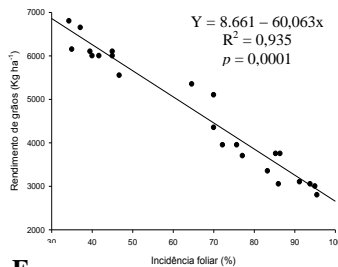
**A****B****C****D****E****F**



Figura 27 - Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra 2012/13, em Rio do Oeste, ensaio 2, nos estádios V6 (A), V8 (B), R0 (C), R2 (D), R4 (E) e R6 (F)

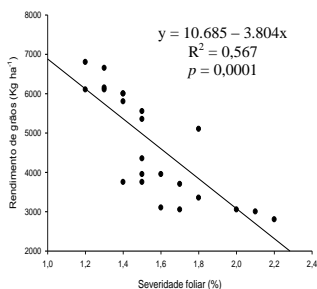
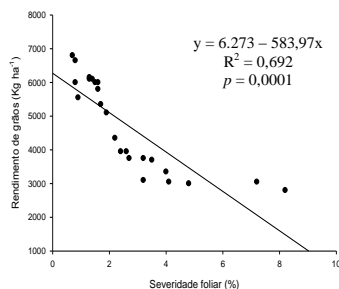
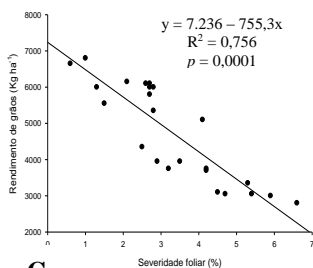
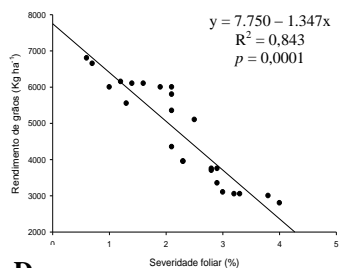
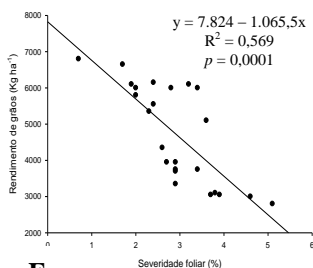
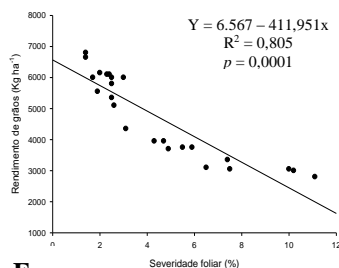
**A****B****C****D****E****F**

Figura 28 - Relação entre incidência foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra 2012/13, em Rio do Oeste, ensaio 3, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C), R4 (D) e R6 (E)

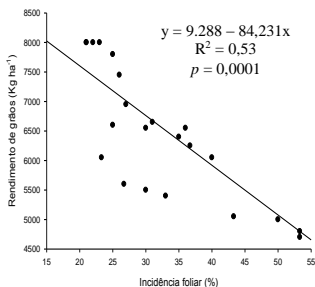
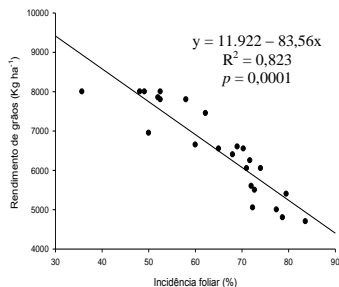
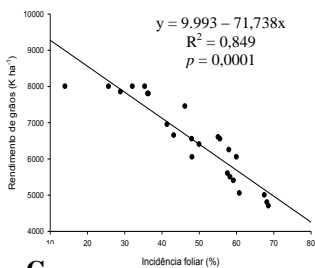
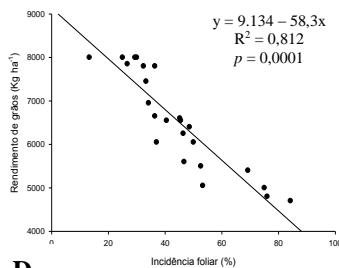
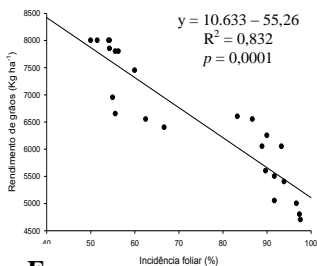
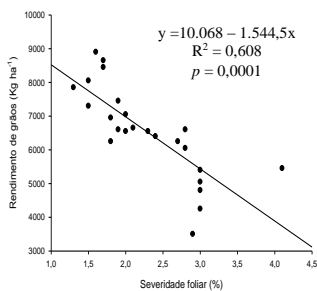
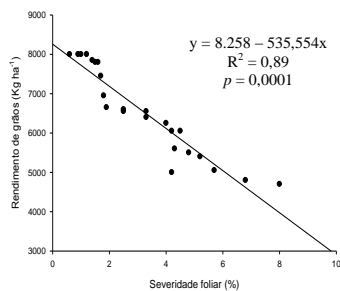
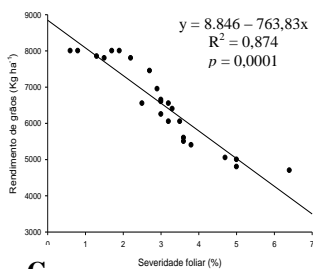
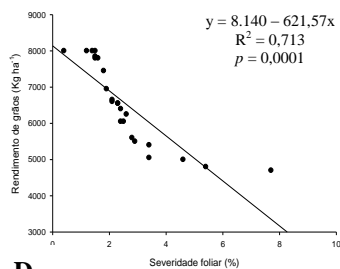
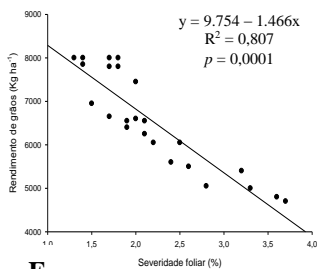
**A****B****C****D****E**

Figura 29 - Relação entre severidade foliar e rendimento de grãos (patossistema múltiplo) no cultivar SCS 116 Satoru, safra 2012/13, em Rio do Oeste, ensaio 3, nos estádios V8 (A), R0 (B), R2 (C), R4 (D) e R6 (E)

**A****B****C****D****E**

## 1.6 CONCLUSÕES

A metodologia de pesquisa empregada neste trabalho com o intuito de gerar o gradiente das doenças foliares em arroz irrigado e do rendimento de grãos foi adequada para obter as funções de dano.

Foi possível obter funções de dano para o patossistema múltiplo brusone, mancha parda e escaudadura nos cultivares de arroz irrigado, SCS 116 Satoru e Epagri 109, havendo variações nos valores de coeficientes de dano em função do estágio fenológico das plantas.

As equações geradas com seus respectivos coeficientes de dano podem ser utilizadas para cálculo de LDE envolvendo o patossistema múltiplo brusone, mancha parda e escaudadura, para os diferentes estádios fenológicos dos cultivares SCS 116 Satoru e Epagri 109 e em cultivares com reação semelhante.

## CAPÍTULO II

### 2 CONTROLE QUÍMICO DE DOENÇAS FOLIARES E SUA RELAÇÃO COM O RENDIMENTO DE GRÃOS, MASSA DE MIL GRÃOS, GRÃOS MANCHADOS E RENDIMENTO INDUSTRIAL DO ARROZ

#### 2.1. RESUMO

A ocorrência de doenças foliares na cultura do arroz irrigado pode reduzir o rendimento e comprometer a qualidade do grão. O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência da aplicação de fungicidas no controle de manchas foliares do patossistema múltiplo brusone, mancha parda e escaldadura e sua relação com o rendimento de grãos, massa de mil grãos, grãos manchados e rendimento industrial (renda do benefício, grãos inteiros e grãos quebrados). Os experimentos foram conduzidos nas safras agrícolas 2010/11 nos municípios de Rio do Sul e Pouso Redondo, 2011/12 e 2012/13 no município de Rio do Oeste, localizados no Alto Vale do Itajaí, estado Santa Catarina. Nos experimentos foram utilizados os cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru, exceto na safra 2012/13, onde somente o SCS 116 Satoru foi avaliado. O delineamento foi em blocos casualizados, com quatro repetições e foram realizados na safra 2010/11 cinco tratamentos e nas safras 2011/12 e 2012/13, seis tratamentos de aplicações de mistura de fungicidas triazol (defenoconazole) e estrobilurina (azoxistrobina), sendo um tratamento (testemunha) sem aplicação. As aplicações de fungicidas ocorreram no estágio vegetativo V8 e nos estádios reprodutivos R0, R2, R4 e R6. A colheita foi feita de forma manual, colhendo-se 2m<sup>2</sup> da área central de cada parcela. Três, quatro e cinco aplicações de fungicida apresentam incremento médio de 20,6%, 25,8% e 38,7% no rendimento, 11,2%, 13,8% e 23,6% na massa de mil grãos, e redução de 27%, 37,8% e 47% na percentagem de grãos manchados, respectivamente. Da mesma forma acontece para o rendimento industrial, aumentam os percentuais em 6,3%, 8,3% e 15,9% da renda de benefício, 15,8%, 20,1% e 40,4% para grãos inteiros e reduz o percentual de grãos quebrados em 15,6%, 20% e 38,1%, respectivamente.

Palavras-chave: *Oryza sativa*. Manchas foliares. Controle químico.

Renda de benefício.

## 2.2. ABSTRACT

Foliar diseases in irrigated rice can reduce yield and grain quality. The objective of this study was to evaluate the chemical control of leaf blights for the multiple pathosystem blast, brown spot and scald and its relationship with grain yield, thousand grain weight, stained grains and industrial yield (income benefit, whole grains and broken grains). The experiments were conducted in the 2010/11 in Pouso Redondo and Rio do Sul, 2011/12 and 2012/13 seasons in Rio do Oeste, located in Alto Vale do Itajai, Santa Catarina state. In all experiments cultivars Epagri 109 and SCS 116 Satoru except in 2012/13 only the SCS 116 Satoru were used. The experimental design was a randomized block with four replications and conducted five (2010/11) and six (seasons 2011/12 and 2012/13). Disease gradient was generated by the number of application of triazole fungicides (difenoconazole) and strobilurin (azoxystrobin) and a control treatment without chemical application. Fungicides applications were performed in the vegetative and reproductive V8, R0, R2, R4 and R6 stages. The harvest was manually done manually en 2.0 m<sup>2</sup> of the central plot area. Three, four and five fungicide applications showed an increase mean of 20.6%, 25.8% and 38.7% yield, 11.2%, 13.8% and 23.6% in thousand grain weight, and a reduction of 27%, 37.8% and 47% in the percentage of stained grains, respectively. Regarding the industrial performance, there were a percentage increase of 6.3%, 8.3% and 15.9% of the income benefit, 15.8%, 20.1% and 40.4% for whole grains and reduced percentage of broken grains 15.6%, 20% and 38.1%, respectively.

Key-words: *Oryza sativa*. Leaf spots. Chemical control. Income benefit.

## 2.3. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) cultivado e consumido em todos os continentes é caracterizado como principal alimento para mais da metade da população mundial, destacando-se, principalmente, em países em desenvolvimento, nos quais, desempenha função estratégica nos níveis econômico e social (WALTER et al., 2008).

Atualmente, a área plantada com arroz irrigado no Estado de Santa Catarina é de aproximadamente 150.100 hectares, com produtividade média de 6.828 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2013a). Porém, esta produtividade média ainda está abaixo da alcançada em lavouras que adotam alto nível tecnológico e do potencial produtivo de áreas experimentais que é de 10 a 12 toneladas ha<sup>-1</sup> (MARIOT et al., 2003; LOPES et al., 2005; BORDIN et al., 2012).

