

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA**  
**VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**MANEJO DA MANCHA-AMARELA DO TRIGO**  
**COM ROTAÇÃO DE CULTURAS E APLICAÇÃO DE**  
**FUNGICIDAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS**

**CLEITON DA LUZ BONINI**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração em Fitopatologia.

Passo Fundo, novembro de 2013

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA  
VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**MANEJO DA MANCHA-AMARELA DO TRIGO  
COM ROTAÇÃO DE CULTURAS E APLICAÇÃO DE  
FUNGICIDAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS**

**CLEITON DA LUZ BONINI**

**Orientador: Prof. Ph.D. Carlos Alberto Forcelini**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração em Fitopatologia.

Passo Fundo, novembro de 2013

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação.

“Manejo da mancha – amarela do trigo com rotação de culturas e aplicação de fungicidas em diferentes estádios”

Elaborada por

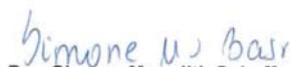
Cleiton da Luz Bonini

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em  
Agronomia – Fitopatologia

Aprovada em: 08/11/2013  
Pela Comissão Examinadora



Dr. Carlos Alberto Forcelini  
Presidente da Comissão Examinadora  
Orientador



Dra. Simone Meredith Scheffer Basso  
Coord. Prog. Pós-Graduação em Agronomia



Dra. Caroline de Lima Wesp  
CCGL Tec



Dr. Hélio Carlos Rocha  
Diretor FAMV



Dra. Norimar D'Ávila Denardin  
FAMV - UPF

CIP – Catalogação na Publicação

---

B715m Bonini, Cleiton da Luz  
Manejo da mancha-amarela do trigo com rotação  
de culturas e aplicação de fungicidas em diferentes  
estádios / Cleiton da Luz Bonini. – 2014.  
98 f. : il., color. ; 25 cm.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) –  
Universidade de Passo Fundo, 2014.  
Orientador: Prof. PhD. Carlos Alberto Forcelini.

1. Trigo – Cultivo. 2. Trigo – Doenças e pragas.  
3. Pragas - Controle. 4. Fitopatologia. 5. Fungicidas.  
I. Forcelini, Carlos Alberto, orientador. II. Título.

CDU: 633.11

Aos meus pais, Helio e Lucila, aos meus irmãos Clovis e Cleber, para  
que quando verem seus nomes neste trabalho,  
sintam o carinho e a admiração que lhes tenho.

DEDICO

## **AGRADECIMENTOS**

### **A Deus,**

Agradeço à aquele, que me permitiu tudo isso, ao longo de toda a minha vida, e, não somente nestes anos, é a Ele que dirijo minha maior gratidão. Deus, mais do que me criar, deu propósito à minha vida. Vem dele tudo o que sou, o que tenho e o que espero. Tu és o maior mestre, que uma pessoa pode conhecer e reconhecer.

Obrigado!

### **À minha família,**

Ao meu pai Helio, minha Mãe Lucila aos meus irmãos Clovis e Cleber, pela ajuda, paciência e incentivo, durante esses dois anos,

Obrigado!

### **Ao meu orientador, Dr. Carlos Alberto Forcelini,**

Por seu apoio, ensinamentos e pela primorosa orientação prestada,

Obrigado!

### **Aos meus amigos,**

Camila Ranzi, Juliane Nicolodi Camera, Aveline Avozani, Eduardo Viana, Anderson Danelli, Elaine Deunner, Roberto de Rossi, Ricardo Brustolin, Andréia Reis, Ana Pedersen, Valéria, Sílvia Ortiz Chini, e em especial ao colega de curso e de trabalho Guilherme Ghutz, pelo apoio, ajuda nos experimentos, pela amizade e companheirismo

durante a realização do mestrado.

Obrigado!

**À UPF e ao PPGAgro,**

Pela concessão da bolsa de estudos e pela oportunidade de realizar  
este curso,  
Obrigado!

**Aos professores da PPGAgro e a banca avaliadora,**

Dra. Norimar Denardin  
Dra. Carolina Wesp  
Obrigado!

**Aos funcionários da UPF e estagiários do laboratório,**

Que de alguma forma contribuíram para a execução dos experimentos.  
Em especial à Cinara, Paulo e Mari pela colaboração e paciência,  
Obrigado!

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>RESUMO</b> .....	17
<b>ABSTRACT</b> .....	19
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	22
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	25
2.1 Histórico e ocorrência da mancha amarela.....	25
2.2 Etiologia.....	25
2.3 Hospedeiros.....	26
2.4 Sintomatologia.....	27
2.5 Danos.....	28
2.6 Fatores que interferem no desenvolvimento da doença..	29
2.7 Processo infeccioso, sobrevivência, fontes de inóculo e disseminação da <i>Drechslera tritici-repentis</i> .....	30
2.7.1 Germinação, penetração e colonização.....	32
2.8 Variabilidade do patógeno.....	33
2.9 Expansão de lesão.....	35
2.10 Medidas de controle da mancha amarela.....	36
2.10.1 Manejo cultural.....	37
2.10.2 Resistência genética.....	38
2.10.3 Controle químico.....	38
 <b>CAPÍTULO I</b>	
Viabilidade da aplicação de fungicida no estágio de perfilhamento para controle da mancha amarela ( <i>Drechslera tritici-repentis</i> ) em trigo.....	41
<b>RESUMO</b> .....	41
<b>ABSTRACT</b> .....	42
<b>1 -INTRODUÇÃO</b> .....	44
<b>2 - MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	47
<b>3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	56
<b>4 - CONCLUSÕES</b> .....	73

	<b>Página</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	
Progresso e controle da mancha amarela ( <i>Drechslera tritici-repentis</i> ) do trigo em diferentes cultivares, sob monocultura e rotação com aveia.....	74
<b>RESUMO</b> .....	74
<b>ABSTRACT</b> .....	75
<b>1 -INTRODUÇÃO</b> .....	77
<b>2 - MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	79
<b>3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	83
<b>4 - CONCLUSÕES</b> .....	93
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	94

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
1	Fungicida, dose, estágio fenológico e data de aplicação.....	49
2	Fungicidas e épocas de aplicação utilizadas em 2010.....	53
3	Fungicidas e épocas de aplicação utilizadas em 2011.....	53
4	Precipitação pluvial e temperatura média no período de julho a setembro de 2011. Campo experimental Cotripal, Condor, RS, 2011.....	57
5	Severidade da mancha amarela na cultivar Fundacep Horizonte, em função dos programas de aplicação de fungicidas. COTRIPAL, Condor RS, 2011.....	58
6	Tamanho da lesão (mm <sup>2</sup> ) da mancha amarela do trigo em função da aplicação de fungicidas. Cotripal, Condor, RS, 2011.....	62
7	Número de dias com chuva acima de 5 mm, altura pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) no período de julho a novembro de 2010. UPF, Passo Fundo, RS, 2010.....	64
8	Precipitação pluvial e temperatura média no período de agosto a outubro de 2011. UPF, Passo Fundo, RS, 2011..	64
9	Área abaixo da curva de progresso da mancha-amarela e da ferrugem da folha do trigo em função da aplicação de fungicida triazol (propiconazol) ou triazol + estrobilurina (epoxiconazol + piraclostrobina) em diferentes estágios	

