

DANIEL ANGELO BOHATCHUK

**MODELO DE PONTO CRÍTICO PARA ESTIMAR DANOS DE
DOENÇAS FOLIARES DO TRIGO EM PATOSSISTEMA MÚLTIPLO**

LAGES, SC

2007

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

DANIEL ANGELO BOHATCHUK

**MODELO DE PONTO CRÍTICO PARA ESTIMAR DANOS DE
DOENÇAS FOLIARES DO TRIGO EM PATOSSISTEMA MÚLTIPLO**

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

Orientador: Dr. Ricardo Trezzi Casa

LAGES, SC

2007

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

Bohatchuk, Daniel Angelo

Modelo de ponto crítico para estimar danos de doenças foliares do trigo em patossistema múltiplo. / Daniel Angelo Bohatchuk. - Lages, 2007.
64 p.

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

1. Controle químico. 2. Limiar de dano econômico. 3. Ferrugem da folha. 4. Oídio. 5. Mancha amarela. 6. *Triticum aestivum*. I. Título.

CDD – 633.11

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS
CURSO DE MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

**MODELO DE PONTO CRÍTICO PARA ESTIMAR DANOS CAUSADOS POR
DOENÇAS FOLIARES DO TRIGO EM PATOSSISTEMA MÚLTIPLO**

DANIEL ANGELO BOHATCHUK
ENG° AGRÔNOMO

Aprovado em:
Pela banca examinadora:

Homologado em:
Por

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

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

PhD. Erlei Melo Reis
Universidade de Passo Fundo
Passo Fundo/RS

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

Ph.D. Amauri Bogo
UDESC/Lages-SC

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

Ph.D. Mari Inês Carissimi Boff
UDESC/Lages-SC

**LAGES
Santa Catarina - Brasil
Abril - 2007**

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me ajudado em todos os momentos.

Aos meus pais , irmãos, familiares e amigos por me apoiarem sempre.

Agradeço pela grande oportunidade de ter sido orientado pelo professor Ricardo Trezzi Casa, e pelos seus ensinamentos.

Aos bolsistas Eder, Paulo e Ricardo por me ajudarem nos experimentos.

Ao Centro de Educação Profissional Caetano Costa, por conceder a área para realização dos experimentos.

Modelo de ponto crítico para estimar danos causados por doenças foliares do trigo em patossistema múltiplo

Autor: Daniel Angelo Bohatchuk
Orientador: Ricardo Trezzi Casa

RESUMO GERAL

O oídio, a ferrugem da folha e a mancha amarela são doenças foliares predominantes em lavouras de trigo na Região Sul do Brasil. Os danos no rendimento de grãos variam de acordo com a cultivar e a intensidade da doença. Existem informações de danos causados especificamente para cada doença, as quais podem ser usadas na tomada de decisões para o controle químico. No entanto, no campo essas doenças podem ocorrer simultaneamente na mesma planta. O objetivo deste trabalho foi obter equações de funções de dano para o patossistema múltiplo em trigo, pela relação entre o rendimento de grãos e a incidência foliar das doenças foliares, em diferentes estádios fenológicos da cultura. Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Lages e São José do Cerrito/Sc, nas safras agrícolas 2005/06 e 2006/07, utilizando as cultivares de trigo Onix e BRS Louro. O gradiente da incidência das doenças foi gerado pela função de diferentes aplicações (uma, duas e três) e doses dos fungicidas azoxistrobina + ciproconazol (Priori Xtra 40+16, 60+24 e 80+32 g de i.a. ha⁻¹), trifloxistrobina + tebuconazole (Nativo 25+50, 50+100 e 75+150 g de i.a. ha⁻¹) e piraclostrobina + epoxiconazole (Opera 33,25+12,5, 66,5+25 e 99,75+37,5 g de i.a. ha⁻¹). Cada experimento constou de 10 tratamentos, distribuídos em blocos ao acaso, com quatro repetições. A incidência foliar das doenças foi avaliada nos estádios de crescimento EC 31, 34, 40, 52 e 60 da escala de Zadoks. Os dados de incidência foliar foram relacionados com o rendimento de grãos através da análise de regressão linear, obtendo as equações das funções de dano, as quais foram convertidas para tonelada de trigo colhido para facilitar a comparação dos coeficientes de dano por cultivar, estádio, local e ano. Os resultados indicaram diferenças nos coeficientes de dano entre cultivares, sistemas de cultivo e safra agrícola, ressaltando que os maiores danos foram detectados nos primeiros estádios de crescimento da planta de trigo. As equações transformadas, contendo o coeficiente de dano,

podem ser utilizadas para calcular o limiar de dano econômico do patossistema múltiplo para cada estádio de crescimento da planta com reações contrastantes a doenças foliares.

Palavras-chave: controle químico, limiar de dano econômico, ferrugem da folha, oídio, mancha amarela, *Triticum aestivum*

Critical yield model to estimate wheat leaf diseases damage in multiple pathosystems

Author: Daniel Angelo Bohatchuk
Adviser: Ricardo Trezzi Casa

GENERAL SUMMARY

Powdery mildew, leaf rust, and yellow spot are leaf diseases predominant in wheat crops in the South Region of Brazil. The variation of grain yield damages depend on the cultivars and disease intensity. There is information of damages caused specifically by each disease, which can be used for chemical control decisions. However, in the field, these diseases may occur simultaneously on the same plant. The purpose of this study was to obtain equations of functions of the damages for multiple pathosystem in wheat, by the relation between the grain yield and the incidence of the leaf diseases in different phenological stages of the culture. The experiments were conducted in Lages and São José do Cerrito, in the state of Santa Catarina, in the crops of June/2005 and July/2006, by using the wheat cultivars Onix and BRS Louro. The gradient of incidence of the diseases was obtained by the number of applications (one, two, and three) and different doses (three) of the fungicides azoxystrobin + cyproconazole (Priori Xtra 40+16, 60+24 and 80+32 g of i.a. ha^{-1}), trifloxystrobin + tebuconazole (Nativo 25+50, 50+100 and 75+150 g of i.a. ha^{-1}) and pyraclostrobin + epoxyconazole (Opera 33,25+12,5, 66,5+25 e 99,75+37,5 g of i.a. ha^{-1}). Each experiment consisted of ten treatments, randomly distributed in blocks, with four repetitions. The incidence of the leaf diseases was evaluated in the growth stages EC 31, 34, 40, 52 e 60 in the Zadoks scale. The data of the foliar incidence were related to the grain yield by analysis of the linear regression. Thus, the equations of the damage functions were obtained and were later converted per ton of harvested wheat in order to enable an easier comparison of the coefficient of damages per cultivar, stage, place and year. The results indicated differences on the coefficients of damages between the cultivars, systems of cultivation and agricultural harvest, emphasizing that the largest damage were detected in the first growth stages of the wheat plant. The transformed equations, containing the damage coefficient, may be used to calculate the

economic damage threshold of the multiple pathosystem for each growth stage of the plant in wheat cultivars with contrasting reactions to leaf diseases.

Keywords: chemical control, economic damage threshold, leaf rust, powdery mildew, yellow spot, *Triticum aestivum*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Relação entre a incidência de doenças foliares e o rendimento de grãos de trigo na cultivar BRS Louro. Lages, SC, safra agrícola de 2005.....	48
Figura 2. Relação entre a incidência de doenças foliares e o rendimento de grãos de trigo na cultivar Onix. Lages, SC, safra agrícola de 2005.....	49
Figura 3. Relação entre a incidência de doenças foliares e o rendimento de grãos de trigo na cultivar BRS Louro. São José do Cerrito, SC, safra agrícola de 2005.....	50
Figura 4. Relação entre a incidência de doenças foliares e o rendimento de grãos de trigo na cultivar Onix. São José do Cerrito, SC, safra agrícola de 2005.....	51
Figura 5. Relação entre a incidência de doenças foliares e o rendimento de grãos de trigo na cultivar BRS Louro. Lages, SC, safra agrícola de 2006.....	52
Figura 6. Relação entre a incidência de doenças foliares e o rendimento de grãos de trigo na cultivar Onix. Lages, SC, safra agrícola de 2006.....	53
Figura 7. Relação entre a incidência de doenças foliares e o rendimento de grãos de trigo na cultivar BRS Louro. São José do Cerrito, SC, safra agrícola de 2006.....	54
Figura 8. Relação entre a incidência de doenças foliares e o rendimento de grãos de trigo na cultivar Onix. São José do Cerrito, SC, safra agrícola de 2006.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tratamentos constituídos de diferentes doses e número de aplicações de fungicidas para gerar o gradiente das doenças.....	39
Tabela 2 Equações da função de dano originais e ajustadas para tonelada, para cultivares de trigo BRS Louro e Onix em diferentes estádio fenológicos de crescimento da planta geradas em Lages, SC, nas safras agrícolas de 2005 e 2006.....	43
Tabela 3 Equações da função de dano originais e ajustadas para tonelada, para cultivares de trigo BRS Louro e Onix em diferentes estádio fenológicos de crescimento da planta geradas em São José do Cerrito, SC, nas safras agrícolas de 2005 e 2006.....	44
Tabela 4 Equações da função de dano originais e ajustadas para tonelada, para cultivar de trigo BRS Louro em diferentes estádio fenológicos de crescimento da planta geradas em Lages e São José do Cerrito, SC, nas safras agrícolas de 2005 e 2006.....	46
Tabela 5. Equações da função de dano originais e ajustadas para tonelada, para cultivar de trigo Onix em diferentes estádio fenológicos de crescimento da planta geradas em Lages e São José do Cerrito, SC, nas safras agrícolas de 2005 e 2006.....	47

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	14
2.1. Quantificação de danos causados por doenças foliares.....	14
2.2. Limiar de dano econômico.....	15
2.3. Principais doenças fúngicas do trigo.....	16
2.3.1. Manchas foliares.....	16
2.3.1.1. Mancha amarela	16
2.3.1.2. Helmintosporiose do trigo.....	18
2.3.1.3. Septoriose.....	20
2.3.2. Ferrugem da folha.....	22
2.3.3. Oídio.....	24
2.4. Controle de manchas foliares, ferrugem da folha e oídio.....	25
2.4.1. Rotação de culturas.....	25
2.4.2. Tratamento de sementes com fungicidas.....	26
2.4.3. Resistência varietal.....	28
2.4.4. Eliminação de plantas voluntárias e hospedeiros alternativos.....	31
2.4.5. Controle químico pela aplicação de fungicidas em órgãos aéreos.....	31
3. ARTIGO	

3.1. Resumo	35
3.2. Introdução.....	36
3.3. Material e métodos.....	38
3.4. Resultados e discussão.....	41
3.5. Conclusões	56
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

1. INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum L.*), amplamente cultivado em vários países, constitui a segunda cultura de grãos ao nível mundial de produção, sendo superado apenas pelo milho. O Brasil tem condições de solo, clima, materiais genéticos, tradição agrícola e tecnologia disponível para cultivar mais de 10 milhões de hectares (Bisotto, 2005).

Na safra de 2006 a área cultivada de trigo no Brasil foi de 1,76 milhões de hectares, entretanto devido ao baixo preço do trigo no mercado, houve uma redução de 25,6% em relação a área total cultivada em 2005. Em função da redução da área semeada, a produção foi de 2,23 milhões de toneladas, inferior à da safra anterior em 54,2% (2,64 milhões de toneladas). A produtividade em 2006 reduziu para 1.271 kg.ha^{-1} , sendo inferior a da safra 2005 em 38,4% (Conab, 2007). A Região Sul do Brasil responde pela maior parte da produção nacional de trigo (1,98 milhões de t). O estado de Santa Catarina que dentre os

estados do sul apresenta a menor área cultivada (60,4 mil hectares) tem participação de 6,36% da produção (126,8 mil t) (Conab, 2007; Icepa, 2007).

Uma das principais dificuldades encontradas na produção de trigo no sul do Brasil é o excesso de chuva e temperaturas altas durante o ciclo, favoráveis a ocorrência e o aumento da intensidade de doenças (Reis *et al.*, 2001).

Dentre as principais doenças foliares da cultura do trigo estão o oídio, causado por *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* (Dc.) E.O. Spper, a ferrugem da folha, causada por *Puccinia triticina* (Rob. Ex. Desm), e manchas foliares, como: a mancha amarela (*Drechslera tritici-repentis* Died, Shoemaker), a helmintosporiose (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc. In, Sorok), a septoriose (*Leptosphaeria nodorum* Müller) (Reis, 1994; Picinini & Fernandes, 2000). Essas doenças podem causar danos ao rendimento de grãos, que são aditivos quando incidem simultaneamente na mesma planta, variando em função de vários fatores como o clima, cultivares e práticas de manejo (Reis *et al.*, 2001; Barros *et al.*, 2006).

As manchas foliares ocorrem com maior intensidade quando são utilizadas sementes infectadas ou quando o trigo é cultivado sob monocultura e em sistema de plantio direto (Reis & Casa, 2005a). As doenças ferrugem da folha e oídio são de ocorrência freqüente e tem maior intensidade com o uso de cultivares suscetíveis, sendo pouco influenciada por práticas culturais (Reis *et al.*, 2000; Casa *et al.*, 2002).

Dentre as medidas de controle das doenças do trigo, o uso de cultivares resistentes é a preferencial, no entanto, não se dispõe de cultivares resistentes a todas doenças. Outras medidas como o controle químico, o tratamento de sementes, a rotação de culturas e a eliminação de plantas voluntárias e de hospedeiros alternativos auxiliam na redução do inóculo dos patógenos (Indicações, 2005).

De acordo com Kimati (1995), o controle químico de doenças de plantas é a única medida eficiente e economicamente viável de garantir altas produtividade e qualidade de

produção, visadas pela agricultura moderna. Entretanto, Zambolim *et al.* (2003), aponta que a aplicação de defensivos agrícolas sem nenhum critério técnico, proporcionado pelo modelo convencional de agricultura, provoca aumento no custo de produção e a contaminação do agroecossistema.

De acordo com o conceito de manejo integrado de doenças, proposto por NAS (1969), é possível obter uma produção agrícola baseada no retorno econômico (custo/benefício) e ao mesmo tempo não agredir ao meio ambiente. Segundo Bergamin Filho e Amorim (1996), conhecer apenas o impacto do valor do dano não é suficiente para o desenvolvimento de um programa para controlar doenças, é necessário ter o conhecimento do valor do prejuízo. Para a quantificação de perdas proporcionadas pelos patógenos, são necessários estudos detalhados que envolvem a relação entre a intensidade da doença e as correspondentes reduções em produção (estimados através de modelos), sendo que esta relação pode ser expressa por uma equação matemática que relaciona dano (D), com injúria (I), $(D) = f(I)$. De acordo com estes princípios, Reis *et al.* (2002) sugeriram que o uso racional de fungicida em trigo tenha como critério o Limiar de Dano Econômico (LDE) baseado em uma intensidade de doença que cause perda econômica igual ao custo de controle. No sul do Brasil, para o cultivo do trigo, existem funções de dano para o oídio, a ferrugem da folha e as manchas foliares, que permitem o cálculo do LDE (Indicações, 2005; Reis & Casa, 2005b). Contudo, estas funções de dano não levam em consideração o patossistema múltiplo, em que a planta é vulnerável, ao surgimento de mais de uma doença foliar por diferentes fatores predisponentes, que, desta forma contribuem para que os danos sejam aditivos. Com isso parte das pessoas envolvidas com a assistência técnica ainda ficam indecisas no momento de decidir qual equação de dano deve ser utilizada para calcular o LDE.

Neste sentido, procurou-se, com o desenvolvimento deste trabalho, determinar as funções de dano considerando o patossistema múltiplo durante as safras de 2005 e 2006, em

duas cultivares de trigo, com reações contrastantes a suscetibilidade de doenças foliares. Os danos foram gerados utilizando o método da parcela experimental determinado pelo modelo de ponto crítico.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Quantificação de Danos causados por doenças foliares

A determinação dos prejuízos causados pelos patógenos constituem o pré-requisito para a definição de qualquer estratégia de controle. Para a quantificação de perdas proporcionadas pelos patógenos, são necessários estudos que envolvem a relação entre a intensidade da doença e as correspondentes reduções em produção (estimados através de modelos), sendo que esta relação pode ser expressa por uma equação matemática que relaciona dano (D), com injúria (I), $(D) = f(I)$. A função de perda relaciona perda (P) com dano (D): $P = f(D)$. A equação matemática que descreve a função de dano pode ser estabelecida para qualquer patossistema e os parâmetros utilizados irão variar de acordo com a cultivar, local, tipo de solo . Com relação a função de perda, irá depender de fatores econômicos típicos da região e do momento (Bergamim Filho & Amorim, 1996).