Dentre os fatores limitantes de expressão do potencial produtivo desta cultura, encontram-se as doenças fúngicas foliares que diminuem a área foliar útil das plantas de arroz e, consequentemente, a capacidade da planta de realizar fotossíntese e produzir fotoassimilados, influenciando no enchimento de grãos em plantas infectadas (BEDENDO, 1997). Segundo Balardin & Borin (2001) a ocorrência destas doenças são responsáveis por danos variáveis entre 20 e 50% na produtividade.

Dentre as principais doenças fúngicas foliares, nas regiões produtoras de arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, destacam-se a brusone [*Pyricularia grisea* (Cooke) Saccardo], mancha parda [*Bipolaris oryzae* (Breda de Hann) Shoemaker], mancha estreita [*Cercospora janseana* (Racib) O. Const.] e escaldadura [*Gerlachia oryzae* (Hashioka & Yokogi) W. Gams] (SOSBAI, 2012).

A brusone é considerada a doença do arroz mais expressiva e seu ataque nos estádios de plântula ou no perfilhamento podem comprometer a cultura, assim como severas infecções nas panículas podem reduzir drasticamente a produção (OU, 1985; BALARDIN & BORIN, 2001; PRABHU et al., 2006; SOSBAI, 2012).

A mancha parda é considerada a segunda doença de maior importância para cultura do arroz e segundo Prabhu & Filippi (1997), é uma das principais doenças causadoras de manchas nos grãos, podendo também causar danos de 12 a 30% no peso de grãos cheios por panícula.

Em consequência da inexistência de material genético resistente a doenças fúngicas foliares e o uso intensificado das áreas de cultivo, sérios problemas de natureza sanitária foram criados e segundo Prabhu et al. (2006), as doenças causadas por fungos são os principais problemas da orizicultura mundial.

As doenças fúngicas influenciam a qualidade do arroz causando manchas-nos-grãos e compromete o enchimento e a maturação das espiguetas. Isto ocorre por acelerar a secagem dos grãos em plantas infectadas, predispondo-a a maior incidência de rachaduras quando

ainda no campo e, conseqüentemente, à maior quebra de grãos no beneficiamento (CASTRO et al., 1999).

Ainda segundo Castro et al. (1999) a presença de grãos manchados associados à frequência de grãos gessados e pouco desenvolvidos (meia grana), compromete a qualidade do produto, depreciando o tipo comercial e o rendimento industrial do arroz, afetando diretamente a tipificação comercial do produto.

Em muitos casos, o controle químico tem sido uma das formas mais viáveis para garantir produtividades e atender a demanda da agricultura moderna (KIMATI, 1995; SOSBAI, 2012). Segundo Teló et al. (2012) a aplicação de fungicida na parte aérea das plantas também pode auxiliar a manter a qualidade de sementes e grãos de arroz durante o processo de armazenamento.

Sofiatti & Schuch (2006) destacam que a aplicação de fungicida ocasiona retardamento da senescência das plantas de arroz e, assim, proporciona maior produção de fotoassimilados, favorecendo o enchimento dos grãos. Dimmock & Gooding (2002), ao estudarem o efeito de fungicidas na taxa e na duração do enchimento de grãos em trigo, demonstraram que o controle de doenças refletiu-se em maior duração da área verde da folha bandeira, ampliando o período de enchimento de grãos e aumentando a produtividade. Assim, a aplicação de fungicidas em plantas pode influenciar na evolução do acúmulo de massa seca, condicionando o pleno enchimento das espiguetas fecundadas.

Em trabalhos realizados por Dallagnol et al. (2006), demonstram que a aplicação de fungicidas reduz a severidade de doenças do arroz e aumenta a área foliar verde, resultando em aumento da produtividade de grãos na ordem de 6,1 a 42,1%. Miura et al. (2005) relatam danos no percentual de grãos inteiros provocado pela ocorrência de doenças fúngicas, expressando a importância do fungicida, inclusive no momento da comercialização do arroz, pois é utilizado o percentual de grãos inteiros e grãos gessados no estabelecimento do preço.

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. As indicações técnicas (SOSBAI, 2012) sugerem até duas aplicações de fungicidas durante os estádios de emborrachamento tardio (até 5% de emissão de panículas) e a segunda, 10-15 dias após. Assim, o objetivo



do trabalho foi avaliar o controle de manchas foliares do patossistema múltiplo brusone, mancha parda e escaldadura e sua relação com o rendimento de grãos, massa de mil grãos e grãos manchados e o rendimento industrial (renda do benefício, grãos inteiros e grãos quebrados).

## 2.4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados na safra agrícola de 2010/11, em lavouras comerciais, no município de Pouso Redondo e Rio do Sul, e na safra agrícola de 2011/12 e 2012/13, no município de Rio do Oeste, Alto Vale do Itajaí, estado de Santa Catarina. As coordenadas geográficas destes municípios são 27° 15'29" de latitude sul e 49° 56'02" de longitude oeste, com altitude média de 354 m; 27° 12'51" de latitude sul e 49° 38'35" de longitude oeste, com altitude média de 341 m e 27° 11'33" de latitude sul e 49° 47'48" de longitude oeste e altitude de 365 metros, respectivamente e caracterizados pela presença de verões brandos com chuvas bem distribuídas (EPAGRI, 2013).

Na semeadura foram utilizados os cultivares de arroz Epagri 109 e SCS116 Satoru, cujas características são ciclo tardio (de 136 a 159 dias da semeadura à maturação), medianamente resistente à brusone e sem informação para as demais doenças fúngicas foliares. A semeadura foi no sistema pré-germinado na densidade de 150 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 2).

As adubações de base, a aplicação de adubação nitrogenada, bem como, o controle de plantas invasoras e pragas foram realizados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do arroz no sul do país (SOSBAI, 2012).

Os experimentos foram conduzidos com delineamento experimental em blocos casualizados. Na safra agrícola 2010/11, nos municípios de Pouso Redondo e Rio do Sul, foram realizados cinco tratamentos constituídos aplicações de mistura de fungicidas triazol (difenoconazole) e estrobilurina (azoxistrobina), mais óleo mineral (Nimbus), com quatro repetições, totalizando 20 parcelas por experimento. Nas safras agrícolas de 2011/12 e 2012/13, no município de Rio do Oeste, realizaram-se seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 parcelas por experimento. A área correspondente a cada unidade experimental foi de 5,0 x 2,5 metros.

Os fungicidas foram aplicados em intervalos de 15 a 20 dias pelo uso de pulverizador costal de pressão constante gerado por gás CO<sub>2</sub>

com barra de dois metros de comprimento e seis bicos de pulverização, com volume de calda de 200 litros ha<sup>-1</sup>.

As aplicações de fungicidas ocorreram no estágio vegetativo, final do perfilhamento (V8), e nos estádios reprodutivos, iniciação da panícula (R0), emborrachamento (R2), floração (R4) e grão leitoso (R6).

As avaliações foram realizadas sempre antes de cada aplicação de fungicida, destacando-se 30 folhas expandidas, em 10 plantas, uma folha do extrato inferior, uma do mediano e uma do superior ao acaso de cada parcela experimental.

O arroz foi colhido manualmente, coletando-se 2 m<sup>2</sup> da parte central de cada parcela. A trilha e a limpeza foram realizadas em máquina estacionária, e secado em estufa até atingir umidade de 13%. Posteriormente, realizou-se a pesagem dos grãos, determinando-se o rendimento de grãos por parcela e a conversão para hectare. No laboratório de Fitopatologia do CAV, foi realizada a determinação da massa de mil grãos (MMG) através da pesagem de grãos em balança analítica com quatro repetições de 250 grãos por parcela e a determinação dos grãos manchados (GM) (> 5% da área do grão) pela contagem dos grãos, referente a cada tratamento, em amostras de 50g, com quatro repetições.

O rendimento industrial dos grãos foi realizado no laboratório da CRAVIL (Cooperativa Regional Agropecuária Vale do Itajaí), município de Pouso Redondo/SC. Uma amostra de 100g de cada parcela, isenta de matérias estranhas e impurezas, foi submetido ao beneficiamento, em um mini engenho, Modelo MT 86 Suzuki, para o descascamento e brunimento da amostra. A separação dos grãos inteiros (rendimento dos grãos) e quebrados foi realizada no “trieur” (classificador portátil de cereais, Modelo Tipo C.R.Z.). O percentual de grãos inteiros e quebrados foi obtido de forma direta, pela pesagem dos grãos. A renda do beneficiamento, que significa o percentual entre grãos com casca e grãos descascados, também foi obtida de maneira direta, através da soma do percentual de grãos inteiros e de grãos quebrados.

Os resultados obtidos referente ao número de aplicações de fungicida e sua relação com as variáveis, rendimento de grãos, massa de mil grãos, grãos manchados e rendimento industrial, foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% e as médias comparadas pelo teste de Tukey (P<0,05), pelo uso do programa estatístico SAS versão 9.2.

## 2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas três safras agrícolas houve condições ambientais, tais como, temperatura, umidade do ar, período de molhamento e/ou chuva favorável para o desenvolvimento de manchas foliares na cultura do arroz irrigado. Essas condições favoreceram o aparecimento inicial dos sintomas já na fase vegetativa da cultura. A presença das doenças começou a ser observada a partir da primeira aplicação de fungicida, nos estádios vegetativos V6 (metade do perfilhamento) e V8 (final do perfilhamento). Estes dados permitiram determinar a taxa de progressão da epidemia, indicando uma incidência inicial média de 0,5%, 13,3% e 19,2% e severidade inicial média de 0,03%, 0,33% e 0,48%, para as safras 2010/11, 2011/12 e 2012/13, respectivamente (Tabela 3).

Quanto às doenças foliares, em ambas as safras agrícolas e locais, houve ocorrência concomitante da brusone e da mancha parda, com predominância da brusone. A escaudadura ocorreu nas duas últimas safras durante todo o ciclo da cultura, porém, com menor intensidade que as demais doenças.

Em todas as safras agrícolas houve efeito significativo do número de aplicação de fungicida, o rendimento ( $\text{Kg ha}^{-1}$ ) e a massa de mil grãos (g), com exceção da variável MMG na safra 2010/11.

Na safra 2010/11, no município de Pouso Redondo, os rendimentos variaram de  $9.017 \text{ Kg ha}^{-1}$  a  $10.850 \text{ Kg ha}^{-1}$  e  $9.383 \text{ Kg ha}^{-1}$  a  $11.329 \text{ Kg ha}^{-1}$ , e no município de Rio do Sul, de  $8.137 \text{ Kg ha}^{-1}$  a  $9.112 \text{ Kg ha}^{-1}$  e  $8.675 \text{ Kg ha}^{-1}$  a  $9.240 \text{ Kg ha}^{-1}$ , para os cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru, respectivamente (Tabelas 14, 15, 16 e 17).

Com relação aos percentuais de danos no rendimento foram de 2,9% a 16,9% e 7,5% a 17,2%, e de 1,8% a 10,7% e 1,4% a 6,1%, para os cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru, nos municípios de Pouso Redondo e Rio do Sul, respectivamente (Tabelas 14, 15, 16 e 17).

Para MMG as variações foram de 27,5g a 29,9g e 28g a 29g, 30,7g a 31,8g e 30,7g a 30,9g, e os danos foram 1g a 8g, 2,1g a 3,5g, 0,6g a 3,5g e 0,3g a 0,6g, para os cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru, nos municípios de Pouso Redondo e Rio do Sul, respectivamente (Tabelas 14, 15, 16 e 17).