10	de crescimento do trigo, cultivar Mirante. UPF, Passo Fundo, 2010..... Área abaixo da curva de progresso da mancha-amarela e da ferrugem da folha do trigo em função da aplicação de fungicida triazol (propiconazol) ou triazol + estrobilurina (epoxiconazol + piraclostrobina) em diferentes estádios de crescimento do trigo, cultivar Fundacep Raízes. UPF, Passo Fundo, 2010.....	66
11	Rendimento de grãos de trigo, cultivares Mirante e Fundacep Raízes, em função da aplicação de fungicida triazol (propiconazol) ou triazol + estrobilurina (epoxiconazol + piraclostrobina) em diferentes estádios de crescimento do trigo. UPF, Passo Fundo, 2010.....	66
12	Área abaixo da curva de progresso da mancha-amarela e da ferrugem da folha do trigo em função da aplicação de fungicida triazol (propiconazol) ou triazol + estrobilurina (epoxiconazol + piraclostrobina) em diferentes estádios de crescimento do trigo, cultivar Mirante. UPF, Passo Fundo, 2011.....	67
13	Área abaixo da curva de progresso da mancha-amarela e da ferrugem da folha do trigo em função da aplicação de fungicida triazol (propiconazol) ou triazol + estrobilurina (epoxiconazol + piraclostrobina) em diferentes estádios de crescimento do trigo, cultivar Fundacep Horizonte. UPF, Passo Fundo, 2011.....	68
14	Rendimento de grãos de trigo, cultivares Mirante e Fundacep Horizonte, em função da aplicação de fungicida triazol (propiconazol) ou	69

	triazol + estrobilurina (epoxiconazol + piraclostrobina) em diferentes estádios de crescimento do trigo. UPF, Passo Fundo, 2011.....	69
15	Rendimento de grãos e peso de mil grãos de trigo na cultivar Quartzo, em função da remoção artificial de folhas. Cotripal, Condor, RS, 2012.....	72

## CAPÍTULO II

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
1	Análise de variância da área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD) e do rendimento de grãos. Passo Fundo-RS, 2013.....	86
2	Área abaixo da curva de progresso de doenças para a mancha-amarela do trigo sob monocultura ou rotação, em diferentes cultivares e safras. Passo Fundo-RS, 2013.....	88
3	Rendimento de grãos de trigo sob monocultura ou rotação com aveia, de 2009 a 2011. Passo Fundo-RS, 2013.....	90
4	Resultado econômico do cultivo de trigo sob monocultura ou rotação com aveia, de 2009 a 2011. Passo Fundo-RS, 2013.....	92

## LISTA DE FIGURAS

### REVISÃO DE LITERATURA

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Ciclo da mancha-amarela do trigo, causada por <i>Drechslera tritici-repentis</i> .....	31

### CAPÍTULO I

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Folhas de trigo, 25 dias após a semeadura, com sintomas iniciais da mancha-amarela, causada por <i>Drechslera tritici-repentis</i> . Foto: Cleiton Bonini.....	57
2	Área abaixo da curva de progresso em função dos programas de aplicações de fungicidas. Cultivar Horizonte, Condor RS, 2011.....	60
3	Rendimento de grãos de trigo, cultivar Fundacep Horizonte, em função de programas de aplicação de fungicidas. COTRIPAL, Condor, RS, 2011.....	63

**CAPÍTULO II**

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Severidade da amncha-amarela do trigo em função de cultivares e anos de cultivo sob sistema de rotação com aveia. As taxas de progresso de doença ( $r$ ) foram estimadas pelo modelo logístico ( $y=1/(1+bx \exp(-r*t))$ ) e são expressas em unidades.dia <sup>-1</sup> ; o valor entre parênteses ao lado da taxa indica o intervalo de confiança de 95%. Passo Fundo, RS, 2013.....	85

**MANEJO DA MANCHA-AMARELA DO TRIGO COM  
ROTAÇÃO DE CULTURAS E APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS  
EM DIFERENTES ESTÁDIOS**

**Cleiton da Luz Bonini<sup>1</sup>**

**RESUMO** - A mancha-amarela, causada pelo fungo *Pyrenophora tritici-repentis*, é uma das principais doenças da cultura do trigo no Brasil. Os danos provocados pela doença são significativos e requerem a adoção de um conjunto de medidas de controle. Neste trabalho, objetivou-se avaliar o manejo da mancha-amarela através da rotação de culturas e da aplicação de fungicidas, incluindo tratamentos já a partir do estágio de perfilhamento. Para este último objetivo foram conduzidos experimentos em dois locais, um no campo experimental da Cotripal em Condor-RS (2011) e outro na UPF, em Passo Fundo-RS (2010 e 2011). Ambos os trabalhos foram conduzidos em blocos ao acaso, com três (Condor) ou quatro repetições (Passo Fundo). Em Condor utilizou-se a cultivar Fundacep Horizonte; já, em Passo Fundo, Mirante e Fundacep Raízes em 2010 e Mirante e Fundacep Horizonte em 2011. Os tratamentos culturais foram realizados segundo indicações técnicas para a cultura. As aplicações dos fungicidas foram realizadas nos estádios de perfilhamento, alongamento, florescimento e início de enchimento de grãos. Na primeira aplicação (perfilhamento) em Condor foram utilizados os fungicidas epoxiconazol (Opus 0,6 L.ha<sup>-1</sup>), propiconazole (Tilt 0,3 L.ha<sup>-1</sup>), tebuconazol (Systemic 0,6 L.ha<sup>-1</sup>), epoxiconazole + piraclostrobina,

---

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Fitopatologia.

(Opera 0,6 L.ha<sup>-1</sup>) e tebuconazol + trifloxistrobina (Nativo 0,6 L.ha<sup>-1</sup>); nas três demais foi utilizada a mistura de tebuconazol + trifloxistrobina (Nativo 0,6 L.ha<sup>-1</sup>). A severidade final da mancha-amarela variou de 50,5 a 87,3%, sendo menor no tratamento com propiconazol. A produtividade variou de 2.672 kg.ha<sup>-1</sup> a 2.978 kg.ha<sup>-1</sup>, não havendo diferença significativa entre os fungicidas. Em Passo Fundo, os tratamentos no perfilhamento e alongação corresponderam a aplicações de um fungicida triazol (propiconazol 125 g.ha<sup>-1</sup>, formulação comercial Tilt 0,5 L.ha<sup>-1</sup>) e a uma mistura de triazol + estrobilurina (epoxiconazol 25 g.ha<sup>-1</sup> + piraclostrobina 67,5 g.ha<sup>-1</sup>, formulação comercial Opera 0,5 L.ha<sup>-1</sup>, mais o adjuvante Assist 0,5 L.ha<sup>-1</sup>). As demais aplicações (emborrachamento e floração) foram todas com este último fungicida. Os tratamentos no perfilhamento não diferiram significativamente na severidade da doença nem no rendimento de grãos dos programas iniciados na alongação. O segundo objetivo, foi avaliar o efeito da rotação de culturas (trigo/aveia) combinado com a aplicação de fungicidas, estes experimentos foram conduzidos na UPF, de 2009 a 2011, em áreas sob monocultura de trigo ou rotação com aveia. Cada experimento incluiu dois cultivares, semeados adjacentes e submetidos a zero (testemunha), uma, duas e três aplicações dos fungicidas epoxiconazol + piraclostrobina. A mancha-amarela atingiu severidade de 29,6% em 2009, 17,9% em 2010 e 34,5% em 2011. O cultivar Fundacep Horizonte apresentou maior severidade (34,5% na monocultura/16,1% na rotação), seguido pelo Fundacep Raízes (29,6%/15,4%), Guamirim (25,7%/11,5%), Mirante (17,9%/6,6% em 2010; 21,2%/8,8% em 2011) e Quartzito (8,8%/5,6%). Na rotação, a produtividade média foi

maior em 779 kg.ha<sup>-1</sup> (2009) a 1.374 kg.ha<sup>-1</sup> (2011), especialmente quando combinada com duas (1.268 kg.ha<sup>-1</sup>) ou três (1.545 kg.ha<sup>-1</sup>) aplicações de fungicida. O retorno econômico médio atingiu R\$246,20.ha<sup>-1</sup> com duas aplicações e R\$302,49.ha<sup>-1</sup> com três aplicações. O benefício da rotação trigo/aveia variou com o ano e foi estimado em R\$104,89 a R\$564,89 por hectare. Como conclusão, a rotação de culturas e as aplicações de fungicida iniciadas a partir do alongamento exercem maior efeito no controle da mancha-amarela do trigo.