Para a obtenção de dados para estimar danos, são realizados experimentos de tratamentos múltiplos, baseados no método da parcela experimental que consiste em obter um conjunto de variáveis independentes (níveis de doenças) que possa ser relacionado com um conjunto de variáveis dependentes (níveis de dano), com no mínimo três repetições. Para a

quantificação das doenças, os dados são obtidos baseados na intensidade das doenças (incidência e severidade) e para a quantificação da produção, utiliza-se as mesmas técnicas de colheita empregadas pelos produtores (Bergamim Filho & Amorim, 1996). No ensaio, devem ser obtidos diferentes parcelas com diferentes níveis de injúria para gerar o gradiente das doenças. Para tanto, empregam-se diferentes cultivares, de cada espécie vegetal, com diferente reação as doenças, semeadas em diferentes épocas de semeadura e com diferentes tratos culturais, como o cultivo em monocultura ou rotação de culturas, com ou sem tratamento de sementes com fungicidas, com a aplicação de fungicidas, em órgãos aéreos. Atualmente a principal ferramenta utilizada para gerar o gradiente das doenças é a utilização de fungicidas, misturas de fungicidas, doses e número de aplicações, conforme metodologia utilizada por Reis, *et al.* (2000).

Um modelo ou a representação simplificada de um sistema que consiga relacionar injúria com dano, permite a quantificação de danos em níveis local, regional ou nacional. No modelo de ponto crítico, para muitas doenças é possível identificar um determinado estádio de desenvolvimento do hospedeiro no qual a intensidade de doença presente, está altamente correlacionada com o dano futuro. Nesse tipo de modelo, uma só variável independente reflete com maior ou menor exatidão toda epidemia (Bergamim Filho & Amorim, 1996).

2.2. Limiar de dano econômico

Para determinar a necessidade ou não da aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos, a pesquisa estabeleceu o limiar de dano econômico (LDE). O LDE corresponde a intensidade da doença na qual o benefício do controle iguala ao seu custo, ou a intensidade da doença que cause perdas iguais ao custo de controle. Se o LDE for alcançado, é recomendado o controle da doença, pois caso seja ultrapassado, as perdas decorrentes serão irrecuperáveis. Por esse motivo os fungicidas não podem ser aplicados de forma preventiva (sem doença) ou

tardiamente (após o LDE), ou seja, o controle químico das doenças só pode ser realizado quando os valores da incidência atingirem o LDE (Reis, *et al.* 2001).

O LDE é determinado utilizando-se como base de cálculo a fórmula de Munford & Norton (1984), aplicada para o controle de doenças dos cereais com fungicidas: $ID = Cc / (Pp \times Cd) \times Ec$, onde ID= intensidade da doença, Cc= custo de controle por hectare, Pp= preço de venda trigo (t), Cd= coeficiente de dano (obtida da equação da função de dano) e Ec= eficiência do controle do fungicida (Reis, *et al.* 2001). .

Os coeficientes de dano (cd), são obtidos por equações de função de dano, para as diferentes doenças, para os fungicidas utilizados, para cultivares e para estádio fenológico dos hospedeiros através de análise de regressão entre a intensidade de doenças e o rendimento de grãos.

Considerando-se que para o controle econômico das doenças não se deve permitir que sua intensidade ultrapasse o LDE, a aplicação racional de fungicidas deve ser feita com um valor inferior ao LDE. Tanto a implementação da medida de controle como a ação do fungicida, demandam tempo, a pulverização com fungicida deve ser feita quando a intensidade da doença atingir o limiar de ação, com redução de 5% do valor do LDE, sendo de menor valor do que do LDE (Reis, *et al.* 2001).

2.3. Principais doenças fúngicas do trigo

2.3.1 Manchas foliares

2.3.1.1 Mancha amarela

A doença conhecida como mancha amarela do trigo é causada pelo fungo *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoemaker, na forma imperfeita ou anamórfica. A forma perfeita ou teleomórfica corresponde a *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Dreshs. (Wiese, 1977, apud.

Summerell & Burgess, 1988a) e comumente pode ser conhecida como mancha bronzeada (Hosford, 1982, apud. Sone *et al.*, 1994).

O fungo *Drechslera tritici-repentis* apresenta conidióforos simples ou em grupos de 2-3, emergentes através dos estômatos ou entre células epidérmicas, retos ou flexuosos, cilíndricos ou ligeiramente afilados no ápice e dilatados na base, hialinos e pardo claros, lisos normalmente medindo até 250 μm de comprimento. Os conídios são solitários, retos ou ligeiramente curvos, com ápice arredondado, hialinos a pardacentos, lisos, de paredes finas, com 1-9 pseudoseptos (Reis & Casa, 2005). Segundo Mehta (1978), os conidióforos são marrom escuros e os conídios medem 89-231 x 14-18 μm , possuindo 3 a 11 septos sem constrição pronunciada de coloração marrom-claro, germinando através das células apicais em uma ou duas células intermediárias. O fungo produz pseudotécios eruptivos, negros, com setas compridas, diâmetro de 200-300 μm . Os ascósporos são ovais a globosos, pardos-amarelos, medindo 18-25 x 45-70 μm . Apresentam três septos transversais com leve constrição nos septos longitudinais (Reis & Casa, 2005b).

Os sintomas causados por *Drechslera tritici-repentis* surgem logo após a emergência do trigo, quando da expansão da plâmulas. Inicialmente surgem pequenas manchas cloróticas nas folhas que, com o passar do tempo, expandem-se e apresentam a região central necrosada, de cor parda. Estas lesões são elípticas, podendo atingir 12 mm de comprimento e são circundadas por um halo amarelado. Em regiões com temperaturas mais elevadas, as lesões podem ser maiores e de coloração parda (Reis *et al.*, 2001; Reis & Casa, 2005b). Para Mehta (1978), quando as manchas iniciam nas folhas verdes, são de coloração marrom claro a marrom escuro, pequenas oblongas a lineares, medindo 0,7-4,0 x 0,5-1,0 mm, com um centro pequeno, esbranquiçado e côncavo e uma periferia amarela. Quando maiores, podem atingir 15 x 2 mm, coalescendo mais tarde.

Esta doença limita o rendimento de grãos pela redução do número e tamanho dos grãos, podendo atingir danos de até 50% (Mehta & Gaudêncio, 1991, apud. Riede, *et al.*, 1996).

O patógeno causador da mancha amarela sobrevive em sementes e em restos culturais de lavouras conduzidas no sistema plantio direto com monocultura. Nos restos culturais, são encontrados os conídios da forma anamórfica e, freqüentemente, os corpos frutíferos (pseudotécios) responsáveis pela liberação dos ascósporos do fungo, sendo inóculo primário (Reis, 1994; Reis *et al.*, 2001).

São hospedeiros da mancha amarela, o trigo, o centeio e o triticale (Reis *et al.*, 2001). Para Mehta (1978), pode ser patogênico também para cevada, espécies de *Agropyron repens* P. Beauv., *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Pseudotécios de *P. tritici-repentis* podem ser produzidos nos restos culturais de cevada e o inóculo poderá colonizar saprofiticamente, desta forma não atua como redutor de inóculo em um sistema de rotação de culturas, após o cultivo de trigo (Summerell & Burgess, 1988b).

Segundo Summerell & Burgess (1988a), a formação e maturação de pseudotécios no campo requer um período de condições úmidas e temperatura de 15-20°C, para produção de ascósporos. A temperatura ótima para o desenvolvimento da doença vai de 18 a 28°C, requerendo para a infecção, 30 horas de molhamento. Sobre as lesões são produzidos conídios, que são disseminados pelo vento a curtas distâncias. A disseminação do fungo a longa distâncias é realizada pela semente (Reis & Casa, 2005b).

2.3.1.2 Helmintosporiose ou mancha marrom do trigo

O fungo *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. é a fase anamórfica de *Cochliobolus sativus* (Ito & Kuribayashi) Dresch. Ex. Dastur. São sinônimos deste patógeno: *Helminthosporium sorokinianum* Sacc. Ex. Sorok., *Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram. e

Helminthosporium sativum P.K.B. (Reis *et al.* 1988). Também pode ser comumente denominada de mancha marrom, mancha borrada da folha, carvão do nó e ponta preta dos grãos (Prestes & Picinini, 1984, apud. Lopes, 1998). O fungo *B. sorokiniana* apresenta conidióforos castanhos, curtos, eretos, simples, contendo de 1 a 6 conídios. Estes são elipsóides, pardo-escuros, retos ou curvos, com paredes espessas no centro e mais delgadas nos ápices, mais largos no centro, de ápices arredondados e com cicatriz distinta na célula basal, medindo 60-120 x 15-20 μm e apresentando 3 a 10 septos (Reis & Casa, 2005b). Segundo Christensem (1925), apud. Valim Labres, *et al.*, (1997), a variabilidade dos isolados é muito grande, de tal forma que poderiam ser classificados como espécies diferentes.

A partir das sementes, o fungo coloniza as raízes seminais, o coleóptilo e pode causar lesões nas plúmulas (Reis & Forcelini, 1993). O patógeno infecta todos os órgãos verdes das plantas de trigo. Os sintomas iniciais da doença consistem em lesões necróticas pardas, com 1 a 2 mm de comprimento, sobre o limbo das primeiras folhas. Nas demais folhas os sintomas são distintos, dependendo do clima: em regiões mais frias, as lesões são escuras, quase negras e de forma elípticas, e nas quentes, apresentam forma elíptica, 0,5 a 1,0 cm de comprimento e coloração cinza; sob clima úmido, é abundante a frutificação do patógeno nas lesões velhas. Nas espigas, os sintomas observados são lesões em glumas com o centro claro e os bordos negros. Em algumas situações, o fungo ataca os nós, com abundante frutificação (Reis *et al.*, 2001). De acordo com Mehta (1978), uma das formas de diferenciar os sintomas da helmintosporiose de septoriose, consiste no fato de que na primeira, a massa negra dos esporos podem ser facilmente removidos por raspagem ou por água da chuva, deixando as lesões sem esporos, ao passo, que na segunda os picnídios são formados no interior dos tecidos.

Os danos causados pela helmintosporiose resultam da redução da área fotossinteticamente ativa. Também pode ocorrer redução da população de plantas na fase

inicial da lavoura, principalmente quando são utilizadas sementes com elevada infecção. Conforme Mehta (2005), podem ocorrer valores de danos superiores a 40%.

Reis & Forcelini (1993), demonstraram a importância da semente infectada como fonte de inóculo primário pela eficiência da transmissão do fungo para coleóptilos e do seu potencial de esporulação na superfície do solo. Conforme Vechiato *et al.*, (1987), nas sementes armazenadas em condições de temperatura ambiente, o fungo sobrevive dois anos e três meses. Além das sementes, os restos culturais infectados, plantas voluntárias, hospedeiros secundários e conídios dormentes livres no solo (sobrevivem por até 37 meses) constituem as principais fontes de inóculo do fungo (Reis *et al.*, 1998).

Dentre os cereais de inverno hospedeiros *Bipolaris sorokiniana*, destacam-se o trigo, centeio, cevada, aveia (Valim-Labres *et al.*, 1997). Gramíneas como *Agropyron pectinatum* (Bieb.) Beauv. , *Agropyron repens* (L.) Beauv., *Alopecurus pratensis* L., *Beckmannia eruciformis* (I.V. Kush.) Hulten, *Bromus erectus* Hudson, *Bromus inermis* Leyss, *Festuca heterophylla* L., *Festuca ovina* L., *Lolium perenne* L., *Pennisetum villosum* R. Br. Ex. Fresen., *Poa pratensis* L. e *Setaria viridis* (L.) Beauv., também podem ser hospedeiros deste fungo (Bakony *et al.*, 1997, apud. Kumar *et al.*, 2002).

Nas regiões tropicais a mancha marrom é uma das doenças mais graves na cultura do trigo (Prates & Fernandes, 2001). As infecções ocorrem em todos os estágios de crescimento da planta, mas tornam-se mais severas por volta do estádio de crescimento EC 56 (três quartos da inflorescência emergida) da escala de Zadoks, por causa das altas temperaturas que predominam após este estágio. As condições ótimas para desenvolvimento desta doença são temperatura que varia entre 25-30°C e alta umidade (Mehta 1978). Segundo Reis *et al.*, (2001) a infecção ocorre com mais de 15 horas de molhamento foliar contínuo, com temperaturas superiores a 18°C e os principais agentes de disseminação são as sementes, o vento e os respingos da chuva.

2.3.1.3 Septoriose

O fungo agente causal é *Septoria nodorum* (Berk..) Berk, cujo forma perfeita é *Leptosphaeria nodorum* Muller (Zillinsky, 1983). Esta doença pode ser comumente conhecida como mancha da folha, mancha da gluma, mancha violácea da gluma, septoriose do nó e septoriose da gluma (Reis *et al.*, 2001). Os picnídios de *S. nodorum* são imersos, globosos, castanho-âmbar, medindo 140-200 µm de diâmetro. Os conídios são hialinos, cilíndrico, retos, algumas vezes irregulares, em sua maioria com três septos, ápice e bases obtusas, medindo 22-30 x 2,5-3 µm. O fungo também pode produzir microconídios de 3-6 x 0,7-1 µm. O ascocarpo de *L. nodorum* é imerso, globoso, deprimido na extremidade, castanho escuros a negros e com diâmetro de 150 a 200 µm. Os ascos são bitunicados e produzem ascosporos fusídes, castanho-pálidos com três septos, constritos (Reis & Casa, 2005b).

A doença ataca todos os órgãos verdes da planta nas folhas, surgem pequenas manchas cloróticas. Estas lesões expandem-se, tornando a forma irregular ou elíptica, com 1-5 x 15 mm. As lesões são levemente aquosas, tornando-se mais tarde secas, e por último, pardo avermelhadas. Sobre as lesões são observados a formação de picnídios, importantes para diagnose. Os nós infectados tornam-se escuros, quase negros ou castanho escuros e com a evolução da doença, apresentam aparência salpicada devido a formação dos picnídios. Em glumas, a doença se caracteriza por uma necrose de cor escura a violácea a partir da ponta, estendendo-se até sua metade. Com o passar do tempo os picnídios são facilmente visíveis a olho nú nos tecidos infectados (Reis *et al.*, 2001).

Os danos ocorrem com redução no número de grãos por espiga, má formação de grãos e grãos chochos. O rendimento final de grãos está relacionado principalmente, pela parte da planta infectada acima do nó da folha bandeira e da duração do período no qual ela permanece fotossinteticamente ativa. Quando a infecção tem início na emergência da espiga ocorrem os

maiores danos no rendimento de grãos. A infecção da espiga e das últimas três folhas pode indicar um total de 65% de dano (Reis, 1987).

As principais fontes de inóculo são as sementes e os restos culturais (Reis *et al.* 2001). Picnidiosporos, no interior de picnídios em restos de cultura, podem permanecer facilmente de um cultivo de trigo à outro, sem perder sua viabilidade (Shipton *et al.*, 1971, apud. Prestes & Fernandes, 1991). Conforme Prestes & Fernandes (1991), entre o período da colheita até o cultivo seguinte, o percentual de nós infectados quanto ao número de picnidiosporos/grama de palha, mantiveram-se elevados, evidenciando que *S. nodorum*, pode sobreviver nos restos culturais por um período superior a seis meses. De acordo com Reis (1987), o patógeno pode sobreviver em hospedeiros alternativos e também em plantas de trigo voluntárias.

Gramíneas como: *Agropyron pectinatum* (Bieb.) Beauv. , *Agropyron repens* (L.) Beauv, , *Bromus erectus* Hudson, *Bromus inermis* Leyss, *Festuca heterophylla* L., *Festuca ovina* L., *Lolium perenne* L., *Poa pratensis* L., e *Triticum spp* também são hospedeiros de *S. nodorum* (Reis, 1987).

A transmissão da doença das sementes para às plântulas, é favorecida pelo plantio em solo com capacidade de campo e temperatura de 10°C. A dispersão de conídios veiculados por respingos de água chega no máximo a 2 m de altura e a uma distância não maior a 0,92 m. O período de molhamento contínuo requerido para à infecção é de 72 a 96 h com temperatura de 20°C. A doença é mais severa quando ocorrem chuvas por vários dias e pouca insolação (Reis & Casa, 2005b).