Tabela 14 - Rendimento de grãos, massa de mil grãos (MMG) e grãos manchados (GM) no cultivar de arroz irrigado Epagri 109 em resposta ao número de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2010/11, em Pouso Redondo, Alto Vale do Itajaí, SC

Tratamento	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )	Dano (%)	MMG (g)	Dano (%)	GM (%)
Sem fungicida	9.017 c	16,89	27,5 ns	8,03	8,71 a
Uma aplicação*	9.700 b	10,59	28,1	6,02	8,14 ab
Duas aplicações*	10.365 a	4,47	29,1	2,68	7,55 ab
Três aplicações*	10.537 a	2,88	29,3	0,98	7,03 b
Quatro aplicações*	10.850 a	--	29,9	--	5,56 c
Média	10.054	8,71	28,8	4,42	7,39
C.V. (%)	3,35	--	2,91	--	7,64

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; ns= não significativo pelo teste F.

\*Aplicação fungicida: uma aplicação (V8), duas aplicações (R0), três aplicações (R2) e quatro aplicações (R4).

Tabela 15 - Rendimento de grãos, massa de mil grãos (MMG) e grãos manchados (GM) no cultivar de arroz irrigado SCS 116 Satoru em resposta ao número de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2010/11, em Pouso Redondo, Alto Vale do Itajaí, SC

Tratamento	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )	Dano (%)	MMG (g)	Dano (%)	GM (%)
Sem fungicida	9.383 c	17,18	28,0 ns	3,45	8,74 a
Uma aplicação*	10.250 b	9,52	28,1	3,10	7,66 ab
Duas aplicações*	10.250 b	9,52	28,1	3,10	6,99 ab
Três aplicações*	10.475 b	7,54	28,4	2,07	5,61 bc
Quatro aplicações*	11.329 a	--	29,0	--	5,47 c
Média	10.337	10,94	28,3	2,93	6,89
C.V. (%)	1,43	--	4,29	--	10,81

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

\*Aplicação fungicida: uma aplicação (V8), duas aplicações (R0), três aplicações (R2) e quatro aplicações (R4).

Tabela 16 - Rendimento de grãos, massa de mil grãos (MMG) e grãos manchados (GM) no cultivar de arroz irrigado Epagri 109 em resposta ao número de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2010/11, em Rio do Sul, Alto Vale do Itajaí, SC

Tratamento	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )	Dano (%)	MMG (g)	Dano (%)	GM (%)
Sem fungicida	8.137 c	10,7	30,7 ns	3,46	6,61 a
Uma aplicação*	8.462 b	7,13	30,8	3,14	6,20 a
Duas aplicações*	8.500 b	6,72	31,3	1,57	6,10 a
Três aplicações*	8.950 a	1,78	31,6	0,63	4,91 b
Quatro aplicações*	9.112 a	--	31,8	--	3,48 b
Média	8.632	6,58	31,2	2,2	5,46
C.V. (%)	1,73	--	3,87	--	14,64

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

\*Aplicação fungicida: uma aplicação (V8), duas aplicações (R0), três aplicações (R2) e quatro aplicações (R4).

Tabela 17 - Rendimento de grãos, massa de mil grãos (MMG) e grãos manchados (GM) no cultivar de arroz irrigado SCS 116 Satoru em resposta ao número de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2010/11, em Rio do Sul, Alto Vale do Itajaí, SC

Tratamento	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )	Dano (%)	MMG (g)	Dano (%)	GM (%)
Sem fungicida	8.675 b	6,11	30,7 ns	0,65	6,13 a
Uma aplicação*	9.062 a	1,93	30,7	0,65	5,22 ab
Dois aplicações*	9.095 a	1,57	30,8	0,32	5,07 bc
Três aplicações*	9.107 a	1,44	30,8	0,32	4,17 cd
Quatro aplicações*	9.240 a	--	30,9	--	3,30 d
Média	9.036	2,76	30,8	0,48	4,77
C.V. (%)	1,69	--	3,02	--	8,5

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

\*Aplicação fungicida: uma aplicação (V8), duas aplicações (R0), três aplicações (R2) e quatro aplicações (R4).

Na safra 2011/12, no município de Rio do Oeste, as variações dos rendimentos foram, 4.388 Kg ha<sup>-1</sup> a 8.625 Kg ha<sup>-1</sup> e 4.090 Kg ha<sup>-1</sup> a 7.750 Kg.ha<sup>-1</sup>, e os percentuais de dano foram de 11,3% a 49,1% e 13,8% a 47,2%, para o cultivar SCS 116 Satoru, ensaios 1 e 2, respectivamente. No ensaio 3, para o cultivar Epagri 109, as variações de rendimentos de 7.800 Kg ha<sup>-1</sup> a 9.163 Kg.ha<sup>-1</sup> e o dano de 2,9% a 14,9% (Tabelas 18, 19 e 20).

As variações na MMG foram 19,2g a 27,2g e 21,3g a 28g, e os percentuais de danos, 6,3% a 29,5% e 5,8% a 24,1%, na cultivar SCS 116 Satoru, ensaio 1 e 2, respectivamente. Para a cultivar Epagri 109, no ensaio 3, a variação da MMG foi de 25,1g a 28,3g, com danos de 0,5% a 11,3% (Tabelas 18, 19 e 20).

Tabela 18 - Rendimento de grãos, massa de mil grãos e grãos manchados no cultivar de arroz irrigado SCS 116 Satoru em resposta ao número de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2011/12, ensaio 1, em Rio do Oeste, Alto Vale do Itajaí, SC

Tratamento	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )	Dano (%)	MMG (g)	Dano (%)	GM (%)
Sem fungicida	4.388 c	49,12	19,22 c	29,49	19,78 a
Uma aplicação*	5.575 bc	35,36	19,69 bc	27,77	13,75 b
Dois aplicações*	5.663 bc	34,34	20,84 bc	23,55	12,10 bc
Três aplicações*	6.763 ab	21,59	21,87 b	19,77	10,52 cd
Quatro aplicações*	7.650 a	11,30	25,53 a	6,34	9,42 d
Cinco aplicações*	8.625 a	--	27,26 a	--	5,28 e
Média	6.444	30,34	22,4	21,38	11,8
C.V. (%)	13,14	--	4,67	--	9,01

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

\*Aplicação fungicida: uma aplicação (V8), duas aplicações (R0), três aplicações (R2), quatro aplicações (R4) e cinco aplicações (R6).



Tabela 19 - Rendimento de grãos, massa de mil grãos e grãos manchados no cultivar de arroz irrigado SCS 116 Satoru em resposta ao número de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2011/12, ensaio 2, em Rio do Oeste, Alto Vale do Itajaí, SC

Tratamento	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )	Dano (%)	MMG (g)	Dano (%)	GM (%)
Sem fungicida	4.090 d	47,22	21,28 d	24,11	13,53 a
Uma aplicação*	4.560 cd	41,16	23,34 cd	16,76	13,43 a
Dois aplicações*	5.770 bc	25,55	24,20 bc	13,69	13,30 a
Três aplicações*	6.100 b	21,29	25,87 abc	7,74	12,03 b
Quatro aplicações*	6.680 ab	13,81	26,42 ab	5,78	10,55 c
Cinco aplicações*	7.750 a	--	28,04 a	--	8,60 d
Média	5.825	29,81	24,85	13,62	11,90
C.V. (%)	9,24	--	4,42	--	4,09

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

\*Aplicação fungicida: uma aplicação (V8), duas aplicações (R0), três aplicações (R2), quatro aplicações (R4) e cinco aplicações (R6).

Tabela 20 - Rendimento de grãos, massa de mil grãos e grãos manchados no cultivar de arroz irrigado Epagri 109 em resposta ao número de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2011/12, ensaio 3, em Rio do Oeste, Alto Vale do Itajaí, SC

Tratamento	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )	Dano (%)	MMG (g)	Dano (%)	GM (%)
Sem fungicida	7.800 b	14,88	25,13 b	11,3	9,83 a
Uma aplicação*	8.413 ab	8,19	26,64 ab	5,97	7,67 b
Duas aplicações*	8.525 ab	6,96	26,96 ab	4,84	6,03 c
Três aplicações*	8.600 ab	6,14	28,07 a	0,92	4,58 d
Quatro aplicações*	8.900 a	2,87	28,18 a	0,53	4,45 d
Cinco aplicações*	9.163 a	--	28,33 a	--	3,18 e
Média	8.566	7,81	27,22	4,71	5,96
C.V. (%)	5,23	--	3,92	--	7,30

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

\*Aplicação fungicida: uma aplicação (V8), duas aplicações (R0), três aplicações (R2), quatro aplicações (R4) e cinco aplicações (R6).

Na safra 2012/13, as variações no rendimento foram de 4.875 Kg.ha<sup>-1</sup> a 7.150 Kg.ha<sup>-1</sup>, 3.050 Kg.ha<sup>-1</sup> a 6.250 Kg.ha<sup>-1</sup> e 4.888 Kg.ha<sup>-1</sup> a 7.913 Kg.ha<sup>-1</sup>, e os danos foram de 7,8% a 31,8%, 3,1% a 51,2% e 1,26% a 38,2%, ensaios 1, 2 e 3, cultivar SCS 116 Satoru, respectivamente.

Na massa de MMG, variação de 25,8g a 29,3g, 16,3g a 27,1g e 20,8g a 27,7g, com danos de 0,3% a 11,8%, 10% a 39,9% e 2,9% a 25%, cultivar SCS 116 Satoru, ensaios 1, 2 e 3, respectivamente (Tabelas 21, 22 e 23).

Tabela 21 - Rendimento de grãos, massa de mil grãos e grãos manchados no cultivar de arroz irrigado SCS 116 Satoru em resposta ao número de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2012/13, ensaio 1, em Rio do Oeste, Alto Vale do Itajaí, SC

Tratamento	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )	Dano (%)	MMG (g)	Dano (%)	GM (%)
Sem fungicida	4.875 c	31,75	25,81 c	11,80	8,48 a
Uma aplicação*	5.125 bc	28,25	26,23 c	10,36	7,73 a
Dois aplicações*	6.038 abc	15,52	27,47 b	6,11	6,60 b
Três aplicações*	6.175 ab	13,57	28,86 a	1,37	5,88 bc
Quatro aplicações*	6.588 a	7,83	29,18 a	0,27	5,17 c
Cinco aplicações*	7.150 a	--	29,26 a	--	4,78 c
Média	5.992	19,38	27,80	5,98	6,44
C.V. (%)	8,48	--	1,39	--	7,76

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

\*Aplicação fungicida: uma aplicação (V8), duas aplicações (R0), três aplicações (R2), quatro aplicações (R4) e cinco aplicações (R6).

Tabela 22 - Rendimento de grãos, massa de mil grãos e grãos manchados no cultivar de arroz irrigado SCS 116 Satoru em resposta ao número de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2012/13, ensaio 2, em Rio do Oeste, Alto Vale do Itajaí, SC

Tratamento	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )	Dano (%)	MMG (g)	Dano (%)	GM (%)
Sem fungicida	3.050 c	51,20	16,29 e	39,84	10,12 a
Uma aplicação*	3.413 bc	45,44	16,45 e	39,25	10,04 a
Dois aplicações*	3.988 b	36,16	19,39 d	28,40	9,89 a
Três aplicações*	5.688 a	8,96	23,32 c	13,88	9,66 a
Quatro aplicações*	6.063 a	3,04	24,38 b	9,97	7,14 b
Cinco aplicações*	6.250 a	--	27,08 a	--	6,23 b
Média	4.742	28,96	21,15	26,27	9,72
C.V. (%)	7,06	--	2,01	--	8,28

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

\*Aplicação fungicida: uma aplicação (V8), duas aplicações (R0), três aplicações (R2), quatro aplicações (R4) e cinco aplicações (R6).