**Palavras-chave:** controle químico, epidemiologia, manchas foliares, manejo, *Pyrenophora tritici-repentis*, resultado econômico.

#### **CONTROL OF WHEAT TAN SPOT WITH CROP ROTATION AND FUNGICIDE APPLICATION AT DIFFERENT STAGES**

**ABSTRACT** – Tan spot caused by *Pyrenophora tritici-repentis* is one of the most important diseases of wheat in Brazil. The disease causes significant yield losses and its control requires an integrated disease management program. In this research we evaluate the benefits for disease control of crop rotation and fungicide sprays, including applications early at plant tillering. This latter objective was studied in field trials were carried out in Condor-RS (Cotripal experimental field) in 2011 and Passo Fundo-RS (UPF) in 2010 and 2011. All trials were organized as randomized blocks with three or four replicates. Fundacep Horizonte was the cultivar used in Condor while Mirante and Fundacep Raízes were planted in Passo Fundo in 2010 and

Mirante and Fundacep Horizonte in 2011. The overall crop management followed technical guidelines for wheat. The fungicides sprays were performed at tillering, elongation, flowering, and early grain filling. The first spray (tillering) in Condor used the fungicides epoxiconazol (Opus 0.6 L.ha<sup>-1</sup>), propiconazole (Tilt 0.3 L.ha<sup>-1</sup>), tebuconazol (Systemic 0.6 L.ha<sup>-1</sup>), epoxiconazole + pyraclostrobin (Opera 0.6 L.ha<sup>-1</sup>) and tebuconazol + trifloxystrobin (Nativo 0.6 L.ha<sup>-1</sup>); the three following sprays used the mixture of tebuconazol + trifloxystrobin (Nativo 0.6 L.ha<sup>-1</sup>). The final tan spot severity ranged from 50.5 (propiconazol at tillering) to 87.3% (non-sprayed control). The grain yield varied from 2.672 kg.ha<sup>-1</sup> to 2.978 kg.ha<sup>-1</sup>, but there were no significant differences among treatments. In Passo Fundo, the first fungicide spray at tillering or elongation utilize a triazol (propiconazol 125 g.ha<sup>-1</sup>, Tilt 0.5 L.ha<sup>-1</sup>) or a mixture of triazol + strobilurin (epoxyconazol 25g.ha<sup>-1</sup> + pyraclostrobin 67.5 g.ha<sup>-1</sup>, Opera 0.5 L.ha<sup>-1</sup>, plus the adjuvant Assist 0.5 L.ha<sup>-1</sup>). All other applications used the later fungicide mixture. Fungicide treatments carried out at tillering did not influence tan spot severity nor grain yield significantly over those initiated at elongation. The severity of tan spot, the grain yield of wheat cultivars, and the disease control with fungicides were also examined under continuous wheat cropping or rotation with oats. Each trial included two wheat cultivars and four spray programs with zero (non-sprayed control), one, two or three applications of epoxyconazol + pyraclostrobin. Tan spot reached maximum leaf severities of 29.6% in 2009, 17.9% in 2010, and 34.5% in 2011. The cultivar Horizonte showed the highest disease severity (34.5% on monoculture/16.1% under rotation), followed by Raízes

(29.6%/15.4%), Guamirim (25.7%/11.5%), Mirante (17.9%/6.6% in 2010; 21.2%/8.8% in 2011), and Quartzo (8.8%/5.6%). The average difference in grain yield pro crop rotation varied from 779 kg.ha<sup>-1</sup> (2009) to 1.374 kg.ha<sup>-1</sup> (2011). Such a difference was higher when combined with two (1.268 kg.ha<sup>-1</sup>) or three (1.545 kg.ha<sup>-1</sup>) sprays of fungicide. The net income from fungicide application was R\$246.20.ha<sup>-1</sup> for two sprays and R\$302.49.ha<sup>-1</sup> for three. The benefit of the wheat/oat rotation varied among cropping seasons and ranged from R\$104.89 to R\$564.89 ha<sup>-1</sup>. In conclusion, crop rotation and fungicide applications initiated at plant elongation provide better management for wheat tan spot.

**Key words:** chemical control, disease management, economical return, epidemiology, leaf blights, *Pyrenophora tritici-repentis*.

## INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.), um cereal da família Poaceae, é cultura de grande importância no cenário mundial, tendo papel de destaque na alimentação humana como fonte de energia. O trigo constitui o segundo cereal em produção no mundo, superado apenas pelo milho. Os primeiros registros sobre o surgimento dessa cultura datam de antes de Cristo. Com o passar dos anos, a tecnologia de produção deste cereal disseminou-se pelo mundo. No Brasil, o mesmo se desenvolveu com a vinda dos colonizadores europeus para o continente americano. A região sul do Brasil apresentou as melhores condições para o desenvolvimento do cereal em relação às outras regiões brasileiras, sendo o Rio Grande do Sul o pioneiro na produção de trigo em escala comercial e industrial (BRUM, A. L & HECK, C. R, 2005).

No Brasil, a produção anual atinge entre 5 e 6 milhões de toneladas, concentrando sua produção nas regiões Sul (RS, SC e PR), Sudeste (MG e SP) e Centro-oeste (MS, GO e DF). Sua produção representa 60% do que a sua população consome anualmente, cerca de 10 milhões de toneladas. A área cultivada deste cereal na safra 2012 foi de aproximadamente 1,895 milhões de hectares. A média de produtividade foi de 2.311 kg.ha<sup>-1</sup>, muito abaixo do potencial de produção das cultivares disponíveis no mercado. Problemas climáticos ocorridos na região sul resultaram em perda de produtividade e qualidade do trigo, a qual finalizou em 4,38 milhões de toneladas (CONAB, 2013).

Segundo Reis e Casa (2007), em razão das condições climáticas, das práticas culturais e da suscetibilidade das cultivares, muitas são as doenças que ocorrem em cereais de inverno no Brasil. Na região Sul os maiores danos e perdas causadas pelas doenças estão

relacionados com a redução da área foliar sadia, com a infecção de patógenos na espiga que afetam diretamente o grão ou sementes e com alguns casos de morte de plantas.

A cultura do trigo esta sujeita ao ataque de inúmeros patógenos foliares, causadores de um “complexo de manchas foliares”, que dependendo da intensidade podem causar reduções significativas no rendimento de grãos da cultura (PICCININI & FERNANDES, 1988).

Denomina-se de complexo de manchas foliares, ao conjunto de quatro diferentes doenças fúngicas, as quais são conhecidas por mancha-marrom (*Bipolaris sorokiniana*), mancha-amarela (*Drechslera tritici-repentis*), mancha da gluma (*Stagonospora nodorum*) e mancha salpicada (*Septoria tritici*), sendo tão danosas quanto a ferrugem da folha (PRESTES et al., 2002).

As manchas foliares em trigo apresentam maior incidência sob o sistema de plantio direto e monocultura o que pode ser explicado pela emergência das plântulas junto aos restos culturais infectados (PRESTES et al., 2002).