2.3.2 Ferrugem da folha

A doença é causada pelo fungo *Puccinia triticina* Ericks, referida anteriormente como *Puccinia recondita* Roberge ex Desmaz. f.sp. *tritici* (Zoldan & Barcellos, 2002). Os uredósporos apresentam diâmetro de 15 a 30 µm, são subglobóides, pardo vermelhos, com

três a oito poros germinativos distribuídos em suas espessas paredes equinuladas. Os teliósporos são arredondados ou achatados em seus ápices (Reis & Casa, 2005b). Os teliósporos, raramente produzidos, são lisos e castanhos, apresentam 1-3 septos, são pequenos e não exercem nenhuma função na doença (Mehta, 1978). O fungo se diferencia em raças por suas reações de virulência em cultivares de trigo. No ano de 1998, considerando o sistema norte-americano de codificação de raças, foram identificadas, a partir de isolados do Brasil, da Argentina, da Bolívia e do Chile, 64 diferentes formas de avirulência/virulência. Dentre as 64 raças de fungo, 14 foram encontradas no Brasil (Barcellos, 1999). Durante a safra 2002, foram identificadas 38 combinações de virulência, agrupadas em 12 raças distintas, de acordo com o sistema brasileiro de identificação de raças (Chaves & Barcellos, 2006).

Os sintomas de ataque dos fungos se manifestam desde o surgimento das primeiras folhas até a maturação da planta. Inicialmente surgem pequenas urédias arredondadas, amarelo alaranjadas, dispostas sem ordenação, de preferência localizadas na face superior das folhas, estendendo-se até as bainhas. Das pústulas com cerca de 1,5 mm de diâmetro, sucedem as pústulas teliais, pretas e ovais. Estas frutificações ficam sempre recobertas pela epiderme até o final do ciclo da planta (Reis & Casa, 2005b).

A ferrugem limita a área fotossintética da planta, o número de perfilhos, o desenvolvimento de suas raízes, a quantidade e a qualidade dos grãos, respectivamente pela menor quantidade de grãos por espiga e baixa qualidade industrial. As reduções em rendimento dependem do estádio da planta em que a moléstia ocorre e da severidade, a qual é função da suscetibilidade da cultivar, da virulência da raça fisiológica e das condições de ambiente (Roelfs *et al.*, 1992, apud. Chaves & Barcellos, 2006). De acordo com Reis *et al.*, (1996), até 50%. Mehta & Nazareno (1976), apud. Mehta (1978), demonstraram que poderiam ocorrer danos de até 42% em cultivares suscetíveis.

O fungo *Puccinia triticina*, é um parasita obrigatório e sobrevive em plantas quachas de trigo que vegetam espontaneamente no verão-outono, que após infectadas favorecem a multiplicação do patógeno. Segundo Eversmeyer (1988), o patógeno sobrevive em plantas de trigo sob a forma de micélio dormente ou esporulando em urédias. De acordo com Zillinsky (1983), aérias se desenvolvem sobre o hospedeiro alternativo *Berberis vulgaris* L. o qual não ocorre no Brasil.

A temperatura ideal para desenvolvimento da doença é de 16 a 18°C, requerendo um molhamento foliar (água livre) de 10 horas para o desenvolvimento do patógeno (Reis, 1994). A doença é do tipo policíclica, sendo que o patógeno completa o seu ciclo em aproximadamente, 6 a 8 dias. Os propágulos do patógeno são disseminados pelo vento a longas distâncias (Reis & Casa, 2005b).

2.3.3 Oídio

O agente causal do oídio é o fungo *Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *tritici*, específico do trigo, tendo como sinônimo *Erysiphe graminis* (DC) Speer f. sp. *tritici* Em. Marchal, cuja forma imperfeita corresponde a *Oidium monilioides* (Ness.) Link. (Reis *et al.*, 2001). Produz conidióforos curtos, simples, de 8-10 x 25-30 µm. Os conídios são elipsoidais à ovais, hialinos, unicelulares, medindo 8-10 x 20-35 µm e produzidos basipetalmente em cadeias longas (Reis & Casa., 2005b). O fungo se diferencia em raças, de acordo com sua virulência, sendo que no Brasil, já foram identificadas 67 novas raças (Costamilam & Linhares, 1999).

Os sintomas se manifestam todos os órgãos verdes da planta, sendo mais comum em folhas e bainhas. A doença é conhecida pela presença dos sinais do patógeno na superfície dos tecidos verdes do hospedeiro, sobre os quais são encontradas as estruturas vegetativas e reprodutivas do fungo, tais como micélio, codidióforos e conídios. A presença de cleistotécios

entre o micélio branco pulverulento não é muito freqüente, porém, em algumas situações, podem ser encontrados nas bainhas das folhas inferiores e colmos. Em ataques severos determina a morte das folhas jovens (Reis *et al.*, 2001).

Os danos ao rendimento de grãos são variáveis, dependendo da reação da cultivar (Casa *et al.*, 2002). Linhares (1988), Fernandes *et al.* (1988) e Reis *et al.* (1997a) quantificaram danos de 10 a 14%, 34 a 62% e 32 a 34%, respectivamente.

O fungo sobrevive na entre safra em plantas voluntárias, porém pode sobreviver como micélio dormente ou cleistotécios nos restos culturais (Reis *et al.*, 2001; Reis & Casa, 2005b).

A temperatura ótima para o desenvolvimento da doenças situa-se entre 15 e 22°C. Os conídios não requerem molhamento foliar para causar infecção (Reis & Casa, 2005b)

2.4 Controle de manchas foliares, ferrugem da folha e oídio

Todas as medidas que visam reduzir e eliminar o inóculo inicial ou atrasar o crescimento das doenças foliares à campo, estão associadas à adoção integrada de práticas de controle. O controle integrado das manchas foliares envolve principalmente o uso de cultivares moderadamente resistentes, rotação de culturas, sementes sadias, tratamento de sementes e aplicação foliar de fungicidas. Para oídio tem sido usado cultivares resistentes, mas esta resistência tem sido quebrada com o surgimento de novas raças do fungo, e a medida de controle eficaz, constitui o tratamento de sementes com fungicida sistêmico, como o triadimenol que proporciona proteção durante 45-60 dias. Para a ferrugem da folha, a principal medida de controle é o uso de cultivares resistentes, sendo que em cultivares suscetíveis a medida de controle mais eficaz é a aplicação de fungicidas na parte aérea.

2.4.1 Rotação de culturas

A rotação de culturas reduz o inóculo inicial dos parasitas necrotróficos presentes nos restos culturais, conseqüentemente reduz a intensidade das doenças nos órgãos aéreos das plantas (Reis & Casa, 2005). Reis *et al.* (1997b) confirmaram que a rotação de culturas viabilizou o sistema plantio direto em relação ao controle de manchas foliares, onde se obteve redução significativa na severidade das doenças e na incidência da semente colhida, proporcionando maior rendimento de grãos, pela rotação de um ciclo de cultivo. Trabalhos realizados por Prestes *et al.* (2002), também demonstraram os mesmos resultados, onde o cultivo sob rotação de culturas, proporcionou maior estabilidade do rendimento de grãos, ao reduzir a incidência de manchas foliares. Segundo Reis (1998), para a decomposição completa dos resíduos culturais do trigo, nas condições do sul do Brasil, é necessário um período de 20 meses. As espécies vegetais não hospedeiras de patógenos necrotróficos que podem ser usadas em um sistema de rotação no inverno, incluem as aveias e espécies de folhas largas como ervilhaca, chícharo, nabo forrageiro, colza, linho, serratula e trevos (Santos *et al.* 1987). Conforme Mehta (2005), as culturas de triticale e centeio não são ideais para a rotação, pois são suscetíveis a helmintosporiose, mancha amarela, a giberela e a brusone, as quais também atacam a cultura do trigo.

2.4.2 Tratamento de sementes com fungicidas

Para evitar a introdução de fungos patogênicos na lavoura como *B. Sorokiniana* (Helmintosporiose), *D. tritici-repentis* (mancha amarela) e *S. Nodorum* (septoriose), as sementes devem ser tratadas com fungicidas, principalmente em lavouras com rotação de culturas ou em áreas novas (Indicações, 2005). O tratamento de sementes para ser efetivo, deve ser capaz de eliminar a infecção interna da semente ou reduzir a um nível abaixo do limiar de transmissão, sem prejudicar a germinação. Para tal, deve-se dispor de sementes com menor incidência de patógenos, de fungicida na dose eficaz e de método de tratamento que

assegure uma distribuição uniforme da suspensão fungicida sobre a semente (Reis & Casa, 2001). De acordo com Indicações (2005), os fungicidas difenoconazole, guazatina, fluatriafol, iprodiona + tiram, tiram + carboxim, triadimenol, triticonazole e triticonazole + iprodiona controlam *B. sorokiniana*, *D. tritici-repentis* e *S. Nodorum*. Para sementes de trigo que apresentam valores de infestação com *D. tritici-repentis* e *B. sorokiniana* acima de 30% de infestação a eficiência de controle é comprometida. No caso de *S. nodorum*, o tratamento de sementes é recomendado quando se observar taxa de infecção superiores a 5% (Picinini & Fernandes, 1999).

Segundo Martinelli (1995) o tratamento de sementes de trigo com fungicidas promove benefícios adicionais no controle de epidemias da ferrugem da folha quando integrado ao tratamento químico da parte aérea. Goulart (1999), observou que o tratamento de sementes com fungicidas triadimenol, difenoconazole e triticonazole, apresentaram 67%, 58% e 55% de controle respectivamente, para a ferrugem da folha até os 60 dias após a emergência. Picinini & Fernandes (2003), reportaram que os fungicidas triadimenol, difenoconazole e triticonazole, utilizados no tratamento de sementes foram persistentes até 98 dias após emergência.

O controle de oídio em cultivares suscetíveis é mais econômico via tratamento de sementes (aproximadamente US\$ 10,00/ha) (Indicações, 2005). De acordo com Agostini, *et al* (2001), o tratamento de sementes de trigo com o fungicida triadimenol conferiu proteção as plantas contra o oídio até 80 dias após a semeadura do trigo. Segundo Picinini & Fernandes (1999), o controle de oídio, principalmente para cultivares suscetíveis, pode ser realizado pelos fungicidas triadimenol, fluatrifol, difenoconazole e triticonazole. Picinini & Fernandes (2003), o tratamento de sementes com fluquinconazole + procloraz e também com fungicidas triazóis (triticonazole, difenoconazole e triadiemenol), proporcionou proteção até 98 dias após a emergência.

Luz & Bergstrom (1986), objetivando controlar mancha amarela, mancha marrom, oídio e septoriose avaliaram a eficiência do fungicida triadimenol no tratamento de sementes de trigo cultivado, sob condições de ambiente controlado (livre de inóculo disseminado pelo ar) e também em condições de campo. Em condições de ambiente controlado a mancha amarela e oídio foram controlados por um período de 20-30 dias e 40-50 dias após a semeadura respectivamente. O mesmo fungicida não proporcionou controle da mancha marrom e septoriose no início do desenvolvimento das plantas. Em condições de campo, mancha amarela e oídio foram controlados por mais tempo, respectivamente de 5 e 10 dias, do que em ambiente controlado.

2.4.3 Resistência Varietal

O controle de manchas foliares baseado na resistência de cultivares inviabiliza-se em razão da base genética encontrada nos sistemas patógeno - hospedeiro, sendo que os parasitas necrotróficos possuem uma base genética mais ampla (Reis *et al.*, 2001). De acordo com Mehta (2005), não há fontes de resistência adequadas em trigo para a helmintosporiose e mancha amarela. Estudos devem ser realizados para buscar fontes de resistência em espécies afins ao trigo, como por exemplo, *Hordeum chilense*', pois a identificação de fontes de resistência pode ser incorporada em cultivares agronomicamente desejáveis. Uma das técnicas para a fixação de resistência é a produção de duplo haplóides de trigo através de hibridação entre trigo e milho. A resistência também pode ser obtida pela identificação e incorporação de genes de resistência de espécies de plantas não hospedeiras ao patógeno. Reis & Casa (1996), afirmaram também que a resistência completa a mancha amarela ainda não foi encontrada sendo que a incompleta ocorre em diferentes níveis, e tem sido demonstrada a correlação significativa em relação à resistência à mancha amarela entre a reação de plântulas com a planta adulta. Segundo Rees & Platz (1990), apud. Reis & Casa (1996), as melhores fontes de

resistência encontradas para a mancha amarela são: BH 1146, CNT-3, Pe113737/68 e IAS 63. Soares & Castro (2003), demonstraram que um grande número de cultivares não apresentaram uma resistência completa às manchas foliares. Mehta *et al.* (2004), ao avaliarem o grau de resistência a *D. tritici-repentis* de 38 cultivares comerciais de trigo recomendadas para região centro sul, concluíram que todas cultivares apresentavam suscetibilidade, porém as cultivares CEP 17, BRS 177 E BR 23, foram menos suscetíveis a esta doença. Conforme Reis & Casa (2001), o melhoramento genético visando à resistência à *B. sorokiniana* tem tido pouco sucesso em trigo, não estando disponíveis para o cultivo variedades resistentes. Mehta *et al.* (1996), ao avaliarem o grau de resistência a *B. sorokiniana* de 15 genótipos juntamente com algumas cultivares comerciais de trigo, não encontraram resistência completa em nenhum dos genótipos. Entretanto, os genótipos com alto grau de resistência a *B. sorokiniana* foram: LD 7831, CNT 1, BOM/YR/3/F3570/KAL/BB, CEP 76146, PAT 7219, Trigo BR 8, Anahuac, Batuíra, Kvz/HD 2009, BH 1146 E PF 7339. Ao introduzir a resistência destes genótipos em cultivares com características agronômicas desejáveis, na geração F6, 39 linhagens fixas mostraram alto grau de resistência a *B. sorokiniana*. Prestes *et al.*, (1994), avaliaram 45 genótipos de *Aegilops squarrosa* L. para a resistência a *S. nodorum*, dentre eles, seis não apresentaram sintomas da doença, sendo que foi encontrado uma ampla variabilidade dentro de *A. squarrosa* quanto à resistência a *S. nodorum* em plantas jovens. Delgado *et al.*, (2001), avaliaram a resistência de 12 genótipos de trigo, tanto em estádio de plântula, como em estádio de planta adulta verificaram que o genótipo IPF 70890, se destacou por apresentar a menor severidade, menor taxa de progresso da doença e por combinar resistência em estádio de plântula e em planta adulta. De acordo com Prestes (1976), estudos indicam que a resistência a *S. nodorum* não está sob o controle de genes facilmente identificáveis. Altos níveis de resistência a *S. nodorum* tem sido encontrada em algumas linhas de *A. squarrosa*, *Triticum thimopheevi* e em certas cultivares de trigo comum.

O uso de cultivares resistentes é a forma mais eficiente e econômica para o controle da ferrugem da folha do trigo, pois pode-se evitar os danos causados pela doença sem aumentos dos custos de produção. Porém, fatores que predispõem a pouca durabilidade da resistência como presença de plantas voluntárias nas entressafras, extensas áreas cultivadas com o mesmo genótipo suscetível, induzem à seleção e fixação de isolados com novas combinações de virulência (Chaves & Barcelos, 2003, apud., Chaves & Barcelos, 2006). Conforme Brammer *et al.* (2000), o avanço genético no melhoramento para a resistência à ferrugem da folha do trigo é proporcionado pela utilização integrada de biotecnologias celulares e moleculares mais recentes, e marcadores de DNA, com técnicas clássicas como o uso de aneuplóides, a transferência de genes de espécies silvestres e os polimorfismos enzimáticos. Segundo Reis (1991), a resistência de cultivares pode ser melhor preservada quando estiverem presentes dois ou mais genes de resistência sendo que com esta estratégia, é mais difícil a raça do patógeno vencer a defesa da planta. O trigo BR 23 possui dois genes do cultivar Frontana que possui genes de resistência Lr13 e Lr34, responsáveis por conferir a essa cultivar (BR 23) a resistência de planta adulta durável. Procunier *et al.* (1995) apud. Brammer *et al.* (2000), destacam que muitos genes que conferem resistência a ferrugem da folha tem sido introgredidos de espécies selvagens do trigo e são usados nos programas de melhoramento. De acordo com Chaves & Barcelos (2006), o gene *Lr19* continua efetivo para a resistência a todas as raças de patógenos da ferrugem da folha, assim como as combinações de genes (*Lr3+Lr9*), (*Lr9+Lr16*), (*Lr9+Lr3ka*), (*Lr9+Lr21*), (*Lr16+Lr24*).

A forma menos dispendiosa para controlar *B. graminis* f.sp *tritici*, consiste em usar cultivares de trigo com resistência genética. A introdução de um ou poucos genes de resistência que apresentam efetividade total contra oídio em cultivares comerciais, causa alta pressão de seleção sobre a população do fungo, levando ao desequilíbrio na composição racial e à seleção de raças virulentas, resultando em quebra de resistência (Costamilam & Linhares,

1999). Costamilam & Linhares, (2002), ao verificarem a efetividade de genes de resistência em plantas de trigo para populações de *B. graminis*, reportaram o aparecimento de sete genes inefetivos para resistência, sendo que determinados isolados em estudo apresentaram virulência aos genes, confirmado a complexidade da composição racial do patógeno a cada ano. Niewoehner & Leath (1998), observaram aumento da composição racial e freqüência da virulência de *B. graminis* sobre o trigo, sendo que os genes Pm3c, Pm3f, pm5, Pm6, Pm7, Pm3a, Pm1, Pm4b, Pm8 e Pm17 apresentaram-se vulneráveis à virulência dos patógenos. Os genes Pm12 e Pm16 apresentaram resistência.