Tabela 23 - Rendimento de grãos, massa de mil grãos e grãos manchados no cultivar de arroz irrigado SCS 116 Satoru em resposta ao número de aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2012/13, ensaio 3, em Rio do Oeste, Alto Vale do Itajaí, SC

Tratamento	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )	Dano (%)	MMG (g)	Dano (%)	GM (%)
Sem fungicida	4.888 d	38,18	20,83 d	25,04	7,51 a
Uma aplicação*	5.638 cd	28,70	23,98 c	13,71	7,42 a
Duas aplicações*	6.363 bc	19,60	25,79 b	7,20	7,09 a
Três aplicações*	6.638 b	16,06	25,99 b	6,48	6,78 ab
Quatro aplicações*	7.813 a	1,26	26,99 ab	2,88	6,49 ab
Cinco aplicações*	7.913 a	--	27,79 a	--	5,82 b
Média	6.542	20,76	25,23	11,06	6,85
C.V. (%)	6,28	--	2,90	--	6,70

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

\*Aplicação fungicida: uma aplicação (V8), duas aplicações (R0), três aplicações (R2), quatro aplicações (R4) e cinco aplicações (R6).

Os maiores valores de rendimento ocorreram na safra 2010/11 e conseqüentemente os percentuais de danos também foram inferiores quando comparados com as outras duas safras. Para a variável MMG, não houve interação significativa com o número de aplicação de fungicidas. Isto ocorreu em virtude da menor intensidade de doenças fúngicas foliares, que tiveram como resultados das avaliações nos estádios fenológicos V8, R0, R2 e R4, os seguintes percentuais médios: 8,2% e 0,4%; 6,4% e 0,6%; 7,8% e 0,4, e 7,5% e 0,4%, com médias de todos os tratamentos de 7,5% e 0,5%, para incidência e severidade, respectivamente, em ambos os municípios.

Os maiores danos que ocorreram nos componentes de rendimento nas duas últimas safras foi em decorrência da maior intensidade das doenças fúngicas foliares. Na safra 2011/12 os percentuais médios das avaliações para os estádios fenológicos V8, R0, R2, R4 e R6, foram 17% e 0,9%; 17,1% e 0,6%; 14,8% e 0,7%; 38,4% e 1,1%, e 47,8% e 1,1%, com média geral dos tratamentos de 27% e 0,8%; na safra 2012/13, as médias das avaliações nos estádios V6, V8,

R0, R2, R4 e R6, foram 64,4% e 4,3%; 44,8% e 2,5%; 58,3% e 2,94%; 43,3% e 2,3%; 51,1% e 2,5%, e 62,5% e 2,6%, com média dos tratamentos de 53,7% e 2,7%, para incidência e severidade, respectivamente. Os maiores valores de intensidade explicam também o menor rendimento de grãos nesta última safra (média nos 3 ensaios = 5.758 Kg ha<sup>-1</sup>).

Quanto a MMG, o ensaio 1 (safra 2011/12) e o ensaio 2 (safra 2012/13) apresentaram os menores valores, 22,4g e 21,2g, respectivamente. Este decréscimo ocorreu virtude maior intensidade das doenças foliares nestes ensaios (Tabela 3).

As variações dos danos obtidos neste trabalho quanto ao rendimento, 6,1 a 51,2%, corroboram com Dallagnol et al. (2006), que relatam que a aplicação de fungicidas reduz a severidade de doenças, resultando em aumento da produtividade de grãos na ordem de 6,1 a 42,1%, e Sofiatti & Schuch (2006) que destacam que a aplicação de fungicida proporciona maior produção de fotoassimilados favorecendo o enchimento dos grãos. Celmer et al. (2007) verificaram que o rendimento de grãos de diferentes cultivares de arroz foi influenciado pelo controle químico das doenças foliares. O mesmo autor considera que o controle de doenças pode ser uma importante ferramenta para manutenção da estabilidade de produção de grãos. Marzari et al. (2007), concluíram que a diminuição da severidade de doenças, pelo controle químico, propicia o aumento da produtividade em arroz irrigado.

Em outros trabalhos, Santos et al. (2009) constataram acréscimo na ordem de 34,8%, quando realizadas duas aplicações no cultivar Epagri 108, comparado com a testemunha, sem aplicação de fungicida. Maciel & Tronchoni (2003) relataram acréscimo no rendimento de grãos em 20% devido ao controle químico das doenças foliares no cultivar IRGA 417. A resposta à aplicação de fungicida é diferente para cada cultivar (CELMER; BALARDIN, 2003; PRABHU et al., 2003; SILVA et al., 2003) e é influenciada pelas condições meteorológicas durante o desenvolvimento da cultura.

A intensidade das doenças foliares foi variável de acordo com o número de aplicações e a redução das doenças resultou em incrementos significativos nos componentes de rendimentos em todas as safras e locais. Este acréscimo em função do uso de fungicida pode estar relacionado à maior suscetibilidade dos cultivares a doenças, que resulta na diminuição da área fotossintética das folhas e conseqüentemente a capacidade de produzir fotoassimilados, causando danos no enchimento dos grãos.

Quanto à percentagem de grãos manchados (GM), em ambas as safras e locais, houve interação significativa em resposta ao número de aplicação de fungicida. Na safra 2010/11, no município de Pouso Redondo, as variações foram de 5,6% a 8,7% e 5,5% a 8,7%, e no município de Rio do Sul, 3,5% a 6,6% e 3,3% a 6,1%, para os cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru, respectivamente (Tabelas 14, 15, 16 e 17).

Na safra 2011/12, no município de Rio do Oeste, variação de 5,3% a 19,8% e 8,6% a 13,5%, cultivar SCS 116 Satoru, ensaios 1 e 2, respectivamente, e 3,2% a 9,8%, no ensaio 3, para o cultivar Epagri 109 (Tabelas 18, 19 e 20). Para a safra 2012/13, as variações foram de 4,8% a 8,5%, 6,2% a 10,1% e 5,8% a 7,5%, cultivar SCS 116 Satoru, nos ensaios 1, 2 e 3, respectivamente (Tabelas 21, 22 e 23).

A menor percentagem de GM na safra 2010/11 (média = 6,1%), pode ser explicada pela menor intensidade de doenças fúngicas foliares (Tabelas 14, 15, 16 e 17). Já os maiores percentuais na safra 2011/12 (média = 9,9%), principalmente nos ensaios 1 e 2 (média = 11,9%), foi devido a maior incidência da mancha parda, que segundo Prabhu & Filippi (1997) é considerada uma das principais doenças causadoras de manchas nos grãos de arroz.

Os tratamentos que apresentaram maior severidade de doenças foliares também apresentaram maior percentual de grãos manchados, mostrando a importância das lesões nas folhas como fonte de inóculo para os grãos. Segundo Malavolta et al. (2002) a emergência e a sobrevivência de plântulas de arroz são inversamente proporcionais à incidência de manchas na semente, que além de afetar o estande inicial da lavoura, os fungos necrotróficos, servem de meio de disseminação para novas áreas ou aumento do inóculo na lavoura, podendo desencadear o desenvolvimento de epidemias.

Com relação ao rendimento industrial (renda do benefício, percentagem de grãos inteiros e quebrados), na safra 2010/11, não houve interação significativa com o número de aplicações de fungicida. Isto pode ter ocorrido devido à baixa intensidade de doenças foliares, que conseqüentemente, obteve-se as melhores percentagens para o rendimento industrial. No município de Rio do Sul, todos os percentuais (renda do benefício, grãos inteiros e quebrados) estiveram de acordo com o padrão estabelecido nas Normas Específicas de Arroz, que consideram 58% de grãos inteiros e 10% de grãos quebrados em um total de 68% de arroz brunido. Já no município de Pouso Redondo, somente a renda do benefício (68%) obteve percentual de acordo com o padrão (CONAB, 2013b) (Tabelas 24 e 25).

Tabela 24 - Qualidade industrial: renda do benefício (%), grãos inteiros (%) e grãos quebrados (%) dos cultivares Epagri 109 e SCS116 Satoru em resposta à aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2010/11, em Pouso Redondo, Alto Vale do Itajaí, SC

Tratamento	Epagri 109			SCS 116 Satoru		
	Benefício (%)	Inteiros (%)	Quebrados (%)	Benefício (%)	Inteiros (%)	Quebrados (%)
Sem fungicida	67 <sup>ns</sup>	55 <sup>ns</sup>	12 <sup>ns</sup>	68 <sup>ns</sup>	54 <sup>ns</sup>	14 <sup>ns</sup>
Uma aplicação*	68	55	13	67	54	13
Dois aplicações*	68	56	12	69	54	15
Três aplicações*	68	57	11	68	56	12
Quatro aplicações*	69	58	11	68	55	13
Média	68	56,2	11,8	68,2	54,6	13
C.V. (%)	2,32	2,43	3,51	4,01	3,28	2,87

ns: não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

\*Aplicação fungicida: uma aplicação (V8), duas aplicações (R0), três aplicações (R2) e quatro aplicações (R4).



Tabela 25 - Qualidade industrial: renda do benefício (%), grãos inteiros (%) e grãos quebrados (%) dos cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru em resposta à aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2010/11, em Rio do Sul, Alto Vale do Itajaí, SC

Tratamento	Epagri 109			SCS 116 Satoru		
	Benefício (%)	Inteiros (%)	Quebrados (%)	Benefício (%)	Inteiros (%)	Quebrados (%)
Sem fungicida	69 <sup>ns</sup>	57 <sup>ns</sup>	12 <sup>ns</sup>	67 <sup>ns</sup>	57 <sup>ns</sup>	11 <sup>ns</sup>
Uma aplicação*	69	59	10	68	59	9
Dois aplicações*	69	60	9	68	58	10
Três aplicações*	68	57	11	69	58	9
Quatro aplicações*	70	58	12	69	60	9
Média	69	58,2	10,8	68,2	58,4	10
C.V. (%)	3,21	2,56	3,56	2,98	4,22	3,62

ns: não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

\*Aplicação fungicida: uma aplicação (V8), duas aplicações (R0), três aplicações (R2) e quatro aplicações (R4).

Entretanto, nas safras 2011/12 e 2012/13, houve interação significativa para o rendimento industrial em resposta ao número de aplicação de fungicida.

Na safra 2011/12, a renda do benefício variou de 55% a 69% (ensaio 1), 57% a 66% (ensaio 2) e 63% a 67% (ensaio 3). As percentagens de grãos inteiros foram de 20% a 47% (ensaio 1), 28% a 44% (ensaio 2) e 40% a 48% (ensaio 3) e a percentagem de grãos quebrados foi de 22% a 35% (ensaio 1), 22% a 30% (ensaio 2) e 19% a 23% (ensaio 3) (Tabela 26).

Na safra 2012/13, a renda do benefício variou de 61% a 70% (ensaio 1), 51% a 68% (ensaio 2) e 56% a 68% (ensaio 3). As percentagens de grãos inteiros foram de 40% a 58% (ensaio 1), 24% a 55% (ensaio 2) e 30% a 54% (ensaio 3) e a percentagem de grãos quebrados foi de 12% a 22% (ensaio 1), 13% a 27% (ensaio 2) e 13% a 26% (ensaio 3) (Tabela 27).

Tabela 26 - Qualidade industrial: renda do benefício (%), grãos inteiros (%) e grãos quebrados (%) do cultivar SCS 116 Satoru (ensaio 1 e 2) e Epagri 109 (ensaio 3), em resposta à aplicação de fungicidas, na safra agrícola de 2011/12, em Rio do Oeste, Alto Vale do Itajaí, SC

Tratamento	Ensaio 1			Ensaio 2			Ensaio 3		
	SCS 116 Satoru			SCS 116 Satoru			Epagri 109		
	Benefício (%)	Inteiros (%)	Quebrados (%)	Benefício (%)	Inteiros (%)	Quebrados (%)	Benefício (%)	Inteiros (%)	Quebrados (%)
Sem fungicida	55 d	20 e	35 a	57 b	28 c	30 a	63 <sup>ns</sup>	40 b	23 a
Uma aplicação *	60 c	26 d	34 a	61 ab	31 c	29 a	63	41 b	23 a
Duas aplicações *	61 c	31 c	30 ab	61 ab	38 b	26 ab	64	43 ab	23 a
Três aplicações *	63 bc	37 b	26 bc	63 a	39 b	23 b	65	43 ab	22 ab
Quatro aplicações *	66 ab	44 a	23 c	65 a	41 ab	22 b	67	45 ab	21 ab
Cinco aplicações *	69 a	47 a	22 c	66 a	44 a	22 b	67	48 a	19 b
Média	62	34	28	62	37	25	65	43	22
C.V. (%)	2,97	4,85	7,71	3,73	6,04	7,76	3,92	6,48	8,19

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo pelo teste F.