A mancha-amarela é a mais frequente entre o complexo de manchas foliares, pela sua maior sobrevivência e multiplicação em restos culturais na superfície do solo, assim como pela sua adaptação às condições climáticas predominantes no sul do Brasil (REIS et al., 2001a). Zambolim et al. (2000) também afirmam que os agentes necrotróficos, como os fungos causadores de manchas foliares, provocam danos mais severos às culturas no sistema plantio direto.

De acordo com Reis (1996), o cultivo de uma mesma espécie vegetal e em larga escala, contribui para a ocorrência de epidemias, tornando-se necessário o uso de medidas rápidas, práticas e eficientes no controle de doenças e, no caso específico dos cereais de inverno como

trigo, cevada e aveia, os fungicidas têm papel fundamental na sustentabilidade econômica.

Neste trabalho, o controle da mancha-amarela do trigo foi avaliado com base em um manejo integrado, onde combinou-se a rotação de culturas de trigo com aveia, o uso de diferentes cultivares e a aplicação de fungicidas em diferentes estádios da cultura, já a partir do perfilhamento das plantas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Histórico e ocorrência da mancha amarela

Os primeiros registros da mancha amarela da folha do trigo foram feitos primeiro na Austrália (REES & PLATZ, 1979), segundo no Canadá (WRIGHT & SUTTON, 1990) e em terceiro nos Estados Unidos (HOSFORD, 1981). Os primeiros registros na América do Sul foram feitos por Dubin (1983), que a detectou na Colômbia, Equador e Peru. Esta tem sido observada também na Argentina, Bolívia, Paraguai e Uruguai.

A primeira referência da doença no Brasil foi feita por Costa Neto (1967), assinalando-a no Rio Grande do Sul em 1959, no município de Dom Pedrito. Tempo depois, Mehta (1975) registrou a ocorrência da doença no Estado do Paraná. No mesmo ano, Luzzardi (1974), detectou o patógeno presente em sementes no Rio Grande do Sul.

### 2.2 Etiologia

Segundo Wiese (1987), o fungo promotor da mancha-amarela do trigo é o *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoemaker, sinônimos *Helminthosporium tritici-repentis* Diedicke, *D. tritici-vulgaris* (Nisikado) Ito e *H. tritici-vulgaris* (Nisikado), forma imperfeita, assexual ou anamórfica. A forma perfeita, sexual ou teleomórfica corresponde a *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs. (sinônimo *P. trichostoma* (Fr.) Fckl.). Os conidióforos do

fungo apresentam-se de forma simples ou agrupada de 2 a 3, emergidos através dos estômatos ou entre as células epidérmicas, eretos ou flexuosos, algumas vezes geniculados, cilíndricos ou ligeiramente afilados, frequentemente dilatados na base. Para Wiese (1987) e Ellis (1971) eles apresentam medidas de 7-8 x 100-300 ou 6-12 x 250-400  $\mu\text{m}$  respectivamente. Conídios solitários, cilíndricos, retos ou ligeiramente curvados, arredondados no ápice e a base caracterizam-se por possuir forma cônica, sub-hialinos com ligeira coloração palha, parede delgada, 12-21 x 45-200  $\mu\text{m}$ , 4 a 7 pseudoseptos segundo Wiese (1987) ou 14-20 (17,7) x 80-250 (117)  $\mu\text{m}$  e 1-9 pseudoseptos segundo Ellis (1971). Os conídios possuem germinação simples ou bipolar, podendo também germinar por um tubo germinativo produzido no meio do conídio. Muchojev et al., (1988) verificaram que os tubos germinativos basais são laterais no conídio, o primeiro septo se desenvolve na parte basal e o hilo está localizado no seu interior.

Os pseudotécios em trigo são pretos, medem 200-350  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Os ascósporos, em número de oito, vão de ovais a globosos e medem de 18-28 x 45-70  $\mu\text{m}$ , com três septos transversais e leve constrição nos septos. Em seu estudo, Mehta (1978) verificou que os ascos desenvolvidos em ascostroma multilocular são clavados, com 36-53 x 178-267  $\mu\text{m}$  e bitunicados.

### **2.3 Hospedeiros**

Autores citam no mínimo 26 espécies vegetais que este fungo é capaz de infectar (SINGH, 2001). Hosford (1982) aponta

como principais hospedeiros o trigo, centeio e o triticale. Segundo Reis & Casa (1996), o trigo é o hospedeiro mais importante, mas existem uma gama de hospedeiros secundários.

## 2.4 Sintomatologia

Em trigo os sintomas podem aparecer logo após a sua emergência, nos primeiros estádios de desenvolvimento e no alongamento da cultura.

Os sintomas iniciais aparecem como pequenas manchas cloróticas nas folhas, que aumentam e adquirem um formato elíptico de, aproximadamente, 12 mm de comprimento. Observa-se a presença de um halo amarelo ao redor da lesão que apresenta o centro de cor parda (REIS et al., 2001a).

A clorose é um sintoma muito importante da mancha amarela, o qual ocorre devido a liberação de uma toxina do fungo. Essa toxina é uma proteína denominada Ptr necrose toxina (MEHTA, 1993).

Os sintomas vão depender de cada cultivar, podendo-se observar maior ou menor clorose e necrose, devido à ação de toxinas específicas do patógeno, como PtrToxA, que causa necrose e PtrToxB ou PtrToxC, que causam clorose. (MANNIN & CIUFFETTI, 2005).

Conforme Reis & Casa (1996), os primeiros sintomas podem surgir 24 a 48 horas após a inoculação. Porém uma diagnose segura deve ser realizada com base nos sinais, que são a formação de conídios, evitando-se confundir-la com a mancha foliar causada por *Septoria*, que forma picnídios.

Segundo Luz (1982), em variedades de trigo muito suscetíveis podem ocorrer lesões marrons sobre as aristas e glumas. Podemos observar a frutificação do fungo através de lentes de aumento quando as manchas apresentarem 2 a 15 mm, quando as mesmas coalescem não é mais possível observar a frutificação. Nas sementes também pode aparecer sintomas, onde ocorre o escurecimento ou o aparecimento de grãos rosados, semelhante a giberela (REIS & CASA 1996; LUZ, 1982; REES & PLATZ, 1979; MEHTA, 1993; SANTOS 2000).

Normalmente, sintomas de necrose estão associados à clorose extensiva nas folhas, o que resulta em redução na área fotossintética e senescência prematura da folha.

## **2.5 Danos**

Os primeiros trabalhos para quantificar danos causados pela mancha amarela foram feitos na Austrália, os autores relataram danos de 13 a 48%, devido à redução significativa do tamanho dos grãos (REES & PLATZ 1983).

No Brasil, quando a predominância foi de mancha amarela em folhas de trigo verificaram-se rendimentos de 46 a 59% superiores a testemunha com o uso de fungicidas para controle de doenças foliares, (PICININI & FERNANDES,1992).

Segundo Reis & Casa (2007), podem ocorrer danos de até 48%, causados pelo ataque de manchas foliares na cultura, esses danos podem ser estimados pela função normalizada  $R = 1.000 - 5,7 I$  (onde R= rendimento de grãos e I = incidência de manchas foliares). Este

resultado se assemelha ao encontrado por Balardin (2001), onde verificou reduções no rendimento de trigo em até 49,36%, devido à incidência destas manchas foliares. Já para Zambolim (2005), a mancha amarela pode causar danos de até 80% nas regiões produtoras de trigo.