2.4.4 Eliminação de plantas voluntárias e hospedeiros alternativos

A eliminação de gramíneas invasoras ou nativas e de plantas de trigo voluntárias, que servem de fonte nutricional para alguns patógenos, visa reduzir o potencial de inóculo de fungos causadores de manchas foliares e complementa o efeito do tratamento de sementes e da rotação de culturas. Estas plantas podem ser controladas com uso de herbicidas adequados, arranquio e roçadas (Reis *et al.*, 2001). As plantas voluntárias hospedeiras de patógenos causadores de ferrugem e oídio devem ser eliminadas logo no início do seu surgimento, evitando o parasitismo.

2.4.5 Controle químico pela aplicação de fungicidas em órgãos aéreos

No caso das manchas foliares, antes do surgimento do limiar de dano econômico (LDE) como critério indicador para proceder ou não o tratamento com fungicidas, considerava-se valores fixos de incidência ou de severidade das doenças ou estádios fenológicos para o controle de manchas foliares. Segundo Reis & Casa (1996), o controle da mancha amarela com fungicidas deveria ser realizado quando atingisse o valor médio de 5% de severidade ou 70% de incidência em folhas completamente expandidas, a partir da

elongação. Conforme Reis *et al.* (1988), o controle da septoriose poderia ser realizado, a partir do estádio de elongação, quando a doença atingisse 5 a 10% da área foliar infectada, sendo que as re-aplicações seriam feitas quando estes índices fossem novamente atingidos. Loughman & Thomas (1992), considerando aplicações definidas por estádio de desenvolvimento, obtiveram redução da infecção por *S. nodorum* e aumento no rendimento de grãos com uma única aplicação de propiconazole durante o estádio de emergência, sendo mais eficiente do que aplicações no estádio da emergência da folha bandeira ou três aplicações de propiconazole ou mancozeb no início do estádio de elongação do colmo. Goulart & Paiva (1993), controlaram eficientemente a septoriose, usando os fungicidas tebuconazole e propiconazole, nos estádios 54 e 68 da escala de Zadoks *et al.* (1974), sendo que os produtos menos eficientes foram ciproconazole, diniconazole e o mancozeb, com controle abaixo de 70%. Goulart & Paiva (1998), ao utilizarem tebuconazole e propiconazole durante os estádios Z-61 e Z-75, obtiveram controle eficiente da helmintosporiose.

O controle de manchas foliares evitando-se que a epidemia atinja o LDE deve ser realizado com base no monitoramento semanal (Reis & Casa, 2005b). Se o LDE calculado estiver acima do valor determinado para a doença, significa que as avaliações foram feitas com intervalos muito grandes ou tardeamente. O LDE das manchas foliares do trigo deve ser calculado utilizando-se a função de dano: $R = 1.000 - 5,71 I$, onde R é o rendimento de grãos de trigo e I a incidência foliar da doença para as manchas foliares, sendo que para 1% de incidência da doença, considerando um rendimento de 1.000 Kg, são perdidos 5,71 Kg de rendimento de grãos. A re-aplicação dos fungicidas poderá ser realizada quando o limiar for novamente alcançado e se não for atingido, o controle químico não deve ser feito (Reis *et al.*, 2001). Conforme Indicações (2005), os fungicidas indicados para o controle das manchas foliares do trigo, azoxistrobina, azoxistrobina + ciproconazol, epoxiconazol, metconazol,

procloraz, propiconazol, propiconazol + ciproconalol, piraclostrobina + epoxiconazol, trifloxistrobina + tebuconazol, apresentando controle superior a 70%.

O cultivo de genótipos suscetíveis à ferrugem da folha em condições de ambiente favoráveis, requer a aplicação de fungicidas em órgãos aéreos. Conforme Indicações (2005), o controle da ferrugem da folha pode ser iniciado no aparecimento das primeiras pústulas do fungo, já, Reis *et al.* (2000; 2001), sugerem que a tomada de decisão para o início da aplicação de fungicida deve ser baseada no (LDE). Para cultivares que apresentam resistência de planta adulta (RPA), deve-se usar a equação que expressa a função de dano: $R = 1000 - 3,33 I$, ou seja, com 1% de incidência foliar, ocorre um dano de 3,33 Kg, considerando um rendimento de 1.000 kg. Para o controle da enfermidade em cultivares suscetíveis, o LDE deve ser calculado segundo a função: $R = 1.000 - 6,08 I$. Já para Goulart & Paiva (1992), o melhor controle da ferrugem (colmo e folha), foi obtido realizando-se a primeira aplicação no aparecimento dos primeiros sintomas e a segunda quinze dias após. Segundo Indicações (2005), os fungicidas azoxistrobina, ciproconazol, epoxiconazol + piraclostrobina, metconazol, propiconazol, propiconazol + ciproconazol, tebuconazol e triadimenol apresentam eficiência acima de 70% para o controle da ferrugem.

Por um longo período de tempo, tomou-se como critério para a aplicação foliar de fungicidas no controle de oídio, a severidade de 20%. Conforme Reis *et al.* (1997), o critério recomendado, baseado na severidade, é subjetivo, difícil de ser determinado, além de requerer muito tempo para a sua quantificação. Atualmente, o controle deverá ser feito obedecendo um dos seguintes critérios: quando a incidência foliar for de 20 a 25% a partir do estádio de alongamento, ou baseado no cálculo do LDE utilizando-se a função $R = 1000 - 4,2 I$ (Reis *et al.*, 2001; Indicações 2005). Casa *et al.* (2002), avaliaram a sensibilidade do oídio, usando as cultivares BR 23 e OR 1, aos fungicidas sistêmicos e protetores. Nesse trabalho os melhores fungicidas foram triadimenol e fempropimorfo. De acordo com Indicações (2005) os

fungicidas sistêmicos ciproconazol, epoxiconazol, flutriafol, metconazol, propiconazol, propiconazol + ciproconazol, tebuconazol e triadimenol, proporcionam um controle, superior a 70% para oídio. Barros *et al.* (2006), obtiveram resposta positiva no peso de mil sementes e rendimento de grãos, quando o trigo foi tratado com os fungicidas propiconazol, tebuconazol, trifloxistrobina + propiconazol, com até três aplicações. Segundo os autores a resposta pode ser maior em cultivares de ciclo mais longo; além disso, o fungicida trifloxistrobina + propiconazol proporcionou melhores resultados no controle das doenças por interferir no ciclo da cultura aumentando o tempo de duração da área foliar verde, havendo impacto sobre o rendimento.

3. ARTIGO

MODELO DE PONTO CRÍTICO PARA ESTIMAR DANOS DE DOENÇAS FOLIARES DO TRIGO EM PATOSSISTEMA MÚLTIPLO

RESUMO

O oídio, a ferrugem da folha e a mancha amarela são doenças foliares predominantes em lavouras de trigo na Região Sul do Brasil, podendo ocorrer simultaneamente na mesma planta. O objetivo deste trabalho foi obter equações de funções de dano para o patossistema múltiplo em trigo, pela relação entre o rendimento de grãos e a incidência das doenças foliares, em diferentes estádios fenológicos da cultura. Os experimentos foram conduzidos em Lages e São José do Cerrito, no estado de Santa Catarina, nas safras agrícolas 2005/06 e 2006/07, utilizando as cultivares de trigo Onix e BRS Louro. O gradiente de incidência das doenças foi gerado pelo número de aplicações (uma, duas e três) e três diferentes doses dos fungicidas azoxistrobina + ciproconazol (Priori Xtra 40+16, 60+24 e 80+32 g de i.a. ha⁻¹),

trifloxistrobina + tebuconazol (Nativo 25+50, 50+100 e 75+150 g de i.a. ha^{-1}) e piraclostrobina + epoxiconazol (Opera 33,25+12,5, 66,5+25 e 99,75+37,5 g de i.a. ha^{-1}). Cada experimento constou de 10 tratamentos, distribuídos em blocos ao acaso, com quatro repetições. A incidência foliar das doenças foi avaliada nos estádios de crescimento EC 31, 34, 40, 52 e 60 da escala de Zadoks. Os dados de incidência foliar foram relacionados com o rendimento de grãos por análise de regressão linear, obtendo as equações das funções de dano, as quais foram convertidas por tonelada de trigo colhido para facilitar a comparação dos coeficientes de dano por estádio, local e cultivar. Os resultados indicaram diferenças nos coeficientes de dano entre cultivares, sistemas de cultivo e safra agrícola, ressaltando que os maiores danos foram detectados nos primeiros estádios de crescimento da planta de trigo e quando cultivado em sistema de rotação de culturas.

Palavras-chave adicionais: controle químico, limiar de dano econômico, ferrugem da folha, oídio, mancha amarela, *Triticum aestivum*

INTRODUÇÃO

Na safra de 2006 a área cultivada de trigo no Brasil foi de 1,76 milhões de hectares, entretanto devido ao baixo preço do trigo no mercado, houve uma redução de 25,6% em relação a área total cultivada em 2005. Em função da redução da área semeada, a produção foi de 2,23 milhões de toneladas, inferior à da safra anterior em 54,2% (2,64 milhões de toneladas). A produtividade em 2006 reduziu para 1.271 $kg.ha^{-1}$, sendo inferior a da safra 2005 em 38,4% (Conab, 2007). A Região Sul do Brasil responde pela maior parte da produção nacional de trigo (1,98 milhões de t). O estado de Santa Catarina que dentre os estados do sul apresenta a menor área cultivada (60,4 mil hectares) tem participação de 6,36% da produção (126,8 mil t) (Conab, 2007; Icfea, 2007). O país tem condições de solo, clima,

material genético e tecnologia disponível para incrementar a produtividade do trigo (Bisotto, 2005), porém, além de condições climáticas adversas, alguns fatores relacionados ao manejo da cultura estão impedindo que o potencial de produtividade do trigo seja alcançado.

As doenças foliares que incidem sobre o trigo constituem uma das principais causas que levam às reduções na produtividade. As condições climáticas da Região Sul do Brasil favorecem tanto a ocorrência como o aumento da intensidade das doenças, principalmente pelo excesso de chuva durante o ciclo da cultura (Reis *et al.*, 2001). Dentre as principais doenças foliares do trigo estão o ódio causado por *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* (Dc.) E.O. Spper, a ferrugem da folha, causada por *Puccinia triticina* (Rob. Ex. Desm), e manchas foliares, representadas pela mancha amarela (*Drechslera tritici-repentis* Died, Shoemamaker), helmintosporiose ou mancha marrom (*Bipolaris Sorokiniana* Sacc. In, Sorok.) e septoriose (*Leptosphaeria nodorum* Müller.) (Picinini & Fernandes, 2000; Reis & Casa, 2005).

As manchas foliares ocorrem e tem maior intensidade quando são utilizadas sementes infectadas ou quando o trigo é cultivado sob monocultura e em sistema de plantio direto (Reis *et al.*, 2001). A ferrugem da folha e o ódio são de ocorrência freqüente em todas as safras agrícolas, com maior intensidade quando são semeadas cultivares suscetíveis, sendo pouco influenciadas por práticas culturais (Reis *et al.*, 2000; Casa *et al.*, 2002). Essas doenças podem causar danos consideráveis na produtividade de grãos (Reis *et al.*, 2005), atribuídos principalmente pela redução da atividade fotossintética da planta. O dano pode variar em função do clima, cultivar e práticas culturais de manejo (Reis *et al.*, 2001; Barros *et al.*, 2006).

Dentre as medidas de controle das doenças do trigo, o uso de cultivares resistentes é a mais econômica e eficaz, porém, ainda não foi desenvolvida pela pesquisa uma única cultivar resistente para todas as doenças (Indicações, 2005). Outras medidas como uso de sementes sadias, tratamento de sementes, rotação de culturas, eliminação de plantas voluntárias e hospedeiros alternativos auxiliam na redução do inóculo dos patógenos (Reis & Casa, 2005).

Além dessas táticas, dispõe-se também do controle químico (Indicações, 2005; Reis & Casa, 2005). De acordo com Goulart *et al.* (1998), o uso de fungicidas constitui uma ferramenta importante para estabilizar a produtividade de trigo. Entretanto, Zambolim *et al.* (2003), aponta que a aplicação de defensivos agrícolas, sem nenhum critério técnico, proporcionado pelo modelo convencional de agricultura, provoca aumento no custo de produção e a contaminação do agro-ecossistema. O uso de fungicidas nos órgãos aéreos é indicado para lavouras com alto potencial produtivo. No caso do trigo esta medida de controle pode onerar os custos de produção devido a falta de um critério que determine o momento correto para iniciar a aplicação (Reis *et al.*, 2001) . A pesquisa, recentemente, tomava como critério de aplicações com base na intensidade de doença (Reis & Casa, 1997) ou em certos estádios de crescimento (Fernandes & Picinini, 1999). Hoje, estes critérios ainda podem ser utilizados (Indicações, 2005), porém em ambos os casos os critérios são considerados subjetivos e não consideram a viabilidade econômica para justificar o emprego de fungicidas. O Limiar de Dano Econômico (LDE) é um critério racional para aplicação de fungicida que vem sendo utilizado para alguns patossistemas do trigo (Indicações, 2005; Reis *et al.*, 2005). A pesquisa dispõe de equações de função de dano que subsidiam o cálculo do LDE para ferrugem da folha, oídio e manchas foliares, porém estas equações não foram desenvolvidas considerando o patossistema múltiplo, sendo que as doenças foliares do trigo podem ocorrer simultaneamente na mesma planta. Isso tem causado certa dificuldade para a assistência técnica calcular o valor do LDE no momento da decisão de escolher a equação referente a determinada doença.

Neste sentido, procurou-se determinar neste trabalho as equações das funções de dano para o patossistema múltiplo em trigo, utilizando duas cultivares do trigo com reações contrastantes a suscetibilidade de doenças foliares durante as safras de 2005 e 2006. O

gradiente das doenças e o dano no rendimento de grãos foram gerados pelo método da parcela experimental determinado pelo modelo de ponto crítico.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos oito experimentos no campo, durante as safras agrícolas de 2005/06 e 2006/07. Quatro experimentos foram instalados no Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV/UDESC, em Lages, SC, e outros quatro, instalados no Centro de Educação Profissional Caetano Costa, CEDUP, em São José do Cerrito, SC.

Os municípios de Lages e de São José do Cerrito estão localizados no Planalto Sul de Santa Catarina, cujas coordenadas geográficas são 27° 50' 35" de latitude sul e 50° 29' 45" de longitude oeste; e 28° 55' de latitude sul e 51° 08' de longitude oeste, respectivamente. O solo da área experimental dos dois municípios é classificado como Nitossolo Vermelho distrófico típico e Nitossolo Háplico alumínico (terra Bruna estruturada) em Lages e São José do Cerrito, respectivamente.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com dez tratamentos (tabela 1) e quatro repetições, perfazendo um total de 40 parcelas. As unidades experimentais constaram de parcelas de cinco metros de comprimento por um metro e meio de largura, contendo sete linhas de semeadura.

Tabela 1. Tratamentos constituídos de diferentes doses e número de aplicações de fungicidas para gerar o gradiente das doenças

Tratamento	Dose*	Número de aplicações
1	Testemunha	Sem aplicação
2	Dose indicada	1 aplicação

3	2/3 da dose indicada	1 aplicação
4	1/2 dose indicada	1 aplicação
5	Dose indicada	2 aplicações
6	2/3 da dose indicada	2 aplicações
7	1/2 dose indicada	2 aplicações
8	Dose indicada	3 aplicações
9	2/3 da dose indicada	3 aplicações
10	1/2 dose indicada	3 aplicações

* Dose do produto comercial recomendada por hectare

Em todos experimentos foram utilizadas duas cultivares de trigo: cultivar Onix, suscetível à ferrugem da folha e manchas foliares, e cultivar BRS Louro, suscetível à oídio e manchas foliares. Em Lages os experimentos foram conduzidos em área de semeadura direta sob monocultura; em São José do Cerrito em semeadura direta sob rotação de culturas. Como prevenção ao ataque de insetos do solo e pulgões da parte aérea logo após a emergência, as sementes foram tratadas com inseticida imidacloprida (24 g i.a. para 100 kg de sementes). A semeadura foi realizada nos dias 12 de julho de 2005 e 10 de julho de 2006, em Lages, e dia 20 de julho de 2005 e 18 de julho de 2006, em São José do Cerrito, utilizando-se semeadora de plantio direto própria para parcelas experimentais. A densidade populacional foi de aproximadamente de 400 semente/m². Na adubação de base foram aplicados 400 Kg.ha⁻¹ da fórmula 10-20-20 (N-P-K) e na adubação de cobertura 200 Kg.ha⁻¹ de uréia (45% de N), feita 35 dias após a semeadura. O controle de plantas daninhas foi feito em dessecação antes da semeadura utilizando-se o herbicida glifosato (72 g i.a. ha⁻¹) e em pós emergência com o herbicida metsulfuron metílico (6 g i.a. ha⁻¹). Lagartas e pulgões foram controlados com inseticida imidacloprida + beta-ciflurina (40 + 5 g i.a. ha⁻¹).