\*Aplicação fungicida: uma aplicação (V8), duas aplicações (R0), três aplicações (R2), quatro aplicações (R4) e cinco aplicações (V6).

Tabela 27 - Qualidade industrial: renda do benefício (%), grãos inteiros (%) e grãos quebrados (%) do cultivar SCS 116 Satoru em resposta à aplicação de fungicidas, ensaio 1, 2 e 3, na safra agrícola de 2012/13, em Rio do Oeste, Alto Vale do Itajaí, SC

Tratamento	Ensaio 1			Ensaio 2			Ensaio 3		
	SCS 116 Satoru			SCS 116 Satoru			SCS 116 Satoru		
	Benefício	Inteiros	Quebrados	Benefício	Inteiros	Quebrados	Benefício	Inteiros (%)	Quebrados
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Sem fungicida	61 c	40 e	22 a	51 db	24 d	27 a	56 e	30 f	26 a
Uma aplicação *	65 b	45 d	21 ab	52 d	27 d	25 a	60 d	35 e	25 a
Duas aplicações *	67 ab	50 c	18 bc	57 c	32 c	25 a	63 c	41 d	22 b
Três aplicações *	70 a	53 b	17 cd	61 b	40 b	21 b	65 b	43 c	22 b
Quatro aplicações *	70 a	57 a	13 de	66 a	52 a	14 c	68 a	50 b	18 c
Cinco aplicações *	70 a	58 a	12 e	68 a	55 a	13 c	68 a	54 a	13 d
Média	67	51	17	59	38	21	63	42	21
C.V. (%)	1,83	2,61	9,53	1,97	6,04	7,87	1,92	1,78	3,84

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo pelo teste F.

\*Aplicação fungicida: uma aplicação (V8), duas aplicações (R0), três aplicações (R2), quatro aplicações (R4) e cinco aplicações (V6).

Apesar das aplicações de fungicida ter influenciado positivamente sobre o rendimento industrial, os percentuais referentes a todos os tratamentos, na safra 2011/12, foram inferiores ao da safra anterior e do padrão estabelecido pela CONAB (2013b). O mesmo aconteceu para a safra 2012/13, com exceção dos tratamentos com quatro e cinco aplicações de fungicidas tiveram percentagem de renda de benefício de acordo com o padrão. O que pode explicar é a maior intensidade de doenças fúngicas foliares nesta safra, com médias de 27% e 0,9%, 54% e 2,7%, de incidência e severidade, respectivamente.

Segundo Castro et al. (1999) em plantas infectadas ocorre a aceleração da maturação das espiguetas e a secagem dos grãos, predispondo-a a maior incidência de rachaduras quando ainda no campo e, conseqüentemente, à maior quebra de grãos no beneficiamento.

A aplicação de fungicida aumentou o percentual de grãos inteiros e estes resultados corroboram com Teló et al. (2012) que também encontraram interação significativa entre os cultivares BR-IRGA 409 e IRGA 423, independentemente do momento de aplicação do fungicida.

Fazendo uma análise econômica de custo/benefício, tomamos como exemplo na safra 2012/13, o cultivar SCS 116 Satoru, tratamento T4 (três aplicações de fungicidas) em relação ao tratamento T3 (duas aplicações, sugerido pelas Indicações Técnicas/SOSBAI). O custo de controle na cultura do arroz irrigado é aproximadamente R\$ 100,00/hectare e o preço de venda da saca de arroz R\$ 31,00 (Fonte: Cooperativa Regional Agropecuária Vale do Itajaí – CRAVIL/Rio do Sul/SC), temos um incremento de 1.700 Kg ha<sup>-1</sup> (34 sacas). Substituindo, temos: 34 sacas x R\$ 31,00 = R\$ 1.054,00 – R\$ 100 (uma aplicação a mais de fungicidas), têm-se uma receita líquida R\$ 954,00/hectare (Tabela 28).

Tabela 28 – Análise econômica: tratamentos, n° de aplicações, custo da aplicação, produtividade, receita bruta e líquida, referente ao cultivar SCS 116 Satoru, na safra agrícola de 2012/13, em Rio do Oeste, Alto Vale do Itajaí, SC

Tratamento	Aplicações (n°)	Custo da Aplicação <sup>1</sup> (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Produt. (Kg ha <sup>-1</sup> )	Receita Bruta <sup>2</sup> (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Receita líquida (R\$ ha <sup>-1</sup> )
T1	0	0	3.050	1.891	1.891
T2	1	100,00	3.413	2.116	2.016
T3	2	200,00	3.988	2.473	2.273
T4	3	300,00	5.688	3.527	3.227
T5	4	400,00	6.063	3.759	3.359
T6	5	500,00	6.250	3.875	3.375

<sup>1</sup>Aplicação = R\$ 100,00; <sup>2</sup>Preço de venda do arroz (R\$ 31,00 / saca ou R\$ 620,00 tonelada) (Fonte: CRAVIL /Rio do Sul).

Para a maioria dos tratamentos (72%) nas safras e locais, houve retorno econômico em relação ao número de aplicação de fungicidas. A utilização de três, quatro e cinco aplicações de fungicida aumentou o rendimento de grãos e mostrou-se vantajosa economicamente em relação aos demais tratamentos, principalmente no município de Rio do Oeste, onde a intensidade de doenças foliares foi maior. Portanto, o uso de fungicida foi eficiente no controle de doenças foliares e a sua utilização é importante para a proteção da área foliar das plantas de arroz.

## 2.6 CONCLUSÕES

A aplicação de fungicidas em diferentes estádios fenológicos da cultura do arroz irrigado, respeitando o intervalo de persistência do fungicida, possibilita aumento do rendimento, do peso e rendimento industrial dos grãos. Da mesma forma, a percentagem de grãos manchados reduz de acordo com a frequência da aplicação de fungicida.

A magnitude do dano causado pelas doenças foliares evidenciou-se quando o rendimento de grãos da testemunha se diferenciou do rendimento máximo obtido com a aplicação de fungicida, com 51,2% de redução.

A eficiência de controle das doenças foliares do arroz e o acréscimo nos componentes de rendimento foram maiores quando realizadas três, quatro e cinco aplicações de fungicidas, por reduzir significativamente a intensidade da brusone, mancha parda e escaldadura, principalmente nos estádios reprodutivos R2, R4 e R6.

## CAPÍTULO III

### 3 DETERMINAÇÃO DO TAMANHO DA AMOSTRA E PERCENTAGEM DE SEMENTES MANCHADAS EM CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO NO ALTO VALE DO ITAJAÍ/SC

#### 3.1 RESUMO

A qualidade das sementes de arroz pode ser afetada pela ocorrência de microrganismos, tanto para condições de implantação da cultura como durante o armazenamento. Sementes de arroz irrigado dos cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru, obtidas de experimentos realizados em Pouso Redondo/SC e Rio do Sul/SC, safra 2010/11, e em Rio do Oeste/SC, safra 2011/12, foram avaliadas com o objetivo de determinar o tamanho da amostra mais representativo quanto à percentagem de sementes manchadas. Foi utilizado sete tamanhos de amostras: 1, 2, 5, 10, 20, 40 e 80 gramas, com quatro repetições cada. As percentagens de sementes manchadas para estes cultivares, locais e safras não diferiram significativamente nas amostras com 20, 40 e 80 gramas. O tamanho da amostra que melhor representa a população em estudo para a avaliação de sementes manchadas destes cultivares é 30 g.

**Palavras-chave:** Amostra representativa. *Oryza sativa*. Qualidade de sementes.

#### 3.2 ABSTRACT

The quality of rice seeds can be affected by the occurrence of microorganisms, both conditions for seedling rice establishment as during the storage. Seeds of rice cultivars Epagri 109 and SCS 116 Satoru obtained from experiments performed in Pouso Redondo and Rio do Sul, at 2010/11 growing season, and in Rio do Oeste in 2011/12 growing season, Santa Catarina state, were evaluated with the objective of determine the sample size most representative to evaluate the spotted seeds. Were used seven sizes of samples: 1, 2, 5, 10, 20, 40 and 80 grams, with four replicates each. The percentages of spotted seeds for these cultivars, places and seasons did not differ significantly in the

sample size from 20, 40 and 80 grams. The sample size that best represent the study population for the assessment of spotted seeds of these cultivars is 30 g.

**Key-words:** *Oryza sativa*. Quality of seeds, Representative sample.

### 3.3 INTRODUÇÃO

A semente é um dos componentes essenciais para a produção agrícola. A qualidade genética da semente, associada às suas características físicas, sanitárias e fisiológicas são determinantes para a planta atingir o máximo do seu potencial produtivo. Segundo Peske et al. (2006) sementes infectadas podem não apresentar viabilidade ou serem de baixo vigor e pequenas quantidades de inóculo podem ter uma grande significância epidemiológica.

O aumento de problemas fitossanitários tem exigido incremento no controle da qualidade de sementes (ARAÚJO; ROSSETO, 1987; JULIATTI, 2010). Em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.), a presença de “mancha dos grãos”, deprecia a sua qualidade, visto que as glumelas manchadas ou totalmente escurecidas podem interferir não apenas na comercialização de grãos, mas também afetar negativamente na qualidade fisiológica e sanitária de sementes (PRABHU; BEDENDO, 1982; RIBEIRO; TANAKA, 1984; RIBEIRO, 1988).

A mancha dos grãos está associada a um complexo de patógeno fúngico ou bacteriano, incluindo *Drechslera oryzae* (Breda de Haan) Subramanian & Jain, *Phoma sorghina* (Sacc.) Boerema, Dorenbosch & Van Kesteren, *Alternaria padwickii* (Ganguly) Ellis, *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc, *Microdochium oryzae* (Hashioka & Yokogi) Samuels & Hallett, *Sarocladium oryzae* (Sawada) W. Gams, além de diferentes espécies de *Curvularia*, *Nigrospora* e *Fusarium*. As manchas aparecem desde o início da emissão das panículas até o seu amadurecimento e a maioria dos patógenos tem a semente como a principal via de disseminação (RIBEIRO; TANAKA, 1984; RIBEIRO, 1988; MEW; MISRA, 1994; SCHUCH et al., 2006; LOBO et al., 2006). Segundo Soave (1985) as manchas causadas por este complexo de patógenos, depreciam o aspecto das sementes levando o descarte do lote e, no caso de produção de grãos, redução do valor do produto e conseqüentemente a renda do produtor.

Observa-se na literatura a carência de trabalhos para avaliação de percentagens de sementes manchadas, bem como, a inexistência de



um tamanho de amostra padronizado para estas determinações. Soave et al. (1988) utilizaram 5 gramas para avaliação de manchas em 128 amostras de 16 cultivares de arroz-de-sequeiro. Bicca et al. (1998) utilizaram amostra de 20 gramas de sementes para avaliar percentagem de sementes manchadas na região sul do estado do Rio Grande do Sul. Malavolta et al. (2007) usaram amostras com 100 sementes para avaliar severidade de manchas nos genótipos de arroz do programa de melhoramento genético do Instituto Agronômico de Campinas.