## **2.6 Fatores que interferem no desenvolvimento da doença**

Para Reis *et al.* (2011), a mancha amarela é uma doença que após ocorrida a infecção, os requerimentos climáticos não são tão específicos quanto outras doenças do trigo, pois seus ciclos secundários ocorrem através da expansão das lesões já existentes, portanto ela requer condições climáticas mais específicas para a ocorrência da doença e menos para seus ciclos secundários. Esta doença é tão importante nos países de clima temperado, tradicionalmente produtores de trigo, sendo estes os maiores produtores, quanto nos países localizados em regiões menos tradicionais na produção de trigo, representando danos na produtividade em ambas regiões.

Os restos culturais próximos ao solo possibilita o desenvolvimento dos pseudotécios. O colmo é colonizado por *Pyrenophora tritici-repentis* através do crescimento saprofítico inicial nas folhas senescentes, antes da colheita. Após a colheita, para que ocorresse a produção dos corpos frutíferos nos colmos, depende-se da umidade, principalmente da ocorrência da chuva, sendo que não ocorre a frutificação caso o potencial hídrico for menor de 98,4%. Quando a temperatura encontra-se entre 15 e 18° C, é ótima para a

produção de pseudotécios, sendo que o número produzido é idêntico em cultivares resistentes e suscetíveis. A formação mais rápida de ascósporos ocorre a noite, sob alta umidade e temperatura de 15° C, estes não se desenvolvem quando o potencial hídrico for inferior de 97,7%. A produção de conídios ocorre entre 83 a 85% de umidade relativa do ar. Somente inicia a germinação após seu contato com a água e cada célula é capaz de germinar. Para formação de conidióforos é necessária a presença de luz, já a produção de conídios é favorecida pelo escuro e temperatura de 10 a 25° C, com ótimo de 21°C (REIS & CASA, 1996).

### **2.7 Processo infeccioso, sobrevivência, fontes de inoculo e dissiminação de *Drechslera tritici-repentis***

A associação patógeno-semente representa a maneira mais segura e eficiente de garantir a sobrevivência dos fitopatógenos (VALE et al., 2004). Nesta associação, a prosperidade do ciclo do fitoparasita é assegurada, pois não se desprende do hospedeiro, do qual depende nutricionalmente. Para Reis & Casa (1996), a incidência do patógeno nas sementes de trigo, bem como a sua transmissão para a plântula é relativamente baixa. Reis (2011), em dados não publicados, quantificou um lote de sementes de trigo com uma incidência de 34% de *D. tritici-repentis*, e transmissão da semente para a plântula de 38%.

As sementes infectadas e os restos culturais constituem as principais fontes de inóculo primário para os fungos causadores de manchas foliares em trigo (REES & PLATZ, 1980; WIESE, 1987;

REIS et al., 1992). As sementes infectadas, permitem que o patógeno seja deslocado significativamente na área, espalhando os mesmos a longas distâncias na lavoura, enquanto a presença de restos culturais infectados, serão as principais fontes de inoculo primário para o cultivo sucessor, sendo disseminado pelo vento e pelos respingos de chuvas a curtas distâncias. (REIS & CASA, 1996). Na Figura 1 é mostrado o ciclo biológico da mancha-amarela.

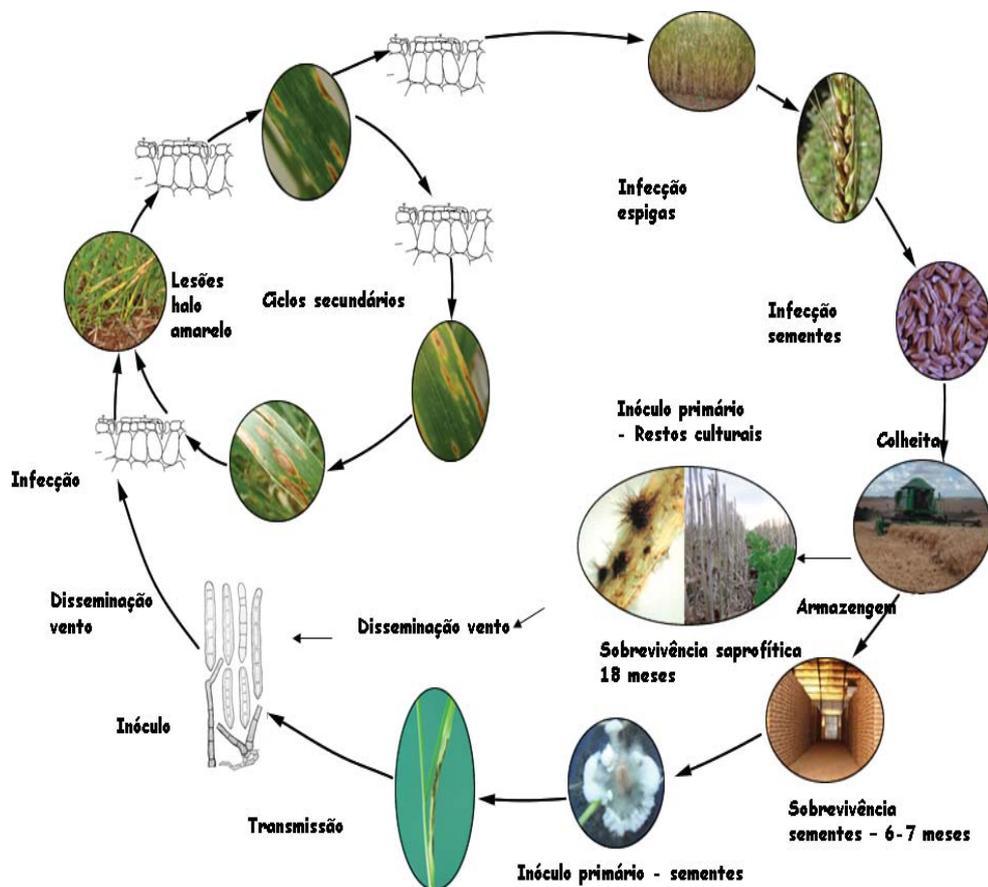


Figura 1 - Ciclo da mancha-amarela do trigo, causada por *Drechslera tritici-repentis* (Fonte: DANELLI & REIS, 2009).

Loughman et al. (1998) verificaram que o principal responsável pelas infecções é a resteva da cultura. O inóculo presente nos restos culturais, quando submetidos a condições favoráveis, pode ocasionar perdas de até 46%.

O vento e os respingos de chuva são os principais responsáveis pela disseminação do inóculo primário, constituído, sobretudo, pelos ascósporos. Sobre as lesões, produzem-se os conídios, que são disseminados pelo vento a curta distância, a disseminação a longa distância se dá via semente (REIS et al., 2001a).

### **2.7.1 Germinação, penetração e colonização**

Quando o patógeno entra em uma área através da semente, o mesmo terá sua fonte de inóculo primária nos restos culturais infectados, predominantemente na forma teliomórfica *P. tritici-repentis*, embora também possam ser encontrados conídios de *D. tritici-repentis* (REIS & CASA, 1996). Tanto os conídios quanto os ascósporos são infectivos e, ao atingirem a superfície verde da planta, iniciam a infecção na presença de água líquida, sendo o período de molhamento requerido de 6 a 48 horas (REIS et al., 2001a; WIESE, 1987).

Larez et al (1986), observando os períodos entre 3 e 72 horas depois da inoculação, perceberam que a maior parte das infecções ocorreu entre 6 e 24 horas. Para Reis et al. (2001a), a temperatura ótima para o desenvolvimento da doença está entre 18 e 28° C. Os conídios produzidos sobre as lesões serão a fonte de inóculo secundário (WIESE, 1987).

Para que ocorra o início do processo de germinação na superfície da folha, ambos precisam de água líquida. Na sua presença eles emitem o tubo germinativo e formam o apressório, penetrando as células epidérmicas. Durante o processo de colonização, o micélio invade as células e extraem nutrientes, promovendo aos mesmos a morte pela ação parasitária e produção de toxinas. Na sequência verificam-se os sintomas característicos da mancha amarela.