Para obter as equações de dano, foi gerado o gradiente das doenças (Sah & Mackenzie, 1987) através do uso de diferentes doses de fungicida e número de aplicações, (uma, duas e três). Em Lages, para a cultivar Onix, foi usado azoxistrobina + ciproconazol (40+16, 60+24 e 80+32 g de i.a. ha⁻¹) e para BRS Louro trifloxistrobina + tebuconazol (25+50, 50+100 e 75+150 g de i.a. ha⁻¹). Em São José do Cerrito, para as duas cultivares foi usado o fungicida

epoxiconazol + piraclostrobina (25+66,5, 37,5+99,75, e 50+133 g de i.a. ha⁻¹). O intervalo de tempo entre as aplicações, correspondeu ao tempo de persistência dos fungicidas. As aplicações foram feitas com pulverizador costal de precisão com pressão constante gerada por CO₂, num volume de calda de 200 l.ha⁻¹.

As doenças foliares ocorreram naturalmente e a intensidade para o patossistema múltiplo foi avaliada com base na incidência nos estádios de crescimento EC 31, 34, 40, 52 e 60 da escala de Zadoks (Zadoks *et al.*, 1974). Determinou-se a incidência nas folhas verdes e expandidas de dez plantas, coletadas ao acaso, por parcela. Para mancha foliar considerou-se infectada a folha que apresentou no mínimo uma lesão maior que 2 mm com sintoma de mancha amarela, mancha marrom ou septoriose; para ferrugem a presença de uma pústula com esporos; e para oídio a presença das estruturas vegetativas e reprodutivas do fungo.

A colheita manual do trigo foi feita em três pontos de cada parcela, coletando-se todas as espigas presentes em um quadrado com área de 0,25 m². As espigas foram levadas para uma máquina estacionária onde procedeu-se a trilha. Após, efetuou-se a limpeza e pesagem dos grãos, determinando-se o rendimento por parcela.

Procedeu-se a análise de regressão entre a variável independente, incidência foliar da doença, e variável dependente, rendimento de grãos, para cada estádio de crescimento da cultura, obtendo-se as equações das funções de dano e o coeficiente de dano (Cd) para uso no cálculo do limiar de dano econômico, tomando-se como base a fórmula de Munford & Norton (1984), modificada para doenças foliares em trigo (Reis *et al.*, 2001): ID= Cc / (Pp x Cd) x Ec, onde ID= intensidade da doença, Cc= custo de controle por hectare, Pp= preço de venda trigo (t), Cd= coeficiente de dano (obtida da equação da função de dano) e Ec= eficiência do controle do fungicida

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições climáticas foram favoráveis para o desenvolvimento das doenças foliares, obtendo-se o gradiente das doenças e do rendimento de grãos para ambas cultivares de trigo. A máxima redução no rendimento de grãos que ocorreu considerando os valores de incidência foliar das doenças (patossistema múltiplo), para a cultivar Ônix em São José do Cerrito durante safra de 2005, foi de 46,47% e na safra de 2006, 29,20%. Para a cultivar BRS Louro em 2005 a máxima redução no rendimento de grãos foi de 30,04% e na safra de 2006, 25,18%. Nas duas safras agrícolas foram geradas 38 equações lineares da função de dano, sendo 18 para Lages (Tabela 2) e 20 para São José do Cerrito (Tabela 3), sendo cada equação apresentada com o respectivo valor de probabilidade e coeficientes de determinação. Essas equações também foram convertidas para uma tonelada de trigo colhido para facilitar a comparação dos coeficientes de dano por estádio, local e cultivar (Tabelas 2 e 3).

As equações obtidas em Lages na safra 2005 na cultivar BRS Louro geraram valores de coeficiente de dano que variaram entre 2,21 Kg e 4,56 Kg, para cada 1% de incidência foliar, considerando o rendimento de 1.000 Kg ha⁻¹ nos diferentes estádios da cultura (tabela 2). Em 2006, os valores ficaram entre 3,40 Kg e 8,73 Kg. Para Ônix, durante a safra 2005 os valores de dano foram entre 1,13 Kg e 3,81 Kg para cada 1% de incidência, e em 2006, entre 2,37 Kg e 5,62 Kg. (Tabela 2). Em São José do Cerrito, para a cultivar BRS Louro em 2005 obteve-se valores de dano entre 4,72 Kg e 17,74 Kg, em 1% de incidência foliar, ao considerar rendimento de 1.000 Kg.ha⁻¹ (tabela 3). Em 2006, os valores oscilaram entre 9,01 Kg e 52,63 Kg. A cultivar Ônix em 2005 apresentou valores de danos que variaram entre 3,51 Kg e 12,64 Kg, e em 2006 os valores ficaram entre 4,63 Kg e 52,07 Kg (tabela 3).

Tabela 2. Equações da função de dano para o patossistema múltiplo, originais e ajustadas para tonelada, para as cultivares de trigo BRS Louro e Ônix, em diferentes estádios fenológicos de crescimento das plantas, geradas em Lages, SC, nas safras agrícolas de 2005 e 2006

Cultivar/Ano	EC ¹	Equação original	P=	R ²	Equação ajustada / t
BRS Louro					
2005	31	R= 3.552,4 - 16,207 I	0,0004	0,84	R= 1.000 - 4,560 I
	34	R= 3.506,0 - 11,318 I	0,0019	0,77	R= 1.000 - 3,228 I
	40	R= 3.589,9 - 11,649 I	0,0013	0,79	R= 1.000 - 3,245 I
	52	R= 3.751,7 - 10,714 I	0,0043	0,71	R= 1.000 - 2,856 I
	60	R= 3.752,3 - 8,313 I	0,0480	0,45	R= 1.000 - 2,216 I
2006	31	R= 3.709,7 - 32,408 I	0,0170	0,58	R= 1.000 - 8,736 I
	34	R= 3.839,6 - 27,122 I	0,0003	0,86	R= 1.000 - 7,064 I
	40	R= 3.809,2 - 21,666 I	0,0006	0,83	R= 1.000 - 5,688 I
	52	R= 3.900,6 - 16,475 I	0,0020	0,77	R= 1.000 - 4,224 I
	60	R= 3.968,3 - 13,500 I	0,0270	0,53	R= 1.000 - 3,402 I
Ônix					
2005	31	R= 3.134,7 - 7,454 I	0,21413	0,18	R= 1.000 - 2,376 I
	34	R= 3.188,9 - 12,169 I	0,06054	0,37	R= 1.000 - 3,813 I
	40	R= 2.637,1 - 2,981 I	0,80883	0,00	R= 1.000 - 1,130 I
	52	R= 3.243,3 - 8,186 I	0,02026	0,51	R= 1.000 - 2,522 I
2006	31	R= 3.531,6 - 8,185 I	0,48368	0,06	R= 1.000 - 2,377 I
	34	R= 2.773,5 - 15,594 I	0,18463	0,20	R= 1.000 - 5,621 I
	40	R= 2.907,0 - 9,699 I	0,12348	0,27	R= 1.000 - 3,333 I
	52	R= 3.646,5 - 8,388 I	0,06991	0,35	R= 1.000 - 2,298 I

EC¹ - Estádio de Crescimento (Zadoks *et al.*, 1974)

Tabela 3. Equações da função de dano para o patossistema múltiplo, originais e ajustadas para tonelada, para as cultivares de trigo BRS Louro e Ônix, em diferentes estádios fenológicos de crescimento das plantas geradas em São José do Cerrito, SC, nas safras agrícolas de 2005 e 2006

Cultivar/Ano	EC ¹	Equação original	P=	R ²	Equação ajustada / t
BRS Louro					
2005	31	R= 4.674 - 82,937 I	0,0125	0,61	R = 1.000 - 17,74 I
	34	R= 3.781,9 - 24,535 I	0,0128	0,61	R = 1.000 - 6,487 I
	40	R= 4.019,4 - 21,792 I	0,0002	0,87	R = 1.000 - 5,421 I
	52	R= 4.219,0 - 19,949 I	0,0003	0,85	R = 1.000 - 4,728 I
	60	R= 30.564 - 274,9 I	0,0121	0,61	R = 1.000 - 8,994 I
2006	31	R=3.496,12 - 184,02 I	0,0013	0,65	R = 1.000 - 52,63 I
	34	R=3.713,55 - 181,24 I	2,9569	0,67	R = 1.000 - 48,80 I
	40	R=3.763,69 - 42,06 I	1,3891	0,92	R = 1.000 - 11,18 I
	52	R=3.797,18 - 34,21 I	4,19	0,94	R = 1.000 - 9,01 I
	60	R=3.822,20 - 38,67 I	0,0011	0,75	R = 1.000 - 10,12 I
Ônix					
2005	31	R= 4.595,4 - 58,104 I	0,1383	0,28	R = 1.000 - 12,64 I
	34	R= 3.930,2 - 19,977 I	0,0835	0,36	R = 1.000 - 5,082 I
	40	R= 4.396,2 - 16,907 I	0,0243	0,53	R = 1.000 - 3,845 I
	52	R= 4.557,6 - 15,998 I	0,0051	0,69	R = 1.000 - 3,510 I
	60	R= 9.427,9 - 60,417 I	0,0956	0,34	R = 1.000 - 6,408 I
2006	31	R= 3.866,08 - 201,33 I	0,4175	0,74	R = 1.000 - 52,07 I
	34	R= 3.957,18 - 96,41 I	0,0015	0,67	R = 1.000 - 24,36 I

40	$R = 4.290,30 - 28,55 I$	0,0008	0,80	$R = 1.000 - 6,65 I$
52	$R = 4.434,37 - 20,53 I$	0,0007	0,79	$R = 1.000 - 4,63 I$
60	$R = 5.076,76 - 24,59 I$	0,0006	0,80	$R = 1.000 - 4,84 I$

EC¹ - Estádio de Crescimento (Zadoks *et al.*, 1974)

Nas duas safras os maiores danos ocorreram nos estádios iniciais de crescimento (31 e 34), (Zadoks, *et al.* 1974), coincidindo com os mesmos resultados obtidos por Cook *et al.*, (1999), ou seja, que a epidemia de doenças foliares iniciadas antes da emergência da folha bandeira, tem um grande impacto sobre o rendimento de grãos. Pôde-se deduzir que os danos foram maiores nestes estádios de desenvolvimento, por que nesta etapa são definidos os componentes do rendimento de grãos de trigo, e a ocorrência conjunta das doenças foliares, atuam interferindo tanto no peso como no número de grãos formados.

Considerando os valores de coeficientes de dano em relação ao local de cultivo, em geral, São José do Cerrito (cultivo em rotação) foi o que apresentou os maiores valores. Os resultados foram contrários a hipótese de que o cultivo sob rotação proporcionaria a redução dos valores de coeficiente de dano, comparado ao sistema de monocultivo realizado em Lages, por reduzir a quantidade de inóculo em relação aos patógenos causadores de manchas foliares. Entretanto, devido a a maior precipitação pluvial 405 mm em 2005 e 578 mm em 2006 que ocorreu em São José do Cerrito durante o ciclo da cultura, proporcionou os maiores valores de coeficiente de dano, por induzir às condições favoráveis ao desenvolvimento das doenças foliares. Além da maior precipitação pluvial que ocorreu em São José do Cerrito, houve predomínio da ferrugem da folha e oídio para a cultivar Ônix e BRS Louro respectivamente, em todos os estádios de desenvolvimento, proveniente de inóculo presente de plantas voluntárias e de lavouras circunvizinhas, sendo portanto as doenças pouco influenciadas por um sistema de rotação de culturas, diferente de Lages, que houve o predomínio de manchas foliares desde os estádios iniciais, e ferrugem da folha nos estádios que antecedem a floração.

Os resultados também permitiram a análise do impacto do dano na comparação entre as cultivares e entre os anos. Em geral, os danos que ocorreram nos diferentes estádios durante a safra de 2006 foram maiores do que na safra de 2005, nas duas cultivares e locais (Tabelas 4 e 5). Comparando os coeficientes de dano obtidos para BRS Louro em 2005 superaram os danos ocorrentes no Onix, com exceções nos estádios 34 e 52 em Lages. Na safra de 2006 os valores de coeficiente de dano foram sempre maiores para BRS Louro (Tabelas 4 e 5).

Tabela 4. Equações da função de dano para o patossistema múltiplo, originais e ajustadas para tonelada, para a cultivar de trigo BRS Louro, em diferentes estádios fenológicos de crescimento da planta, geradas em Lages e São José do Cerrito, SC, nas safras agrícolas de 2005 e 2006

Local/Ano	EC ¹	Equação original	P=	R ²	Equação ajustada / t
Lages					
2005	31	R= 3.552,4 - 16,207 I	0,0004	0,84	R= 1.000 - 4,560 I
	34	R= 3.506,0 - 11,318 I	0,0019	0,77	R= 1.000 - 3,228 I
	40	R= 3.589,9 - 11,649 I	0,0013	0,79	R= 1.000 - 3,245 I
	52	R= 3.751,7 - 10,714 I	0,0043	0,71	R= 1.000 - 2,856 I
	60	R= 3.752,3 - 8,313 I	0,0480	0,45	R= 1.000 - 2,216 I
2006	31	R= 3.709,7 - 32,408 I	0,0170	0,58	R= 1.000 - 8,736 I
	34	R= 3.839,6 - 27,122 I	0,0003	0,86	R= 1.000 - 7,064 I
	40	R= 3.809,2 - 21,666 I	0,0006	0,83	R= 1.000 - 5,688 I
	52	R= 3.900,6 - 16,475 I	0,0020	0,77	R= 1.000 - 4,224 I
	60	R= 3.968,3 - 13,500 I	0,0270	0,53	R= 1.000 - 3,402 I
São José do Cerrito					
2005	31	R= 4.674 - 82,937 I	0,0125	0,61	R = 1.000 - 17,74 I
	34	R= 3.781,9 - 24,535 I	0,0128	0,61	R = 1.000 - 6,487 I
	40	R= 4.019,4 - 21,792 I	0,0002	0,87	R = 1.000 - 5,421 I
	52	R= 4.219,0 - 19,949 I	0,0003	0,85	R = 1.000 - 4,728 I
	60	R= 3.564 - 274,9 I	0,0121	0,61	R = 1.000 - 8,994 I
2006	31	R=3.496,12 - 184,02 I	0,0013	0,65	R = 1.000 - 52,63 I
	34	R=3.713,55 - 181,24 I	2,9569	0,67	R = 1.000 - 48,80 I

40	$R=3.763,69 - 42,06 I$	1,3891	0,92	$R = 1.000 - 11,18 I$
52	$R=3.797,18 - 34,21 I$	4,19	0,94	$R = 1.000 - 9,01 I$
60	$R=3.822,20 - 38,67 I$	0,0011	0,75	$R = 1.000 - 10,12 I$

EC¹ - Estádio de Crescimento (Zadoks *et al.*, 1974)