Há existência de alguns critérios e procedimentos já estabelecidos para quantificação de alguns parâmetros, como por exemplo, grãos ardidos em milho, através da utilização da Portaria 11/96 (BRASIL, 1996), onde faz inferência à incidência de grão ardido em uma amostra de 250 gramas, porém, para sementes de arroz ainda não existem estes critérios definidos.

A definição do tamanho da amostra a ser selecionada é uma importante decisão para qualquer planejamento amostral, cujo objetivo é determinar o tamanho mínimo de uma amostra que satisfaça aos requisitos de precisão estabelecidos. Segundo Pocinho (2009) amostra é um subconjunto retirado da população, que se supõe ser representativos de todas as características da mesma, sobre a qual será feito o estudo com o objetivo de serem tiradas conclusões válidas sobre a população. O tamanho de uma amostra é relativo, isto é, depende do tamanho da população.

Segundo as Regras de Análises de Sementes - RAS (BRASIL, 2009) amostra é uma pequena porção de sementes retirada de um ponto do lote dando origem à amostra composta, que é formada pela combinação e mistura de todas as amostras simples. Como esta amostra é usualmente bem maior, necessita ser adequadamente reduzida, sendo considerada a amostra de trabalho para realização dos testes no laboratório.

Para dimensionarmos o tamanho de uma amostra, o procedimento desenvolve-se a partir do conhecimento do tipo de variável (contínua ou discreta) e população (finita ou infinita). Considerando o objeto em estudo, quando se utiliza contagem, no nosso caso, sementes com e sem manchas, fala-se em valores discretos porque aborda um valor exato e a população é infinita porque o número de elementos é muito elevado (sementes), ou seja, não temos uma população fixa.

Para avaliações de severidade de manchas em sementes de arroz é importante o desenvolvimento de metodologias, que são consideradas

ferramentas fundamentais para caracterizar materiais com base genética desejável, como indicações aos programas de melhoramento e avaliação da qualidade sanitária das sementes.

O cálculo do tamanho da amostra é um componente essencial no delineamento da pesquisa. A essência deste cálculo é determinar a quantidade de elementos necessários para compor a amostra a fim de se obter resultados válidos, porque amostras desnecessariamente grandes acarretam desperdício de tempo e dinheiro; e amostras demasiadamente pequenas podem levar a resultados não confiáveis (TRIOLA, 1999). Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar o tamanho de uma amostra de trabalho que melhor represente a população em estudo e a avaliação de sementes manchadas em cultivares de arroz.

### 3.4 MATERIAL E MÉTODOS

As sementes foram obtidas de experimentos instalados na safra agrícola de 2010/11, em lavouras comerciais, no município de Pouso Redondo (dois ensaios) e Rio do Sul (dois ensaios), e na safra agrícola de 2011/12 no município de Rio do Oeste (três ensaios), Alto Vale do Itajaí, estado de Santa Catarina. As coordenadas geográficas destes municípios são 27° 15'29" de latitude sul e 49° 56'02" de longitude oeste, com altitude média de 354 m; 27° 12'51" de latitude sul e 49° 38'35" de longitude oeste, com altitude média de 341 m e 27° 11'33" de latitude sul e 49° 47'48" de longitude oeste e altitude de 365 metros, respectivamente e caracterizados pela presença de verões brandos com chuvas bem distribuídas (EPAGRI, 2013).

Na semeadura foi utilizado os cultivares de arroz Epagri 109 e SCS 116 Satoru, cujas características são ciclo tardio (de 136 a 159 dias da semeadura à maturação) e resistência moderada a brusone. A semeadura foi no sistema pré-germinado na densidade de 120 kg ha<sup>-1</sup>.

As adubações de base, a aplicação de adubação nitrogenada, bem como, o controle de plantas invasoras e pragas foram realizados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do arroz no sul do país (SOSBAI, 2010).

Este trabalho faz parte de um projeto de pesquisa, que tem como objetivo principal obter o Limiar de Dano Econômico (LDE) como critério indicador do momento para controle químico de doenças fúngicas foliares em arroz irrigado. Para estes ensaios, o delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e

quatro repetições, totalizando 20 parcelas por experimento, com dimensões das parcelas de 2,5 x 5 m (12,5 m<sup>2</sup>).

A colheita das sementes foi realizada manualmente, no dia 01/04/2011 em Pouso Redondo e 14/04/2011 em Rio do Sul. Em Rio do Oeste, ocorreu no dia 09/03/2012. O arroz foi trilhado mecanicamente e secado em estufa até atingir umidade de 13%. Foi retirada de cada parcela uma amostra simples de sementes que deram origem a amostra composta. Desta amostra homogeneizada retirou-se à amostra média para a realização deste trabalho. As avaliações de sementes manchadas foram realizadas no Laboratório de Fitopatologia do CAV/UEDESC/Lages/SC, assim distribuídas: T1 = 1 g; T2 = 2 g; T3 = 5 g; T4 = 10 g; T5 = 20 g; T6 = 40 g e T7 = 80 g, com quatro repetições cada amostra. Sementes correspondentes a cada amostra foram separadas quanto à presença de sementes com manchas (>5% de severidade) e sementes sem manchas (<5% de severidade). Realizou-se a pesagem e a determinação da percentagem das sementes manchadas. Também foi determinado o número de sementes por tamanho de amostra, por regra de três simples, uma vez conhecido o peso de mil sementes (PMS).

Para a determinação do tamanho da amostra utilizou-se à equação  $n = Z^2 \alpha / 2 \times p \times q / E^2$  (TRIOLA, 1999), em que:

$n$  = número de indivíduos na amostra (número de sementes)

$Z\alpha/2$  = valor fixo da tabela com 5% de erro e 95% de confiança = 1,96 (TRIOLA, 1999)

$p$  = proporção populacional de indivíduos que pertence a categoria que estamos interessados em estudar (sementes manchadas).

$q$  = proporção populacional de indivíduos que não pertence à categoria que estamos interessados em estudar (sementes sem manchas).

$E$  = margem de erro ou erro máximo permitido de estimativa. Identifica a diferença máxima entre a proporção amostral e a verdadeira proporção populacional ( $p$ ).

Para os valores de “ $p$  e  $q$ ” neste caso, tem-se 50 % de chance de ter e 50 % de não ter sintomas de manchas nas sementes. Não pode-se evitar a ocorrência do erro amostral, porém, pode-se limitar seu valor através da escolha de uma amostra de tamanho adequado (TRIOLA, 1999), portanto, para os valores de “ $E$ ”, foi utilizado 3%, valor clássico para estimativas de proporções e também por estar abaixo do nível de significância de 5% em  $Z$ .

Quanto à avaliação da percentagem de sementes manchadas, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% e as médias comparadas estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

### 3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.5.1 Determinação do tamanho da amostra

Para a determinação do tamanho da amostra, foram substituídos os valores na equação ( $n = 1,96^2 \times 50 \times 50 / 3^2$ ) e obteve-se como resultado 1.067 sementes. Este valor corresponde ao número de sementes que melhor representa uma amostra para avaliar sementes manchadas em arroz irrigado.

Conhecendo o número de sementes de cada uma das amostras do trabalho, em 1, 2, 5, 10, 20, 40 e 80 gramas e o tamanho da amostra necessário para avaliação de grãos manchados (1.067 sementes), foi realizado através de regra de três simples a conversão para determinar o tamanho de cada amostra em gramas, que é a amostra representativa (Tabela 29 e 30).

TABELA 29 - Número de sementes e determinação da amostra em gramas referente ao cultivar SCS 116 Satoru no município de Pouso Redondo e Rio do Sul, safra 2010/11

Tratamentos (g)	SCS 116 SATORU			
	Pouso Redondo		Rio do Sul	
	nº de sementes	Determinação da amostra (g)	nº de sementes	Determinação da amostra (g)
1	35	30,51 ns	32	33,38 ns
2	70	30,51	65	32,86
5	177	30,17	162	32,96
10	353	30,25	325	32,86
20	708	30,17	649	32,91
40	1413	30,23	1299	32,89
80	2827	30,22	2597	32,90
Média		30,29		32,97

ns – não significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade.

Conforme a conversão dos valores, na safra 2010/11, observou-se que os tamanhos das amostras não diferiram significativamente entre cultivares e locais. Os valores tiveram variações de 30,17g a 30,51g (média 30,29g) e 30,51g a 30,78 (média 30,69g), para as cultivares SCS 116 Satoru e Epagri 109 no município de Pouso Redondo; e 32,86g a 33,38g (32,97g) e 33,32g a 33,38g (33,35g), para as cultivares SCS 116 Satoru e Epagri 109 no município de Rio do Sul, respectivamente (Tabela 29 e 30).

TABELA 30 - Número de sementes e determinação da amostra em gramas referente ao cultivar Epagri 109 no município de Pouso Redondo e Rio do Sul, safra 2010/11

Tratamentos (g)	Epagri 109			
	Pouso Redondo		Rio do Sul	
	n° de sementes	Determinação da amostra (g)	n° de sementes	Determinação da amostra (g)
1	35	30,51 ns	32	33,38 ns
2	70	30,51	64	33,38
5	174	30,69	160	33,38
10	347	30,78	320	33,38
20	694	30,78	641	33,32
40	1388	30,78	1282	33,32
80	2778	30,76	2564	33,32
Média		30,69		33,35

ns – não significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade.

Na safra de 2011/12, no município de Rio do Oeste, houve diferença significativa entre os ensaios 1, 2 e 3. As variações foram de 23,71g a 23,98g (média 23,89g), 26,51g a 26,68g (média 26,57g) e 28,84g a 29,03g (média 28,97g) (Tabela 31).

As diferenças que ocorreram nos números de sementes relativos a cada tamanho da amostra (1, 2, 5, 10, 20, 40 e 80 gramas) para os diferentes cultivares, locais e safras, são devido às variações no peso de mil sementes (PMS), que podem variar de 26 a 39g (BRASIL, 2009). A média no PMS para o município de Pouso Redondo foi de 28,8g e

28,3g, e no município de Rio do Sul, 31,2g e 30,8g, para os cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru, respectivamente (BORDIN et al., 2011).

No município de Rio do Oeste, o peso de mil sementes (PMS) foram abaixo da média, principalmente nos ensaio 1 e 2, com valores de 22,4g e 24,86g, enquanto que no ensaio 3 obteve valor mais elevado, 27,21g.

TABELA 31 - Número de sementes e determinação da amostra em gramas referente ao cultivar SCS 116 Satoru e Epagri 109 no município de Rio do Oeste, safra 2011/12

Tratamentos (g)	Ensaio 1		Ensaio 2		Ensaio 3	
	SCS 116 Satoru		SCS 116 Satoru		Epagri 109	
	nº de sementes	Determinação da amostra (g)	nº de sementes	Determinação da amostra (g)	nº de sementes	Determinação da amostra (g)
1	45	23,71 ns	40	26,68 ns	37	28,84 ns
2	89	23,98	80	26,68	74	28,84
5	223	23,92	201	26,54	184	28,99
10	446	23,92	402	26,54	368	28,99
20	893	23,90	805	26,51	735	29,03
40	1786	23,90	1609	26,53	1470	29,03
80	3571	23,90	3218	26,53	2940	29,03
Média		23,89		26,57		28,97

ns – não significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade.

Os resultados das médias de peso da determinação da amostra de todas as amostras variaram entre 23,89g a 33,32g, obtendo como resultado de média geral 29,51g. Pode-se considerar que este valor, aproximadamente 30 gramas, corresponda ao tamanho da amostra mais representativo para avaliação de sementes manchadas para esta população (Tabela 32).