## **2.8 Variabilidade do patógeno**

De acordo com Santana & Friesen (2008), vários grupos de pesquisa na América do Norte vem estudando, por mais de dez anos, raças de *Pyrenophora tritici-repentis*. O método de identificação é baseado no desenvolvimento de sintomas sobre linhas diferenciadoras de trigo. Cada raça pode produzir uma ou mais toxinas, que podem causar sintomas de necrose ou clorose em hospedeiro suscetível. No campo, a doença normalmente é identificada pela presença de lesões necróticas circundadas por halo clorótico. A Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, está começando a aplicar esta abordagem para identificação de raças no Brasil, juntamente com a caracterização molecular do patógeno, em colaboração com pesquisadores do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos.

A ocorrência de sintomas de necrose e clorose ocorrem devido à presença de toxinas produzidas por *P. tritici-repentis*. Três delas têm sido isoladas, caracterizadas e associadas com o processo de infecção. São denominadas Ptr ToxA e Ptr ToxB, que são proteínas, e

Ptr ToxC, que tem mostrado ser um composto polar, não iônico, de baixo peso molecular. Dependendo da raça, uma ou mais toxinas são produzidas, induzindo necrose, clorose ou ambos os sintomas (CIUFFETTI & TUORI,1999; CIUFFETTI et al., 1998).

Os isolados de *P. tritici-repentis* são classificados em cinco raças (patotipo), baseados em seu padrão de virulência em genótipos diferenciais. O Patotipo 1 induz necrose bronzeada e clorose (nec+chl+) em hospedeiros suscetíveis; o 2 induz somente necrose bronzeada (nec+ chl-); o 3 induz clorose (nec- chl+); o 4 não induz nem clorose nem necrose; o 5 resulta em uma indução clorótica, mas difere do 3 em padrão de virulência e produção de toxina clorótica de hospedeiro específico (GAMBA et al., 1998).

Atualmente com o método de identificação de raças é possível separar *P. tritici-repentis* em até oito tipos, uma vez que a combinação de genes é  $2^3$  (LAMARI et al., 2003). Segundo Santana & Friesen (2007), nos Estados Unidos, onde as populações deste patógeno têm sido caracterizadas há quase 20 anos por este sistema, em levantamento realizado em 2003, observou-se que a raça 1 é predominante em trigo cultivado (cerca de 90%) e a raça 4 a mais comum em outras gramíneas (98%). Em *Triticum durum* também predominou a raça 1 (89%), sendo também a única espécie onde a raça 5 foi identificada. Já no Brasil, a ocorrência e distribuição de tais raças não são conhecidas.

## 2.9 Expansão da lesão

O progresso da doença pode ser explicado pelo aparecimento de novas lesões e pelo crescimento daquelas já existentes (BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996). A ação infecciosa do patógeno é refletida pela expansão da lesão, enquanto novas infecções somente o fazem após um período de latência (BERGER et al., 1997). Dessa forma a expansão da lesão é um componente importante no processo epidêmico.

Berger (1973) citado por Bergamin et al., (1996), ao monitorar *Helminthosporium turcicum* na Flórida (EUA), foi um dos pioneiros nesta área ao constatar que poucas lesões novas apareceram após o florescimento e a maior parte do aumento da doença se deu ao crescimento das lesões.

A quantidade de tecido doente que produz esporos praticamente não exerce influência sobre a severidade, devido à expansão de lesões. A severidade representa a proporção de sítios ocupados exclusivamente pelo crescimento das lesões, ignorando seu tamanho inicial, quanto maior for o tamanho inicial da lesão, menor é o número de sítios sadios remanescentes, passíveis de serem ocupados pelo crescimento destas lesões. O efeito da expansão de lesão é mais significativo em sistemas com latência prolongada, pelo maior tempo disponível para a lesão crescer (BERGAMIN et al., 1996)

Segundo Bergamin et al. (1996), a baixa produção de esporos dos patógenos tropicais não constitui uma desvantagem evolutiva, mas ao contrário, uma sabia estratégia, onde a energia para

a sobrevivência é focada para o crescimento das lesões, este sim um parâmetro diferencial no progresso epidêmico.

Em epidemias naturais a taxa de expansão de lesão varia conforme a temperatura, a posição das folhas, a idade da lesão ou hospedeiro, a densidade das lesões e os períodos longos de umidade pelo orvalho ou chuvas. Baixas taxas de expansão podem ocorrer quando as lesões estiverem próximas a da margem da folha, ou quando estiverem aglomeradas em folhas menores (BERGER et al., 1997). Prates (2001) verificou que o tamanho da lesão da mancha marrom em trigo é maior à medida que a temperatura aumenta. Por isso mesmo em condições ambientais desfavoráveis ocorre uma intensificação do crescimento das lesões.

Nos estádios iniciais da mancha amarela, as lesões são pequenas, embora possam ser numerosas, representam uma severidade baixa. Porém, as lesões aumentam de tamanho e podem atingir grandes áreas, comprometendo o controle da doença e o rendimento da cultura. Por isso, é necessário conhecer e quantificar este processo em trigo, assim como verificar como este se relaciona com as diferentes cultivares e como interfere no controle químico das manchas foliares.

## **2.10 Medidas de controle da mancha amarela**

Segundo Reis & Casa (1996), as principais estratégias de controle visam reduzir o inóculo, erradicando-o ou diminuindo sua densidade a nível inferior ao limiar numérico de infecção. Os fungos de manchas foliares são necrotróficos, ou seja, possuem capacidade de

extrair nutrientes de tecidos mortos do hospedeiro, assim, a presença de restos culturais dos cereais de inverno na lavoura possibilita a sobrevivência dos patógenos necrotróficos (REIS et al., 2001a).

As estratégias de controle integrado, como rotação de culturas, sementes de boa qualidade, tratamento de sementes e aplicação foliar de fungicidas, são medidas preventivas que visam atrasar o estabelecimento das doenças no campo e reduzir sua quantidade inicial (FORCELINI, 2005).

### **2.10.1 Manejo cultural**

Para Prestes et al (2002), a prática de rotação de culturas por um ou dois anos sem trigo na mesma área reduz a incidência de mancha foliares em trigo. A utilização de rotação de culturas pode erradicar *D. tritici-repentis* em uma área (CARMONA et al., 1999; REIS & CASA, 1996). Segundo Santos et al (1987), a aveia (*Avena sativa*) e espécies de folha larga como ervilha (*Pisum sativum*) chícaro (*Lathyrus sativus*) nabo forrageiro (*Brassica rapa*), colza (*Brassica napus*), linhaça (*Linum usitatissimum*), serradela (*Ornithos compressus*), trevos (*Trifolium arvens*), etc, não são hospedeiras e portanto indicadas para rotação de culturas. De acordo com Reis et al (1998), um inverno com uma espécie vegetal não suscetível ao fungo, demonstra ser o suficiente para reduzir a incidência de *B. sorokiniana*, foi demonstrado que a esporulação do fungo acompanhou a curva de decomposição dos restos culturais e 17 meses depois não foi detectada a presença do mesmo.