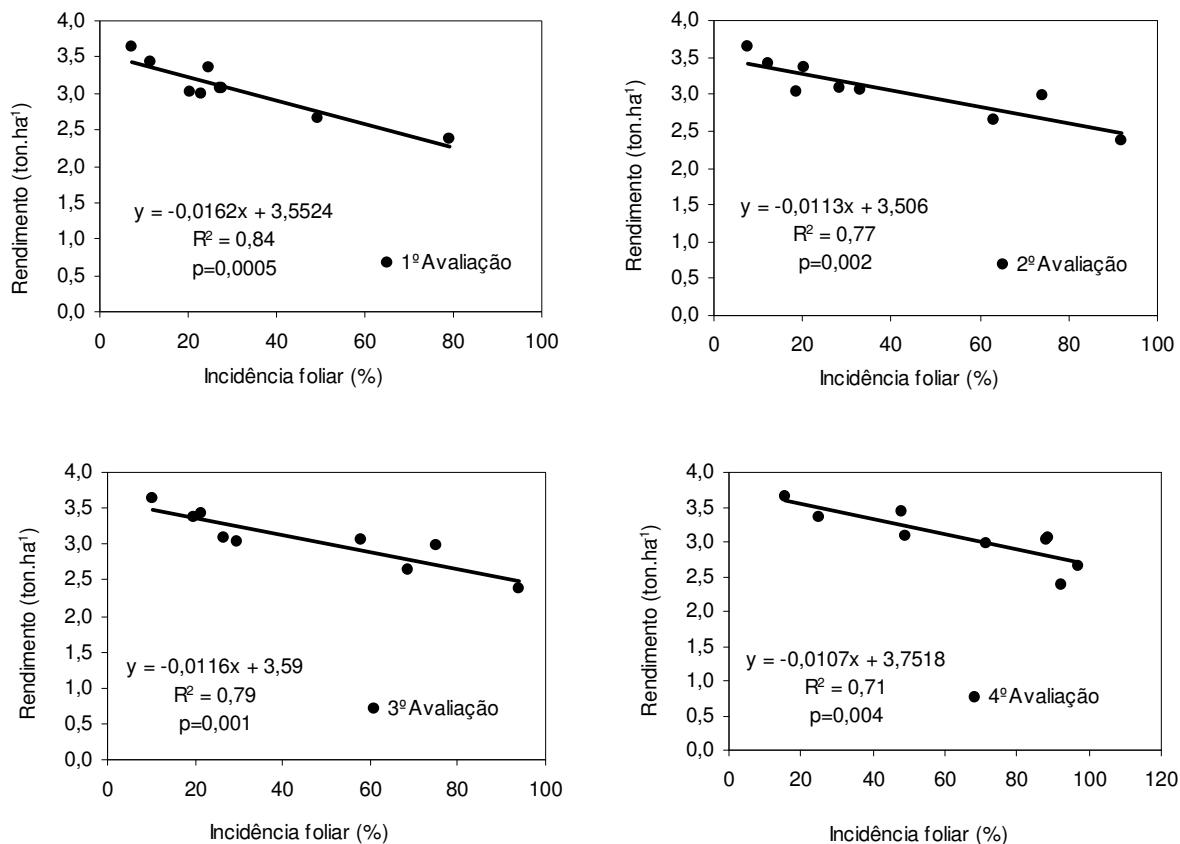
Tabela 5. Equações da função de dano para o patossistema múltiplo, originais e ajustadas para tonelada, para a cultivar de trigo Ônix, em diferentes estádios fenológicos de crescimento da planta, geradas em Lages e São José do Cerrito, SC, nas safras agrícolas de 2005 e 2006

Local/Ano	EC ¹	Equação original	P=	R ²	Equação ajustada / t
Lages					
2005	31	$R= 3.134,7 - 7,454 I$	0,21413	0,18	$R= 1.000 - 2,376 I$
	34	$R= 3.188,9 - 12,169 I$	0,06054	0,37	$R= 1.000 - 3,813 I$
	40	$R= 2.637,1 - 2,981 I$	0,80883	0,00	$R= 1.000 - 1,130 I$
	52	$R= 3.243,3 - 8,186 I$	0,02026	0,51	$R= 1.000 - 2,522 I$
2006	31	$R= 3.531,6 - 8,185 I$	0,48368	0,06	$R= 1.000 - 2,377 I$
	34	$R= 2.773,5 - 15,594 I$	0,18463	0,20	$R= 1.000 - 5,621 I$
	40	$R= 2.907,0 - 9,699 I$	0,12348	0,27	$R= 1.000 - 3,333 I$
	52	$R= 3.646,5 - 8,388 I$	0,06991	0,35	$R= 1.000 - 2,298 I$
São José do Cerrito					
2005	31	$R= 4.595,4 - 58,104 I$	0,1383	0,28	$R = 1.000 - 12,64 I$
	34	$R= 3.930,2 - 19,977 I$	0,0835	0,36	$R = 1.000 - 5,082 I$
	40	$R= 4.396,2 - 16,907 I$	0,0243	0,53	$R = 1.000 - 3,845 I$
	52	$R= 4.557,6 - 15,998 I$	0,0051	0,69	$R = 1.000 - 3,510 I$
	60	$R= 9.427,9 - 60,417 I$	0,0956	0,34	$R = 1.000 - 6,408 I$
2006	31	$R= 3.866,08 - 201,33 I$	0,4175	0,74	$R = 1.000 - 52,07 I$
	34	$R= 3.957,18 - 96,41 I$	0,0015	0,67	$R = 1.000 - 24,36 I$

40	$R = 4.290,30 - 28,55 I$	0,0008	0,80	$R = 1.000 - 6,65 I$
52	$R = 4.434,37 - 20,53 I$	0,0007	0,79	$R = 1.000 - 4,63 I$
60	$R = 5.076,76 - 24,59 I$	0,0006	0,80	$R = 1.000 - 4,84 I$

EC¹ - Estádio de Crescimento (Zadoks *et al.*, 1974)

Todas as equações de função de dano foram geradas por análise de regressão linear (Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8), permitindo que fossem convertidas para o rendimento de 1.000 Kg.ha⁻¹, para facilitar a comparação dos coeficientes de dano por estádio, ano, local e cultivar.



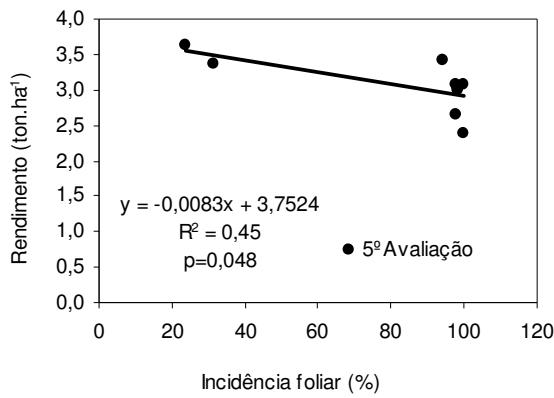
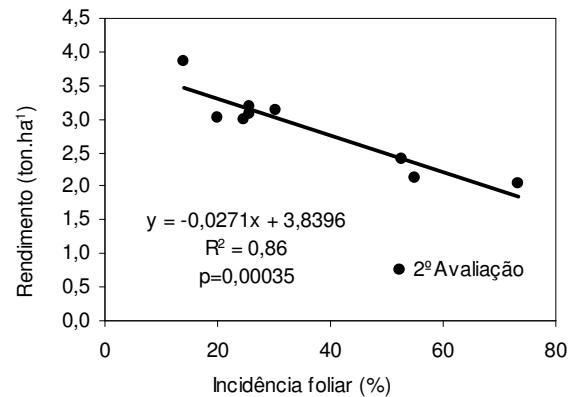
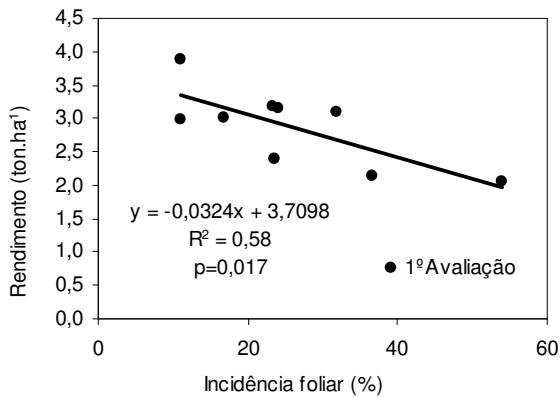


Figura 1. Relação entre a incidência de doenças foliares e o rendimento de grãos de trigo na cultivar BRS Louro. Lages, SC, safra agrícola de 2005.



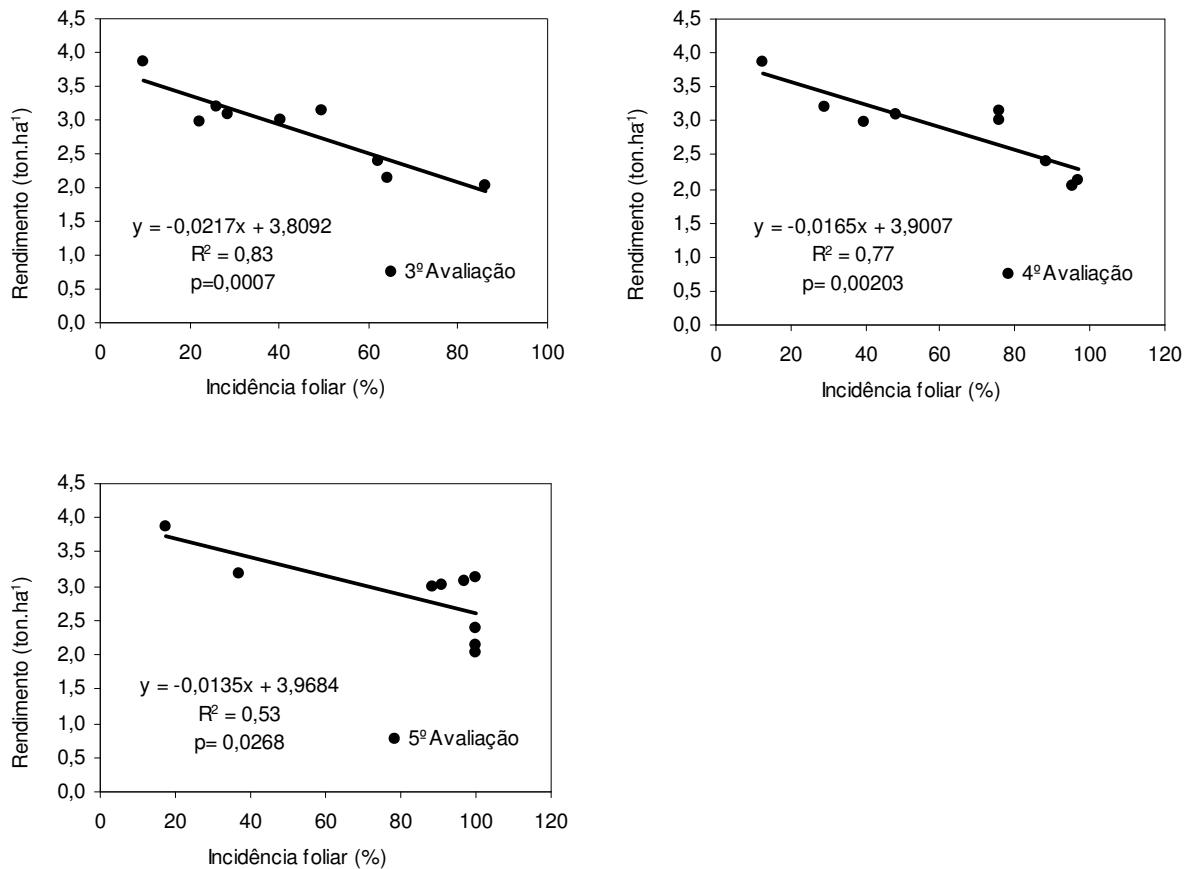


Figura 2. Relação entre a incidência de doenças foliares e o rendimento de grãos de trigo na cultivar BRS Louro. Lages, SC, safra agrícola de 2006.

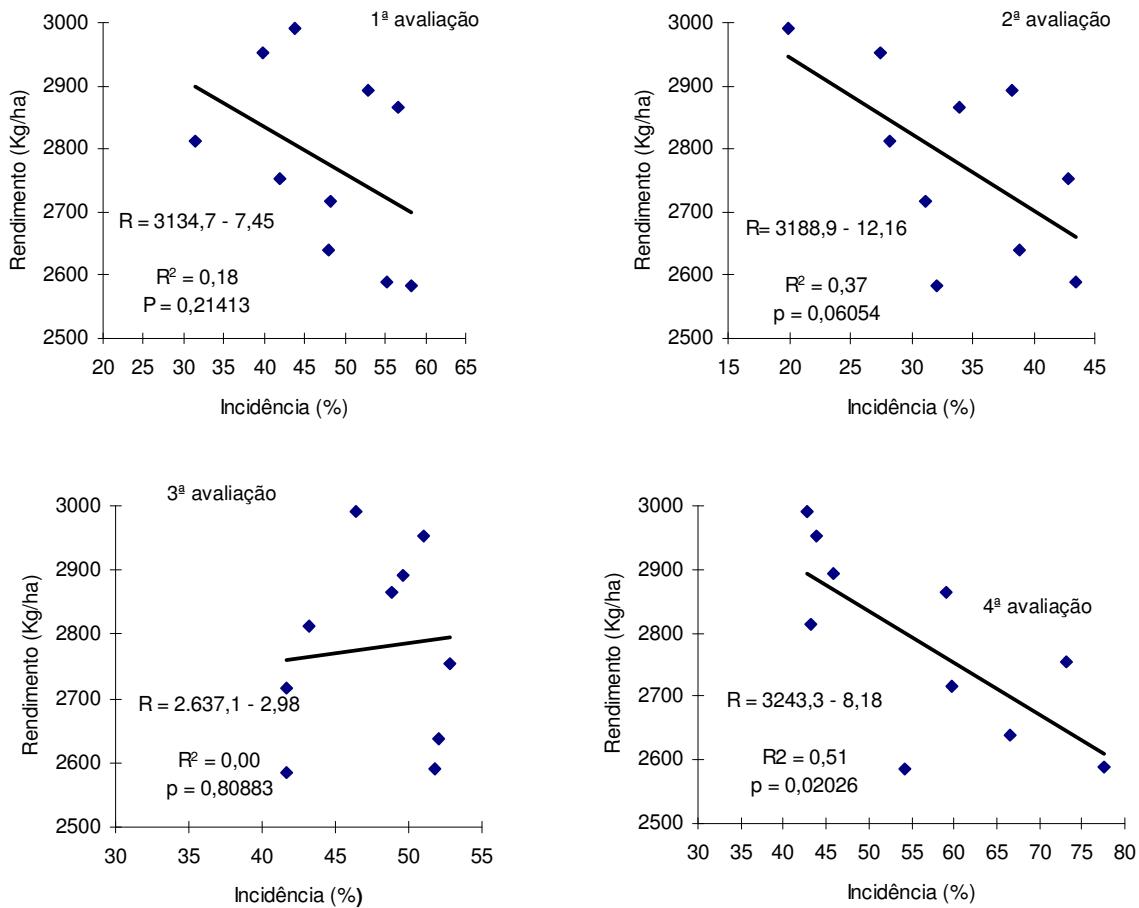


Figura 3. Relação entre a incidência de doenças foliares e o rendimento de grãos de trigo na cultivar Onix. Lages, SC, safra agrícola de 2005.

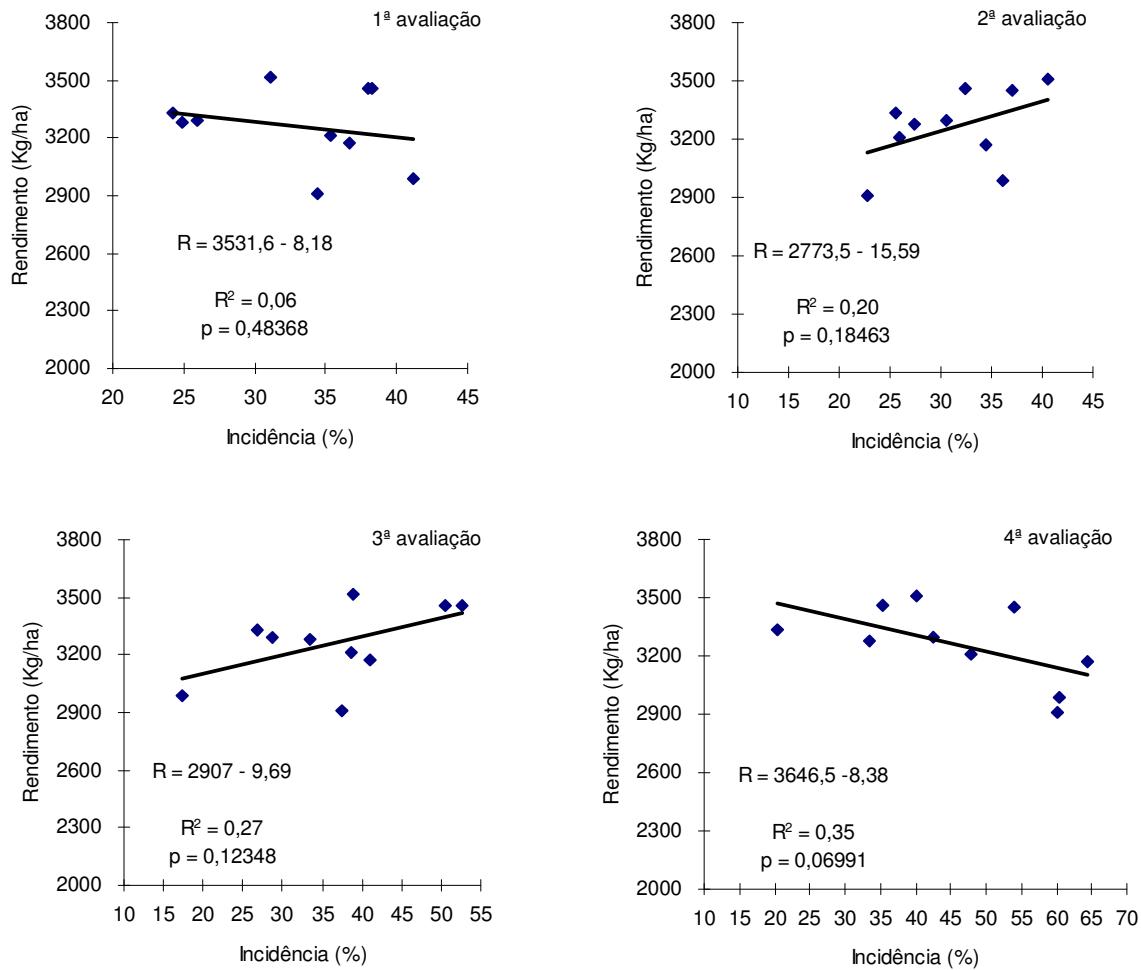


Figura 4. Relação entre a incidência de doenças foliares e o rendimento de grãos de trigo na cultivar Onix. Lages, SC, safra agrícola de 2006.