TABELA 32 - Valores de determinação das amostras em gramas nas cultivares SCS 116 Satoru e Epagri 109, nos municípios de Pouso Redondo, Rio do Sul e Rio do Oeste

Tratamentos (g)	Pouso Redondo		Rio do Sul		Rio do Oeste			Média geral
	SCS 116	Epagri 109	SCS 116	Epagri 109	SCS 116	SCS 116	Epagri 109	
1	30,49	30,49	33,34	33,34	23,71	26,68	28,84	29,55
2	30,49	30,49	32,83	33,34	23,98	26,68	28,84	29,52
5	30,14	30,66	32,93	33,34	23,92	26,54	28,99	29,51
10	30,23	30,75	32,83	33,34	23,92	26,54	28,99	29,51
20	30,14	30,75	32,88	33,29	23,9	26,51	29,03	29,51
40	30,21	30,75	32,86	33,29	23,9	26,53	29,03	29,51
80	30,19	30,73	32,87	33,29	23,9	26,53	29,03	29,51
Média	30,27	30,66	32,93	33,32	23,89	26,57	28,97	29,51

### 3.5.2 Avaliação da incidência de sementes manchadas

A percentagem de sementes manchadas, na safra 2010/11, foi de 10,4% a 25,5% e 9,4% a 21,8%, no município de Pouso Redondo e de 8,9% a 14,8% e 7,7% a 12,3%, no município de Rio do Sul, para os cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru, respectivamente (Tabela 33).

As maiores percentagens de sementes manchadas ocorreram no município de Pouso Redondo com médias de 18,6% e 14,9%, enquanto que no município de Rio do Sul ocorreram as menores médias, 12,1% e 10,4%, para os cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru, respectivamente. Em ambos os municípios o cultivar SCS 116 Satoru obteve os menores percentuais de sementes manchadas.

No município de Rio do Oeste, safra 2011/12, os percentuais foram de 7,5% a 18,3%, média de 13,6% (SCS 116 Satoru), 5,8% a 10,5%, média 8,9% (SCS 116 Satoru) e 7,0% a 13,1%, média 10,9% (Epagri 109), nos ensaios 1, 2 e 3, respectivamente (Tabela 34).

TABELA 33 - Percentagem de sementes manchadas dos cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru, nos municípios de Pouso Redondo e Rio do Sul, safra 2010/11

Tratamentos (g)	POUSO REDONDO		RIO DO SUL	
	Epagri 109	SCS 116	Epagri 109	SCS 116
1	25,5 a	21,8 a	14,8 a	11,3 a
2	19,8 b	9,7 d	14,6 a	7,7 c
5	24,3 b	18,9 b	8,9 c	8,6 b
10	27,2 d	9,4 d	13,5 a	9,1 b
20	12,3 c	14,9 c	10,3 b	12,3 a
40	10,7 c	15,1 c	10,6 b	12,2 a
80	10,4 c	14,4 c	11,7 b	11,8 a
Média	18,6	14,9	12,1	10,4
CV	13,2	11,93	14,66	12,46

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Os resultados obtidos evidenciaram que os comportamentos ocorridos entre os diferentes tratamentos (tamanho de amostra) para estes cultivares, locais e safras, foram semelhantes, ou seja, nas amostras menores, com 1, 2, 5 e 10 gramas, geram maior diferenciação nas estimativas das percentagens, enquanto que nas amostras maiores, com 20, 40 e 80 gramas, estatisticamente, não houve diferença significativa entre as estimativas (Tabelas 33 e 34). Estes resultados indicam que deve-se utilizar amostras próximo de 30 g, pois proporcionará maior precisão das estimativas populacionais na avaliação de sementes manchadas.

Este resultado corrobora com os resultados obtidos por Bicca et al. (1998) que utilizaram amostra de 20 gramas para avaliação de cinco lotes de sementes de arroz do cultivar IRGA 416 e encontraram variações significativas, 0,75% a 33,32%, de sementes manchadas. Já Malavolta et al. (2007) utilizando amostras de 100 sementes, aproximadamente 3 gramas, para avaliar severidade em sementes de 22 cultivares de arroz, observaram pequena amplitude de variação entre os genótipos, com valores médios de 1,29 e 1,87, nas safras 2002/03 e 2003/04. Com este mesmo tamanho de amostra, estes autores não



encontraram diferença significativa para o cultivar Epagri 109, 1,66% na safra 2002/2003 e 1,78% na safra 2003/2004.

TABELA 34 - Percentagem de sementes manchadas dos cultivares SCS 116 Satoru e Epagri 109, no município de Rio do Oeste, safra 2011/12

Tratamentos (g)	Ensaio 1 SCS 116	Ensaio 2 SCS 116	Ensaio 3 Epagri 109
1	11,8 b	8,7 b	10,8 b
2	7,5 d	5,8 d	7,0 d
5	12,2 b	8,8 b	10,3 b
10	9,6 c	7,4 c	9,1 c
20	18,3 a	10,5 a	13,0 a
40	18,1 a	10,5 a	13,1 a
80	17,4 a	10,4 a	12,9 a
Média	13,6	8,9	10,9
CV	7,7	7,2	7,0

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

### 3.5 CONCLUSÃO

A utilização do tamanho da amostra de 30 gramas permite maior precisão das estimativas populacionais quanto à determinação da percentagem de sementes manchadas para os cultivares de arroz irrigado.

## REFERÊNCIAS

AGOSTINETO, L. et al. Relações lineares entre incidência e severidade foliar da mancha marrom da cevada para determinação de limiares de ação. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.11, n.3, p. 230-237. 2012.

ARAUJO, E.; ROSSETO, E.A. Doenças e injúrias de sementes. In: SOAVE, J.C.; WETZEL, M.M.V. da S. (Ed.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 146-163.

ASUYAMA, H. Morphology, taxonomy, host range, and life cycle of *Pyricularia oryzae*. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **The rice blast disease**. Baltimore: Johns Hopkins, p. 9-22, 1965.

AZEVEDO, L.A.S. **Manual de quantificação de doenças de plantas**. São Paulo: Novartis Biociências, 1997. 11 p.

BALARDIN, R.S.; BORIN, R.C. **Doenças na cultura do arroz irrigado**. Santa Maria: UFSM, 2001. 48 p.

BARR, M.E. *Magnaporthe*, *Telimebella* and *Hyponectria* (Physosporiaceae). **Micologia**, New York, v.69, p.952-966, 1977.

BASTIAANS, L.; RABBINGE, R.; ZADOKS, J.C. Understanding and modeling leaf blast effects on crop physiology and yield. In: ZEIGLER, R.S.; LEONG, S.A.; TENG, P.S. (Ed.). **Rice blast disease**. Wallingford: CAB.1994. p.357-380.

BEDENDO, I.P. Doenças do arroz. In: KIMATI, H. & AMORIM, L. **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997, cap. 10, p. 85-99.

BEDENDO, I.P.; PRABHU, A.S. Doenças do arroz. In: KIMATI, H., AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Doenças de plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 4 ed, 2005, cap. 12, p. 79-90.

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

BICCA, F.M.; BAUDET, L.; ZIMMER, G.J. Separação de sementes manchadas de lotes de sementes de arroz utilizando a mesa de gravidade e sua influência na qualidade sanitária. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 20, n. 1, p.106-111, 1998.

BOLLER, W. Aspectos econômicos da aplicação de fungicidas em órgão aéreos. In: REIS, E.M.(organizador). **Critérios indicadores do momento para aplicação de fungicidas visando ao controle de doenças em soja e trigo**. Passo Fundo, Aldeia Norte, 2009, cap. 4, p. 31-45.

BORDIN, L.C. et al. Influência do número de aplicações de fungicidas sobre o rendimento dos cultivares de arroz irrigado Epagri 109 e SCS 116 Satoru no Alto Vale do Itajaí/SC. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2011, Balneário Camboriú. **Anais...Itajaí : Epagri 2011**. v.1, p. 547-550.

BOHATCHUCK, D.A. et al. Modelo de ponto crítico para estimar danos de doenças foliares do trigo em patossistema múltiplo. **Tropical Plant Pathology**, Viçosa, v. 33, P. 363-369, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária/Secretaria de desenvolvimento Rural, Portaria Nº 11, de 12 de abril de 1996.

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

CANTRELL, R. Arroz: por quê é tão essencial para a segurança e estabilidade global. **Perspectivas Econômicas**, Departamento de Estado dos Estados Unidos, v.7, n.2, p.22-25, 2002.

CASTRO, E.M. et al. **Qualidade de grãos em arroz**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, 1999, 30p. (Circular Técnica, 34).

CELMER, A.; BALARDIN, R. S. Dano devido doenças foliares no arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3., 2003, Balneário Camboriú - SC, **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003. p. 326-327.

CELMER, A. et al. Controle químico de doenças foliares na cultura do arroz irrigado. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.42, n.6, p.901-904, 2007.

CEPA/EPAGRI. **Produção e mercado mundial, safra 2010/11.**

Disponível em:

<<http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese2011/Arroz.pdf>>.

Acesso em: 20 nov. 2012.

CEPA/EPAGRI. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina.**

Florianópolis, 2010. v. 31. p. 82-97.

CHAUBE, H.S.; SINGH, U.S. **Planta disease management: principles and practices.** Boca Raton, Flórida: CRC Press, 1991. 319 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira:** grãos, 9º levantamento, Brasília, 2013a.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Normas Específicas de Arroz.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 06 mai. 2013b.

COUNCE, P.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, n.2, p. 436-443, 2000.

DALLAGNOL, L.J. et al. Danos das doenças foliares na cultura do arroz irrigado e eficiência de controle dos fungicidas. **Revista Brasileira Agrocência**, Pelotas, v. 12, n. 3, p. 131-318. 2006.

DARIO, G.J.A. et al. Controle químico de brusone em arroz irrigado. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.12, p. 25-33. 2005.

DEAN, R.A. et al. **The genome sequence of the rice blast fungus Magnaporthe oryzae.** Nature, v.434, n.7036, p.980-986, 2005.

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

EMBRAPA. **Cultivo de Arroz Irrigado no Brasil**. Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo/tipo/sistemas/arroz/cap01>>. Acesso em: 8 dez. 2012.

EMBRAPA. **Sistemas de Produção**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 8 dez. 2012.

EPAGRI. **Sistemas de produção de arroz irrigado em Santa Catarina (pré-germinado)**. 2. ed. Florianópolis, 2005. 87 p.

EPAGRI. **Atlas climatológico do estado de Santa Catarina. Online**. Florianópolis: Disponível em: <http://circam.epagri.sc.gov.br/portal/website/> Acesso em: 20 jan. 2013.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Disponível em: <http://www.fao.org/newsroom/en/news/2008/1000820/index.htm/>. Acesso em: 25 nov. 2012.

FARIAS, C.R.J. **Espécies de *Bipolaris* associadas à Helminthosporiose do arroz (*Oryza sativa* L.) no sul do Brasil**. 2007. 104 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) Curso de Pós-graduação da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.

FILIPPI, M.C.; PRABHU, A.S. Doenças do arroz e seu controle. In.: BRESEGHELLO, F.; STONE, L.F. **Tecnologia para o arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. p.139 - 156.

FILIPPI, M.C.; PRABHU, A.S.; SILVA, G.B. **Escaldadura do arroz e seu controle**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2005. 4 p. (Circular Técnica, 72).

FONSECA, J.R. et al. Recursos genéticos. In.: SANTOS, A.B.; STONE, L.F.; VIEIRA, N.R. de A. **A Cultura do Arroz no Brasil**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, 2006a, 2ª ed. p. 257-288.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. Origem, história e morfologia. **Manual da cultura do arroz**. Funep. Jaboticabal. 2006. p. 29-58.

GOMES, A.S., JÚNIOR, A.M.M. **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Editores Técnicos, Brasília, DF: EMBRAPA - Informação Tecnológica. 2004. 899 p.

HEBERT, T.T. The perfect stage of *Pyricularia grisea*. **Phytopathology**, Saint Paul, v.61, p.83-87, 1971.

HEWITT, H.G. *Fungicides in crop protection*. CAB International, 1998. Chapter 4. Fungicide Performance. P. 87-153.