### **2.10.2 Resistência genética**

Outro método de controle, que tem sido bastante buscado no melhoramento de plantas para diversos patógenos é o uso de cultivares resistentes. No caso de mancha amarela do trigo não há no mercado cultivares com alto nível de resistência. Por ser uma característica governada por vários genes, requer uma busca constante de boas fontes de resistência e de métodos eficientes de introgressão de genes de interesse, além de ser necessário evitar que estes sejam perdidos por deriva durante o processo de melhoramento para as demais características de interesse (SINGH et al., 2006). Para Santos et al. (2002), uma das dificuldades que entram o processo de obtenção de melhores genótipos é a baixa capacidade de esporulação desse patógeno *in vitro* suficiente a produção de inoculo necessária para pesquisas de resistência vertical. Sendo *D. tritici-repentis* um fungo com grande variabilidade morfológica, genética e patogênica.

Segundo Bacaltchuck et al. (2006) devido à ausência de genótipos com níveis satisfatórios de resistência às manchas foliares, especialmente à mancha marrom e à mancha amarela, a opção pelo uso de cultivares com essas características encontra limitações.

### **2.10.3 Controle químico**

O tratamento de semente e da parte aérea com fungicidas é uma das práticas mais importantes a serem consideradas. Especificamente para o controle químico da parte aérea, produtos à base de estrobirulinas e de triazóis, ou mistura dos dois grupos

químicos têm se mostrado eficientes no controle das manchas foliares (BACALTCHUK et al., 2006).

Segundo Singh et al. (2006), o tratamento da parte aérea com fungicidas é uma estratégia recomendada e muito utilizada, porém, depende de condições climáticas; pois justamente em períodos chuvosos, que é a condição ideal para que ocorra a infecção da doença, as aplicações de fungicidas são mais difíceis pela dificuldade de entrar com máquinas na lavoura. Outro fator importante é que os fungicidas atuam somente em tecido vivo, no caso das mancha amarela, após o aparecimento das lesões, o tecido já está necrosado o que dificulta a ação do fungicida em entrar em contato direto com este fungo que estará presente no tecido morto. Por isso estratégias de manejo da mancha amarela se mostram mais viáveis com aplicações de fungicidas de forma preventiva, antes do aparecimento das lesões.

Santana & Friesen (2008), complementam referindo-se que este controle é obtido por meio de aplicação de fungicidas, como triazóis, estrobilurinas ou a mistura destes.

Picinini & Fernandes (1992), que avaliaram o controle químico das doenças foliares em trigo, com duas aplicações de fungicidas, uma no estágio de emborrachamento e outra no início da floração, concluíram que a doença predominante foi a mancha amarela do trigo, o seu controle foi de 73 a 83% e 70 a 89 % respectivamente para os anos citados. E para o ano de 1991 os fungicidas epoxiconazole, tebuconazole, propriconazole, diniconazole, fembuconazole e procloraz proporcionaram rendimentos de 46 a 59% superiores à testemunha.

Assim com o aumento na incidência e severidade destas doenças fúngicas na cultura do trigo e na ausência da resistência genética a todos os patógenos ou de outro meio de controle eficaz, os fungicidas apresentam-se como alternativas para minimizarmos os efeitos desses fungos preservando o potencial produtivo do trigo no Brasil (REIS & LUZ, 1976; PICININI & FERNANDES, 1988,1992; PICININI et al., 1993).

## CAPÍTULO I

### VIABILIDADE DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDA NO ESTÁDIO DE PERFILHAMENTO PARA CONTROLE DA MANCHA AMARELA (*Drechslera tritici-repentis*), EM TRIGO

CLEITON DA LUZ BONINI<sup>1</sup>

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi avaliar o manejo de manchas foliares através da aplicação de fungicidas a partir do perfilhamento da cultura do trigo. Foram conduzidos experimentos em dois locais, no campo experimental da Cotripal em Condor-RS (2011) e no campo experimental da UPF, em Passo Fundo-RS (2010 e 2011). Ambos os trabalhos foram conduzidos em blocos ao acaso, com três (Condor) ou quatro repetições (Passo Fundo). Em Condor utilizou-se a cultivar Fundacep Horizonte, já em Passo Fundo, Mirante e Fundacep Raízes em 2010 e Mirante e Fundacep Horizonte, em 2011. Os tratos culturais foram realizados segundo indicações técnicas da cultura. As aplicações dos fungicidas foram realizadas nos estádios de perfilhamento, alongamento, florescimento e início de enchimento de grãos. Na primeira aplicação (perfilhamento) em Condor foram utilizados os fungicidas Epoxiconazol (Opus 0,6 L.ha<sup>-1</sup>), Propiconazol (Tilt 0,3 L.ha<sup>-1</sup>), Tebuconazol (Systemic 0,6 L.ha<sup>-1</sup>), Epoxiconazole + Piraclostrobin (Opera 0,6 L.ha<sup>-1</sup>) e Tebuconazol + Trifloxistrobin.

---

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Fitopatologia.

(Nativo 0,6 L.ha<sup>-1</sup>); nas demais foi utilizada a mistura de tebuconazol + trifloxistrobina (Nativo 0,6 L.ha<sup>-1</sup>). A severidade final da mancha-amarela variou de 50,5 a 87,3%, sendo menor no tratamento com propiconazol. A produtividade variou de 2.672 kg.ha<sup>-1</sup> a 2.978 kg.ha<sup>-1</sup>, não havendo diferença significativa entre os fungicidas. Em Passo Fundo, os tratamentos corresponderam a aplicações de um fungicida triazol (propiconazol 125 g.ha<sup>-1</sup>, formulação comercial Tilt 0,5 L.ha<sup>-1</sup>) e a uma mistura de triazol + estrobilurina (epoxiconazol 25g.ha<sup>-1</sup> + piraclostrobina 67,5 g.ha<sup>-1</sup>, formulação comercial Opera 0,5 L.ha<sup>-1</sup>, mais o adjuvante Assist 0,5 L.ha<sup>-1</sup>). As aplicações no perfilhamento não chegaram a diferir significativamente, tanto na severidade como no rendimento de grãos, dos programas iniciados na elongação.

**Palavras-chave:** controle químico, manchas foliares, severidade

## **VIABILITY OF EARLY SPRAYS OF FUNGICIDE AT TILLERING TO CONTROL TAN SPOT OF WHEAT**

**ABSTRACT** – This research was developed to evaluate the benefits of controlling wheat tan spot through fungicide applications early at tillering stage. The field trials were carried out in Condor-RS (Cotripal experimental field) in 2011 and Passo Fundo-RS (UPF) in 2010 and 2011. All trials were organized as randomized blocks with three or four replicates. Fundacep Horizonte was the cultivar used in Condor while Mirante and Fundacep Raízes were planted in Passo Fundo in 2010 and Mirante and Fundacep Horizonte in 2011. The overall crop

management followed technical guidelines for wheat. The fungicides sprays were performed at tillering, elongation, flowering, and early grain filling. The first spray (tillering) in Condor used the fungicides tebuconazole ( $0.6 \text{ L.ha}^{-1}$ ), propiconazole ( $0.3 \text{ L.ha}^{-1}$ ), epoxiconazole ( $0.6 \text{ L.ha}^{-1}$ ), epoxiconazole + pyraclostrobin ( $0.6 \text{ L.ha}^{-1}$ ) and tebuconazol + trifloxystrobin ( $0.6 \text{ L.ha}^{-1}$ ); the following sprays used the mixture of tebuconazol + trifloxystrobin ( $0.6 \text{ L.ha}^{-1}$ ). The final tan spot severity ranged from 50.5 (propiconazol at tillering) to 87.3% (non-sprayed control). The grain yield varied from  $2.672 \text{ kg.ha}^{-1}$  to  $2.978 \text{ kg.ha}^{-1}$ , but there were no significant differences among treatments. In Passo Fundo, the first fungicide spray was with a triazol (propiconazol  $125 \text{ g.ha}^{-1}$ , Tilt  $0.5 \text{ L.ha}^{-1}$ ) or a mixture of triazol + strobilurin (epoxyconazol  $25 \text{ g.ha}^{-1}$  + pyraclostrobin  $67.5 \text{ g.ha}^{-1}$ , Opera at  $0.5 \text{ L.ha}^{-1}$ , plus the adjuvant Assist  $0.5 \text{ L.ha}^{-1}$ ). All the other applications used the same mixture. The fungicide treatments carried out at tillering did not influence tan spot severity and grain yield significantly from those initiated at elongation.