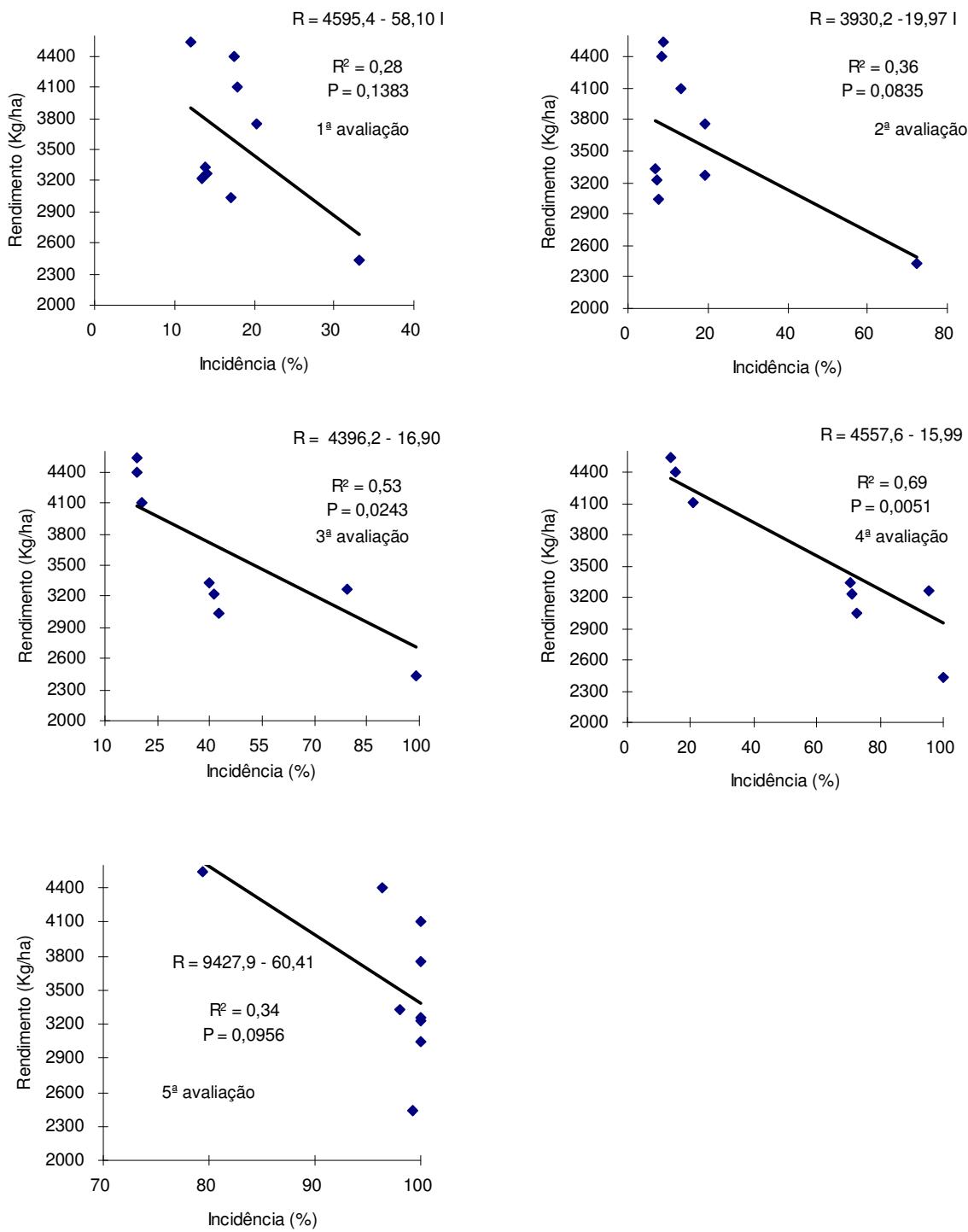


Figura 5. Relação entre a incidência de doenças foliares e o rendimento de grãos de trigo na cultivar Onix. São José do Cerrito, SC, safra agrícola de 2005.

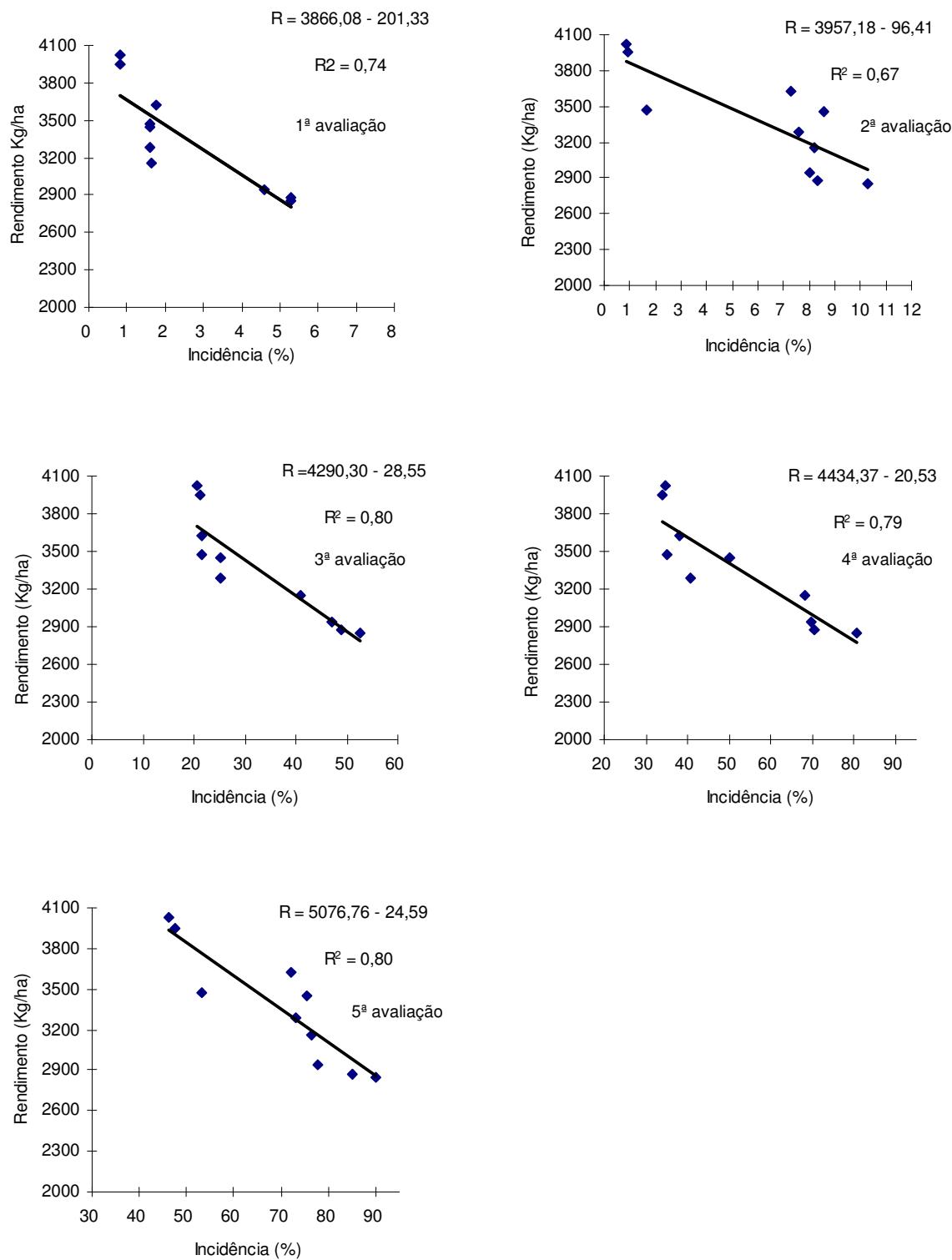


Figura 6. Relação entre a incidência de doenças foliares e o rendimento de grãos de trigo na cultivar Onix. São José do Cerrito, SC, safra agrícola de 2006.

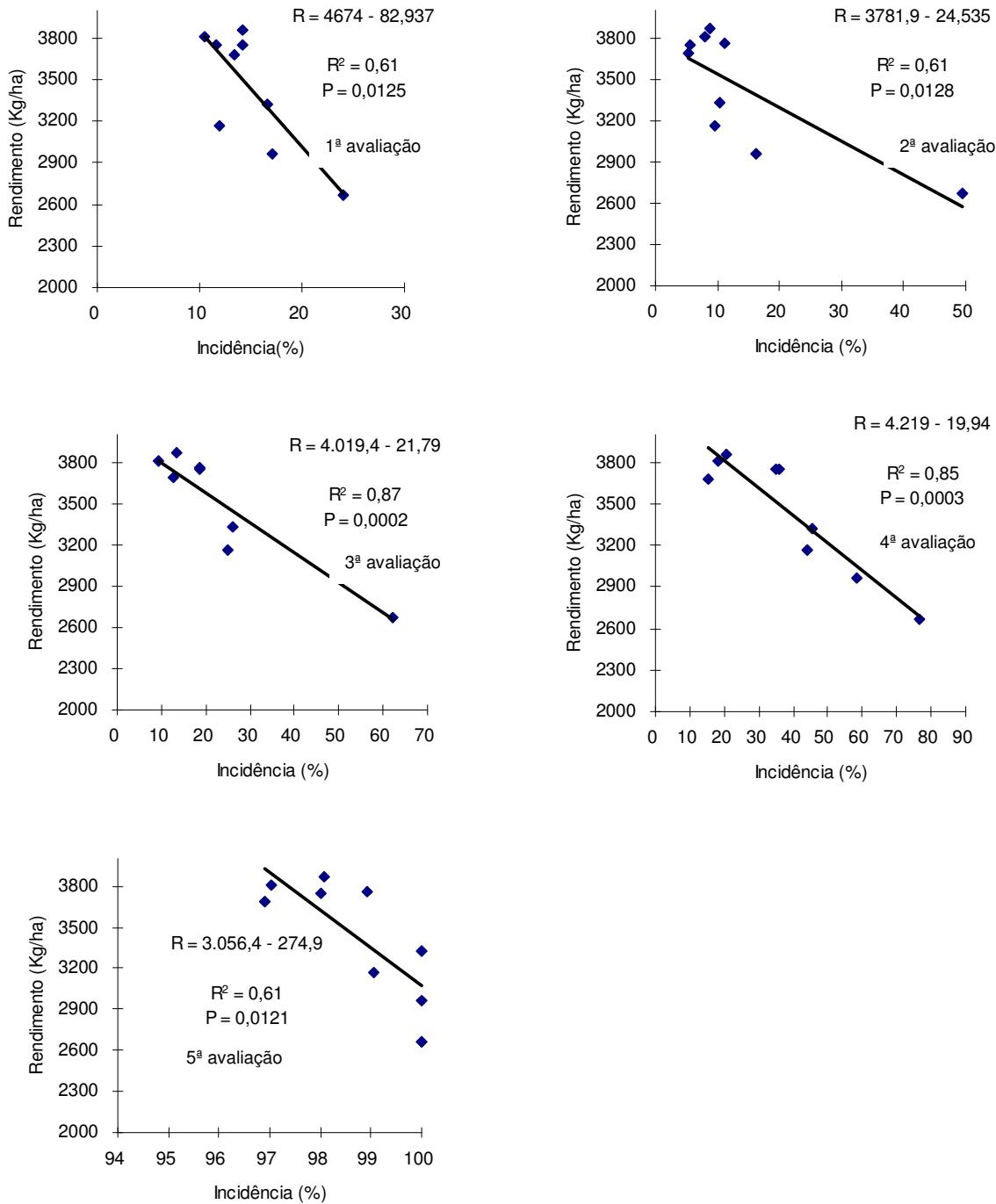


Figura 7. Relação entre a incidência de doenças foliares e o rendimento de grãos de trigo na cultivar BRS Louro. São José do Cerrito, SC, safra agrícola de 2005.

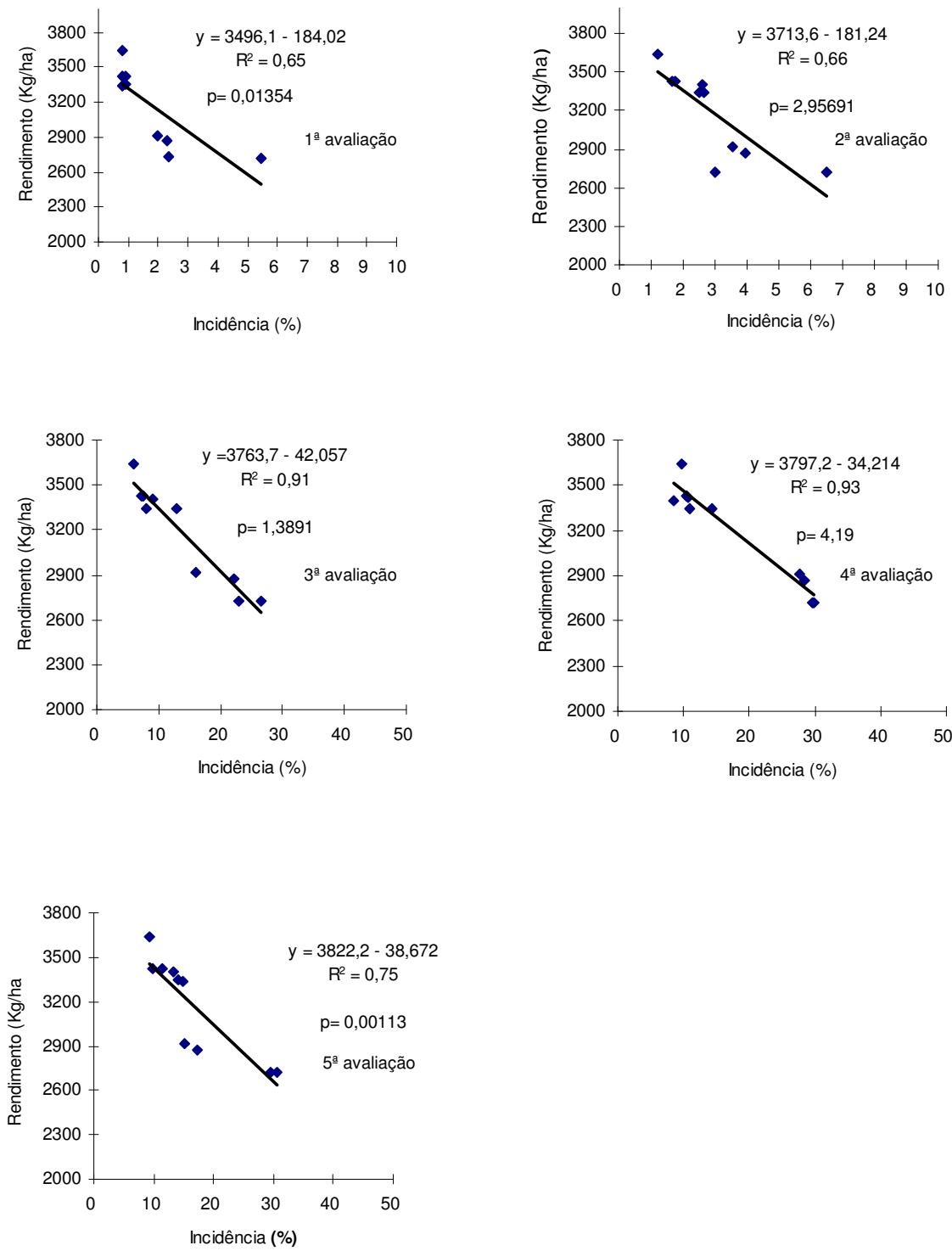


Figura 8. Relação entre a incidência de doenças foliares e o rendimento de grãos de trigo na cultivar BRS Louro. São José do Cerrito, SC, safra agrícola de 2006.