INDICAÇÕES DE PESQUISA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO 1997 – 2012.

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

IRRI-INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Standard evaluation system for rice**. 4<sup>nd</sup> ed. Manila. 1996. 52 p.

JULIATTI F.C. Avanços no tratamento químico de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.20, n.3, p.54-55, 2010.

KIMATI, H. Controle químico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (eds.) **Manual de Fitopatologia: princípios e Conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres. 3ª ed., 1995. v.1, 919 p.

LENZ, G. et al. Escala diagramática para avaliação de severidade de mancha-parda em arroz. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.4, p.752-758, 2010.

LOBO, V.L. da S. **Tratamento de sementes para o controle de brusone nas folhas em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. Comunicado Técnico, nº 77.

LOBO, V.L.S. et al. **Perfil sanitário e fisiológico de sementes de arroz provenientes de ensaios de valor de cultivo e uso, em três locais**. Comunicado Técnico 129. Embrapa. Santo Antonio de Goiás. 2006. 40p.

LOPES, M.C.B. et al. Avaliação de genótipos, no ensaio de rendimento preliminar, do programa de melhoramento genético do instituto Rio Grandense do Arroz, na safra 2003/2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4., 2005, Santa Maria. **Anais...**Santa Maria, 2005. v.1, p.44-46.

LU, B.R. Taxonomy of the genus *Oryza* (Poaceae): historical perspective and current status. **International Rice Research Notes**, Manila, v. 24, n. 3, p. 4-8, 1999.

MACIEL, J.L.N.; TRONCHONI, J.G., Avaliação de fungicidas para o controle de doenças da parte aérea do cultivar IRGA 417. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3., 2003, Balneário Camboriú - SC, **Anais...**Itajaí: EPAGRI, 2003, p.332-333.

MALAVOLTA, V.M.A. et al. Efeito de diferentes níveis de incidência de *Bipolaris oryzae* em sementes de arroz sobre aspectos fisiológicos da semente, transmissão do patógeno as plântulas e produção. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.28, n 4, p.336-340, 2002.

MALAVOLTA, V.M.A. et al. Incidência de fungos e quantificação de danos em sementes de genótipos de arroz. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 280-286, 2007.

MARIOT, C.H.P. et al. Resposta de duas cultivares de arroz irrigado à densidade de semeadura e à adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 233-241, 2003.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Academic Press San Diego. 1986. 674 p.



MARZARI, V. et al. População de plantas, dose de nitrogênio e aplicação de fungicida na produção de arroz irrigado: I – características agronômicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, p.330-336, 2007.

MATSUO, M. Origin and differentiation of cultivated rice. In: MATSUO, T.; FUSUHARA, Y.; KIKUCHI, F.; YAMAGUCHI, H. (Eds.). **The Science of the Rice Plant, Volume Three, Genetics**, Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center, 1997. chap. 3, p. 69-88.

MEW T.W.; MISRA J.K. **A manual of rice seed health testing**. International Rice Research Institute. Manila, Philippines, 1994, 113 p.

MIURA, L. Doenças. In: EPAGRI. **Arroz irrigado: Sistema pré-germinado**. Florianópolis, Epagri/GMC, 2002, p. 203-227.

MIURA, L.; PERUCH, L.A.M.; SILVA, C.M. Épocas de aplicação e rendimento de grãos inteiros determinam a eficiência de fungicidas no controle da brusone. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4., 2005, Santa Maria - RS, **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2005. p. 517-519.

MONTEITH, J.L. **Climate and the efficiency of crop production in Britian**. Philosophical Transactions of the Royal Society, London, v. 281B, p. 227-294, 1977.

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. et al. 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. et al. Modelos de pontos críticos 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, 2010.

NUNES, C.D.M.; RIBEIRO, A.S.; TERRES, A.L.S. Principais doenças em arroz irrigado e seu controle. In: Gomes AS, Magalhães Jr. AM (Eds.) **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica. 2004. p. 579-622.

OU, S.H. Blast. In: OU, S.H. **Rice diseases**. 2nd ed. Wallingford, UK: CAB International, 1985. p.109-201.

PEDROSO, B.A. **Arroz irrigado**: obtenção e manejo de cultivares. 3 ed. Porto Alegre: Sagra, 1989. 179 p.

PESKE, S.T., LUCCA FILHO, O.A., BARROS, A.C.S.A. Produção de Sementes In: **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. 2ª edição. Pelotas: Ed. Universitária UFPel, 2006, p.12-93.

PINHEIRO, B.S. Características morfofisiológicas da planta relacionadas à produtividade. In.: SANTOS, A.B.; STONE, L.F.; VIEIRA, N.R. **A Cultura do Arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA/CNPAP, 2ª ed. 2006. p. 257-288.

POCINHO, M. **Amostra e tipos de amostragens**. Teoria e exercícios passo-a-passo (2009). Disponível em: [http://docentes.ismt.pt/~m\\_pocinho/calculo\\_de\\_amostras\\_teorias.pdf](http://docentes.ismt.pt/~m_pocinho/calculo_de_amostras_teorias.pdf). Acesso em: 20 ago. 2012.

POMMEL, B. et al. Carbon and nitrogen allocation and grain filling in three maize hybrids differing in leaf senescence. **Journal of Agronomy**, Cairo, v. 24, n. 3, p. 203-211, 2006.

PRABHU, A.S.; BEDENDO, I.P. **Principais doenças do arroz no Brasil**. Goiânia: EMBRAPA/CNPAP, 1982. 30p. (Documentos, 2).

PRABHU, A.S.; FILIPPI, M.C.C. Controle de doenças do arroz (*Oryza sativa* L.). In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.) **Controle de**

**doenças de plantas:** grandes culturas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. v. 1. p. 51-79.

PRABHU, A.S.; FILIPPI, M.C.C. **Brusone em arroz:** controle genético, progresso e perspectivas. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, 2006, 388 p.

PRABHU, A.S.; FILLIPI, M.C.C.; RIBEIRO, A.S. Doenças e seu controle. In: SANTOS, A.B.; STONE, L.F.; VIEIRA, N.R.A. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA/CNPAF, 2.ed. 2006. p. 561-590.

PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C.; ZIMMERMANN, F. J. P. Cultivar response to fungicide application in relation to rice blast control, productivity and sustainability. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.1, p.11-17, 2003.

REIS, E.M.; CASA, R.T. Análise crítica dos critérios atuais. In: Reis, E.M. (org). **Críticos indicadores do momento para aplicação de fungicidas visando ao controle de doenças em soja e trigo**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2009. Cap. 12. p. 135-147.

REIS, E.M. (org). **Indicadores do momento para a aplicação de fungicidas visando ao controle de doenças nas cultras da soja e do trigo**. Passo Fundo: Editora Berthier, 2013, 248 p.

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

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

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

REIS, E.M.; CASA, R.T.; BEVILAQUA, L.C. Modelos de ponto crítico para estimar danos causados pela ferrugem da folha da aveia branca. **Summa Phytopathologica**, Botucatu. v.34, n.3, p.238-241, 2008.

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. et al. Efeito da ferrugem da folha no rendimento de grãos de trigo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 67 – 71, 2000.

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

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

REIS, E.M.; FORCELINI, C.A.; REIS, A.C. **Manual de fungicidas: guia para o controle químico de doenças de plantas**. 6ª ed. rev. ampl. Passo Fundo. Ed. Universidade de Passo Fundo, 2010. 226 p.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE (2.: 2008: Passo Fundo, RS). Informações técnicas para a safra 2009: trigo e triticale. Passo Fundo, RS: **Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale: Embrapa Trigo**: Embrapa Transferência de Tecnologia, 2008, 172 p.

RIBEIRO, A.S. **Doenças do arroz irrigado**. Pelotas: EMBRAPA - CPATB, 1988. 56p. (Circular Técnica, 18).

RIBEIRO, A.S.; SPERANDIO, C.A. Controle de Doenças. In: **Produção de arroz irrigado**. Pelotas: UFPEL, 1998, 659 p.

RIBEIRO, A.S.; TANAKA, M.A.S. Doenças do arroz e medida de controle. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.10, n.14, p.24-32, 1984.

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

SANTOS, G.R. et al. Fungicidas para o controle das principais doenças do arroz irrigado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 11-18, 2009.

SANTOS, G.R. et al. Danos causados por doenças fúngicas no arroz cultivado em várzeas no Sul do Estado do Tocantins. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p.869-875, 2011.

SANTOS, G.R. et al. Resistência de genótipos de arroz a doenças no sul do Estado do Tocantins. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.18, p.3-12, 2002.

SCHUCH, J.Z. et al. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de arroz com diferentes graus de umidade e tratadas com fungicida. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina. v.28, n.1, p.45-53, 2006.

SILVA M.C.C. **Estudo da herança da resistência do arroz (*Oryza sativa*) a *Pyricularia oryzae***. 1993. 74 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Curso de Pós-Graduação da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1993.

SILVA, G.B.; PRABHU, A.S. Quantificação de conídios de *Pyricularia grisea* no Plantio Direto e Convencional de Arroz de Terra Altas. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v. 30, n. 6, p. 569-573, 2005.

SILVA, G.B.; PRABHU, A.S.; ZIMMERMANN, F.J.P. Manejo integrado da brusone em arroz no plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.4, p. 481-487, 2003.

SOAVE, J. et al. Comportamento de cultivares de arroz irrigado em relação a fungos manchadores de semente. **Bragantia**, Campinas, v. 44, n. 11, p. 331-346, 1985.

SOAVE, J.; RICCI, M.T.T.; AZZINI, L.E. Índice de intensidade de infecção adaptado ao estudo de manchas de sementes de arroz. **Bragantia**, Campinas, v. 47, n. 2, p. 223-237, 1988.

SOFIATTI, V.; SCHUCH, L.O.B. Efeitos de regulador de crescimento, controle de doenças e densidade de semeadura na qualidade industrial de grãos de arroz. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 418-423, 2006.

SOLIGO, E.A.; AZZINI, L.E.; VILELLA, O.V. Incidência de fungos e manchas em sementes de genótipos de arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 37, 2004, Gramado. **Anais...**Brasília: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, v. 29, 2004. p. 204-205.

SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil / Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado; XXVIII** Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado. Bento Gonçalves, 2010. 188 p.

SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil / Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado; XXIX** Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado. Itajaí, 2012. 179 p.

SQUIRE, G.R. **The physiology of tropical crop production**. CAB International, Wallingford, 1990. 250 p.

SUN, S.Y. et al. **Rice blast disease and its control**. Shangai: Shangai Scientific and Technology, 1986. 182 p.

TELÓ, G.M. et al. Aplicação de fungicida em plantas de arroz irrigado e seu efeito na qualidade de sementes durante o armazenamento. **Revista brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n.1, 2012.

TRIOLA, M.F. **Introdução à estatística**. 7<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999, 410 p.

USDA. **Rice area, yield and production**. Disponível em: <http://www.faz.usda.gov/psd>. Acesso em: 23 nov. 2012.

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

VAUGHAN, D.A.; MORISHIMA, H. Biosystematics of the Genus *Oryza*. In: SMITH, C.W. **Rice: Origin, History, Technology and Production**. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ. 2003, 627 p.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L.A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1184-1192, 2008.

WEBSTER, R.K.; GRUNNEL, P.S. **Compendium of rice disease**. Minnessota: APS Press, 1992. 62 p.

YAEGASHI, H.; HEBERT, T.T. Perithecial development and nuclear behaviour in *Pyricularia*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 66, n. 2, p. 122-126, 1976.

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

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

ZEIGLER, R.S.; THOME, J.; LEVY, M. & CORREA-VICTORIA, F.J. Lineage exclusion: a proposal for linking blast population analysis to resistance breeding. In: (Ed.). **Rice blast disease**. Wallingford: CAB International, p.267-292, 1994.