As funções de dano geradas neste trabalho podem ser usadas no cálculo do limiar de dano econômico (LDE) para cada estádio de desenvolvimento da cultura, considerando o patossistema múltiplo de doenças foliares. Para a determinação do LDE considerando como exemplo a equação de função de dano obtida em 2005, correspondente para o estádio de elongação para o cultivar BRS Louro em Lages: $R = 1.000 - 4,560 I$; $R^2 = 0,84$; $p = 0,0004$, toma-se como base na fórmula de Munford & Norton (1984), modificada para doenças foliares em trigo (Reis *et al.*, 2001): $ID = Cc / (Pp \times Cd) \times Ec$, onde ID = intensidade da doença, Cc = custo de controle por hectare, Pp = preço de venda trigo (t), Cd = coeficiente de dano (obtida da equação da função de dano) e Ec = eficiência do controle do fungicida. Para o cálculo do LDE, considerou-se o preço da tonelada de trigo de R\$ 360,00, o custo de controle de R\$70,00, a eficiência de controle do fungicida de 80% e coeficiente de dano obtido desta equação de 0,00456. Substituindo os valores na fórmula do LDE obtém-se uma intensidade da doença de 42,64%, que corresponde a uma perda de R\$ 70,00. Portanto, neste exemplo, a aplicação de fungicida com base no LDE para patossistema múltiplo de doenças foliares no trigo BRS Louro no estádio de alongamento (1º nó visível) deve ser realizada quando a incidência atingir o limiar de ação de 37 %. Outras simulações podem ser feitas considerando os estádios de crescimento da planta e a reação diferenciada da cultivar em resposta a intensidade das doenças foliares e aos danos causados.

CONCLUSÕES

Algumas equações geradas neste trabalho não apresentaram significância entre tratamentos, dificultando a obtenção do gradiente das doenças, e em determinadas situações com baixo valor de coeficiente de determinação. Apesar disto a metodologia utilizada para gerar o gradiente das doenças foi considerada satisfatória.

Concluiu-se que é possível obter os coeficientes de dano para o patossistema múltiplo, e que há diferenças nos danos quando são comparadas cultivares, sistemas de cultivo, locais e safras agrícolas. Mesmo assim os resultados permitem concluir que deve-se gerar equações para cultivares com diferentes reações a doenças foliares e que os primeiros estádios de desenvolvimento da planta apresentam maior relação com os danos causados.

Algumas equações de funções de dano deste trabalho podem ser utilizadas para subsidiar o cálculo do LDE de acordo com o estádio de desenvolvimento no patossistema múltiplo de doenças foliares em trigo. No entanto, são necessários um maior número de experimentos posteriores para determinar com maior precisão equações correspondentes aos respectivos estádios de desenvolvimento para grupo de cultivares com reações contrastantes às doenças foliares.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINI, V. A.; CASA, R. T.; REIS, E. M. **Efeito do tratamento de sementes com fungicidas no controle da ferrugem da folha e do oídio no rendimento de grãos do trigo (Triticum aestivum)**. Fitopatologia Brasileira, v. 26, suplemento, 2001.

BARCELLOS, A. L. **Ferrugem da folha do trigo no Brasil e em outros países do cone sul – Levantamento de raças de 1998**. Passo Fundo: Publicações – EMBRAPA Trigo. Comunicado técnico, n° 42, dezembro, 1999.

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

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

BISOTTO, V. Algumas Considerações Sobre a Cultura do Trigo. In: *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, p. 11-45.

BRAMMER, S P ; BARCELLOS, A L ; MORAES- FERNANDES, BAGGIO, M. I.; MILACH, S . **Bases genéticas da resistência durável à ferrugem da folha do trigo e estratégias biotecnológicas para o melhoramento no Brasil**. Fitopatologia Brasileira, v. 25, p. 5-20, 2000.

CONAB – Central de Informações Agropecuárias. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb> . Acesso em 06/02/2007.

COSTAMILAN L. M.; LINHARES, W. I. **Efetividade de genes de resistencia de trigo a oídio**. Fitopatologia Brasileira, v. 27, n. 6, 2002.

COSTAMILAN, L. M., LINHARES, W. I. **Levantamento de raças de Blumeria graminis f. sp. tritici em trigo, no Brasil**. Passo Fundo: Publicações – EMBRAPA Trigo. Comunicado técnico, n° 32, 1999.

CHAVES, M. S., BARCELLOS, A. L. **Especialização fisiológica de Puccinia triticina no Brasil em 2002.** Fitopatologia Brasileira, v. 31, n. 1, p. 57 – 62, 2006.

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

CASA, R. T., HOFMANN, L. L., PANISSON, E., MENDES, C., REIS, E. M. **Sensibilidade de Blumeria graminis f. sp. tritici a alguns fungicidas.** Fitopatologia Brasileira, v. 27, n. 6, 2002.

DELGADO R. A.; PRESTES, A. M. FERNANDES, J. M. C. **Avaliação da resistência de genótipos de trigo a Stagonospora nodorum.** Fitopatologia Brasileira, v. 26, p. 379, suplemento, 2001.

EVERSMEYER, M. G., KRAMER, C. L., BROWDER, L. E. **Winter and Early Spring Survival of Puccinia recondite on Kansas Wheat During 1980 – 1986.** Plant Disease, v. 72, n. 12, p. 1074 – 1076, 1988.

FERNANDES, J. C. M.; ROSA, O. S.; PICININI, E. C. **Perdas no potencial de rendimento de linhas quase isogências de trigo, devidas ao ódio.** Fitopatologia Brasileira, v. 13, p. 131, 1988.

GOULART, A. C. P. **Controle da ferrugem da folha do trigo pelo tratamento de sementes com fungicidas.** Summa Phytopathologica, v. 25, p. 165 – 168, 1999.

GOULART, A. C. P.; PAIVA. F. de A.; MELO FILHO, G. A.; RICHETTI, A. **Controle de doenças da parte aérea do trigo pela aplicação de fungicidas – viabilidade técnica e econômica.** Summa Phytopathologica, v. 24, p. 160 – 167, 1998.

GOULART, A. C. P.; PAIVA, F. DE A. **Controle químico da Helmintosporiose na parte aérea do trigo e seu efeito sobre o rendimento, seus componentes e sanidade da semente produzida.** Fitopatologia Brasileira, v. 18, n. 1, 1993.

GOULART, A. C. P.; PAIVA, F. de A. **Controle das ferrugens do trigo com fungicidas triazóis em dose normal e em metade da dose isolados ou em misturas ao mancozeb.** Fitopatologia Brasileira, v. 17, n. 1, p. 80 – 83, 1992.

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

ICEPA. Informações Agropecuárias. Disponível em:<<http://cepa.epagri.sc.gov.br>>. Acesso em: 06/02/2007.

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

KUMAR, J., SCHÄFER, P., HÜCKELHOVEN, R., LANGEN, G., BALTRUSCHAT, H., STEIN, E., NAGARAJAN, S., KOGEL, K. **Bipolaris sorokiniana, a cereal pathogen of global concern: cytological and molecular approaches towards better control**. Molecular Plant Pathology, v. 3, n. 4, p. 185 – 195, 2002.

LOPES, P. C., MATSUMURA, A., PORTO, M. D. M., SIMONETTI, A., VAN DER SAND, S., GUIMARÃES, A. **Produção de anti-soros policlonais contra Bipolaris sorokiniana**. Fitopatologia Brasileira, v. 23, n.2, p. 155 – 157, 1998.

LOUGHMAN, R.; THOMAS, G. J. **Fungicide and cultivar control of Septoria diseases of wheat**. Crop Protection, v. 11, n. 4, p. 349 – 354, 1992.

LUZ, W. C.; BERGSTROM, G. C. **Evaluation of triadimenol seed treatment for early season control of tan spot, powdery mildew, spot blotch and Septoria nodorum spot on spring wheat**. Crop Protection, v. 5 n. 2, p. 83 – 87, 1986.

LINHARES, W. I. **Perdas de produtividade ocasionadas por oídio na cultura do trigo**. Fitopatologia Brasileira, v. 13, p. 74 – 75, 1988.

MARTINELLI, J. A. **Controle da ferrugem da folha (Puccinia recondita) do trigo (Triticum aestivum) pelo tratamento de sementes e sua consequência sobre o tratamento aéreo convencional**. Fitopatologia Brasileira, v. 20, p. 304, 1995.

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

MEHTA, Y. R. **Trigo: sempre sadio**. Cultivar, grandes culturas. Pelotas-RS: Grupo Cultivar de publicações Ltda, junho, n. 74, 2005.

MEHTA, Y. R.; MEHTA, A.; RIEDE, C. R. **Molecular and patogenic variability of Pyrenophora tritici-repentis isolates causing tan spot of wheat in the state of Paraná, Brazil**. Summa Phytopathologica, v. 30, n. 4, p. 436 – 443, 2004.

MEHTA, Y. R.; CAMPOS, L. A. C.; GUZMAN, E. **Resistência genética de cultivares de trigo a Bipolaris sorokiniana.** Fitopatologia Brasileira, v. 21, n. 4, p. 455 – 459, 1996.

MEHTA, Y. R. **Doenças do trigo e seu controle.** São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda, 1978, 190 p.

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

NIEWOEHNER, A. S.; LEATH, S. **Virulence of Blumeria graminis f. sp. Tritici on winter wheat in the Easter United States.** Plant Disease, v. 82, p. 64 – 68, 1998.

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

PRESTES, A. M., ANGRA, D. C.; BARBOSA, M. M.; MORAES-FERNANDES, I. B. **Fontes de resistência a Stagonospora nodorum em Aegilops Squarrosa, espécie afim ao trigo cultivado.** Fitopatologia Brasileira, v. 19, n. 4, p. 510 – 513, 1994.

PRESTES, A. M., FERNANDES, J. M. C. **Sobrevivência de Stagnospora nodorum em resíduos da cultura do trigo.** Fitopatologia Brasileira, v. 16, n. 1, p. 68 – 70, 1991.

PRESTES, A. M. **Septoria Tritici Rob. Ex. Desm., host relationships varietal response and influence on the development of wheat root.** Pullman, washington State University, 1976. 85p. Tese –Doutorado. (88 ref._.

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. **Efeito do tratamento de sementes com fungicidas sobre o controle de doenças da parte aérea do trigo.** Fitopatologia Brasileira, v. 28, n. 5, p. 515 – 520, 2003.

PICININI, E. C., FERNANDES, J. M. C. **Controle das doenças de trigo** In: Cunha, G. R. & Bacaltchuk, B. Org. Tecnologia para produzir trigo no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Assembléia Legislativa. Comissão de Agricultura, Pecuária e Cooperativismo / Passo Fundo: Embrapa Trigo, Série Culturas, n° 2, 2000.

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. **Tratamento de sementes de cereais.** Passo Fundo: Publicações – EMBRAPA Trigo. Comunicado técnico, n° 24, dezembro, 1999.

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. Sistema de suporte à tomada de decisão para a otimização do uso de fungicidas na cultura do trigo. *Fitopatologia Brasileira*, v. 24, n. 1, p. 9 – 17, 1999.

PRATES, L. G., FERNANDES, J. M. C. Avaliando a taxa de expansão de lesões de *Bipolaris sorokiniana* em trigo. *Fitopatologia Brasileira*, v. 26, n. 2. 2001.

RIEDE, C. R., FRANCL, L. J. ANDERSON, J. A., JORDAHL, J. G., MEINHARDT, S. W. Additional sources of resistance to tan spot of wheat. *Crop Science*, v. 36, n. 3, p. 771 – 777, 1996.

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

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

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

REIS, E.M., CASA, R.T. & MEDEIROS, C.A. *Diagnose, patometria e controle de doenças de cereais de inverno*. Londrina. ES Comunicação S/C Ltda. 2001. 94p.

REIS, E. M., CASA, R. T. Doenças da cevada: *Helmintosporioses, mancha- em- rede, mancha marrom, mancha estriada*. São Paulo: Bayer, 46 p. 2001.

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

REIS, E. M., SILVA, C. E. L., CASA, R. T., MEDEIROS, C. A. Decomposição dos restos culturais do trigo e sobrevivência saprofítica de *Bipolaris sorokiniana*. *Fitopatologia Brasileira*, v. 23, n. 1, p. 62 – 63, 1998.

REIS, E. M., CASA, R. T., HOFFMANN, L. L. Efeito do ódio causado por *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*, sobre o rendimento de grãos de trigo. *Fitopatologia Brasileira*, v. 22, p. 492 – 495, 1997a.

REIS, E.M., CASA, R.T., BLUM M.M.C., SANTOS, H.P. & MEDEIROS, C.A. **Efeito de práticas culturais na severidade de manchas foliares do trigo e sua relação com a incidência de fungos patogênicos na semente colhida.** Fitopatologia Brasileira v. 22, p. 407 – 412, 1997b.

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

REIS, E. M.; CASA, R. T. **Doenças do trigo – VI, Mancha amarela da folha.** Passo Fundo: BAYER S. A., 1996. 16 p.

REIS, E.M. **Manual de identificação e de quantificação de doenças do trigo.** Passo Fundo RS. Agroalpfa. 1994. 59p.

REIS, E. M., FORCELINI, C. A. **Transmissão de Bipolaris sorokiniana de sementes para órgãos aéreos do trigo.** Fitopatologia Brasileira, v. 18, n. 1, p. 76 – 95, 1993.

REIS, E. M. **Doenças do trigo – V; Ferrugens.** São Paulo: BAYER S. A. 1991, 20 p.

REIS, E. M., FERNANDES, J. M., PICININI, E. C. **Estratégias para o controle de doenças do trigo.** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1988.

REIS, E. M. **Doenças do trigo IV – Septorioses. Doenças do trigo – septorioses.** São Paulo: Ciba Geigy, p. 1 – 29, 1987.

SUMMEREELL, B. A., BURGESS, L. W. **Factores influencing production of pseudothecia by Pyrenophora tritici-repentis.** Trans. Br. Mycol. Soc., v. 90, n. 4, p. 557 – 562, 1988 a.

SUMMEREELL, B. A., BURGESS, L. W. **Saprophytic colonization of wheat and barley by Pyrenophora tritici-repentis in the field.** Trans. Br. Mycol. Soc., v. 90, n. 4, p. 551 – 556, 1988b.

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

SONE, J., BOCKUS, W. W., CLAASSEN, M. M. **Gradients of tan spot of winter wheat from a small-area source of *Pyrenophora tritici-repentis*.** Plant Disease, v. 78, n. 6, p. 622 – 627, 1994.

SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M.; PEREIRA, L.R.; VIEIRA, S. A. **Efeito da rotação de culturas no rendimento de grãos e na ocorrência de doenças radiculares do trigo (*Triticum aestivum*) e de outras culturas de inverno e de verão, de 1979 a 1986.** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1987. 38 p.

SOARES, R. M.; CASTROR. L. **Avaliação de doenças foliares nos ensaios estadual e regional de trigo no Rio Grande do Sul.** Fitopatologia Brasileira, v. 28, n. 6, p. 687, 2003.

VALIM-LABRES, M. E., PRESTES, A. M., VAN DER SAND, S., MATSUMURA, A. T. S. **Variação no aspecto cultural, morfologia e virulência em isolados de *Bipolaris sorokiniana* de trigo.** Fitopatologia Brasileira, v. 22, n. 4, p. 483 – 487, 1997.

VECHIATO, M. H. LASCA, C. C., VALARINI, P. J. **Sobrevivência do fungo *Helminthosporium sativum* em sementes de trigo (*Triticum aestivum*) armazenadas.** Fitopatologia Brasileira, v. 12, n. 3, p. 226 – 231, 1987.

ZILLINSKY, F.J. **Common diseases of small grain cereals. A guide to identification.** Mexico, CIMMYT. 1983. 106p.

ZAMBOLIM, L. **O que os Engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários.** In. Manejo Integrado de doenças com ênfase ao controle químico. In.: P. 235 – 315. v. 1, ed. 3. 2003.

ZADOCKS, J.C. CHANG, T.T. & KONZAK, C.F. **A decimal code for the growth stages of cereal.** Weed Research 14:415-421.1974.

ZOLDAN, S. M., BARCELLOS, A. **Postulação de genes (Lr) de resistência à ferrugem da folha em cultivares Brasileiras de trigo.** Fitopatologia Brasileira, v. 27, n. 5, 2002.