**Key-words:** chemical control, disease severity, leaf blights.

## 1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é cereal de grande importância no cenário mundial, tendo papel de destaque na alimentação humana como fonte de energia, sendo o segundo cereal em produção no mundo, superado apenas pelo milho. No Brasil, a região sul apresenta as melhores condições para o desenvolvimento do cereal, sendo o Rio Grande do Sul o pioneiro na produção de trigo em escala comercial e industrial (BRUM & HECK, 2005).

A Produção brasileira corresponde a 5 a 6 milhões de toneladas, o que representa 60% do consumo total do país, em torno de 10 milhões de toneladas. A área cultivada deste cereal na safra 2012 foi de aproximadamente 1,895 milhões de hectares, concentrando-se na região sul do país, representando 95,8% da produção nacional. A média de produtividade na última safra foi de 2.311 kg/há<sup>-1</sup> (CONAB, 2013).

Segundo Reis e Casa (2007), em razão das condições climáticas, das práticas culturais e da suscetibilidade das cultivares, muitas são as doenças que ocorrem em cereais de inverno no Brasil. Na região sul os maiores danos e perdas causadas pelas doenças estão relacionados com a redução da área foliar sadia, com a infecção de patógenos na espiga que afetam diretamente o grão ou sementes e com alguns casos de morte de plantas.

As manchas foliares podem causar reduções significativas no rendimento de grãos da cultura (PICCININI & FERNANDES, 1988). Estas apresentam maior incidência sob o sistema de plantio direto e monocultura o que pode ser explicado pela emergência das plântulas junto aos restos culturais infectados (PRESTES et al., 2002).

Denomina-se de complexo de manchas foliares, ao conjunto de quatro diferentes doenças fúngicas, as quais são conhecidas por: mancha marrom (*Bipolaris sorokiniana*), mancha-amarela (*Drechslera tritici-repentis*), mancha-da-gluma (*Stagonospora nodorum*) e mancha-salpicada (*Septoria tritici*) sendo tão danosas quanto à ferrugem-da-folha (PRESTES et al., 2002). Dentre estas, a mancha amarela é a mais importante em sistema de plantio direto com monocultura, onde a sobrevivência do patógeno é facilitada.

Reis et al. (2001a) afirmaram que a mancha amarela da folha é a doença mais freqüente na cultura do trigo e do triticales (*Triticosecale rimpau*) e que, também, apresenta alta incidência quando cultivados no sistema plantio direto associado à monocultura. Segundo Zambolim et al. (2000) os agentes necrotróficos, como os fungos causadores de manchas foliares, provocam danos mais severos às culturas no sistema plantio direto. De acordo com Reis (1996), o cultivo de uma mesma espécie vegetal e em larga escala, contribui para a ocorrência de epidemias, tornando-se necessário o uso de medidas rápidas, práticas e eficientes no controle de doenças e, no caso específico dos cereais de inverno como trigo, cevada e aveia, os fungicidas têm papel fundamental na sustentabilidade econômica.

Nos últimos anos, as manchas foliares têm sido um fator importante na redução da produtividade na cultura do trigo. Tal fato se deve principalmente à ausência de um programa efetivo de rotação de culturas, sob semeadura direta. Muitas lavouras de trigo são estabelecidas em áreas onde se encontram os restos culturais da cultura da safra anterior, expondo as plantas ao contato com estruturas

dos patógenos causadores de manchas foliares. Além disso, o inverno na região sul do Brasil é predominantemente chuvoso, proporcionando clima favorável à ocorrência do complexo de manchas foliares no trigo.

Com essas condições surgem algumas lesões logo após a emergência das plântulas, e pela grande capacidade de expansão de lesão a partir da infecção estabelecida, que comprometem severamente a área foliar do trigo, comprometendo o potencial produtivo. Por isso se faz necessário saber qual a resposta do controle químico a partir do início das primeiras lesões ou no estágio de perfilhamento da cultura.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ENSAIO I – Trabalho conduzido na Cotripal, Condor, RS

O presente trabalho foi conduzido na safra de inverno 2011, no Campo Experimental da Cotripal Agropecuária Cooperativa, localizado no município de Condor - RS, apresentando as coordenadas geográficas 53°27'26'' Oeste e latitude 28°09'00'', com altitude de 540 m. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico, relevo suave, substrato de basalto, clima subtropical com temperatura média anual de 25° C. Apresentou as seguintes características de solo conforme análise realizada de 0 a 10 cm de profundidade, textura: 2, argila 55%, pH SMP 6,0, teor de fósforo 12,5 mg.dm<sup>-3</sup>, teor de potássio 250 mg.dm<sup>-3</sup> e matéria orgânica 3,0%.

O trabalho foi realizado em delineamento experimental de blocos ao acaso, com sete tratamentos e três repetições, totalizando 21 unidades experimentais. Cada parcela com área útil de 125 m<sup>2</sup>, constituídas por 27 linhas de plantio, espaçamento de 0,17 m com 25 m de comprimento.

O experimento foi conduzido em área de monocultura por mais de um ano, ou seja, trigo repetido na mesma área das safras anteriores. Em todo o experimento a cultura do trigo foi estabelecida sobre restos culturais de soja.

O plantio foi realizado no dia 16/06/2011, sendo utilizada a cultivar Fundacep Horizonte, adubação com 250 kg.ha<sup>-1</sup> da fórmula 08-16-24 na linha de plantio e 120 kg.ha<sup>-1</sup> de ureia em cobertura,

aplicada 40 dias após o plantio, de acordo com o programa de adubação adotada no campo experimental da Cotripal.

O tratamento de sementes foi realizado com o inseticida imidaclopride (Gaucho, 0,62 mL.kg<sup>-1</sup> de sementes) e o fungicida carbendazim (Derosal 1,5 mL.kg<sup>-1</sup> de sementes), além de água, até o volume total de 1% em relação à quantidade de sementes a tratar.

O controle de pragas após a emergência da cultura até a sua maturação foi através do inseticida imidacloprido (Connect 200 mL.ha<sup>-1</sup>) no perfilhamento. No espigamento e enchimento de grãos foi aplicado o inseticida tiametoxam + lambda-cialotrina (Engeo Pleno 200 mL.ha<sup>-1</sup>).

As aplicações de fungicidas (tabela 1) foram realizadas com o auxílio de um pulverizador costal propelido à CO<sub>2</sub>, com barra de aplicação dotada de cinco pontas TT 11001, espaçadas em 0,5 m, com regulagem para aplicar 60 L.ha<sup>-1</sup>. As aplicações dos fungicidas foram realizadas nos estádios de perfilhamento, alongamento, florescimento e início de enchimento de grãos, conforme a escala fenológica de Zadoks et al. (1979).

A primeira aplicação (Tabela 1) foi realizada no dia 22/07/2011, sendo feita nos tratamentos 2 até 6. A segunda e demais aplicações foram realizadas nos dias 12/08/2011, 02/09/2011 e 23/09/2011 nos tratamentos 2 a 7 (tabela 1) conforme suas respectivas doses.

Após 36 dias do plantio, iniciaram-se as avaliações da mancha-amarela, as quais consistiram das seguintes variáveis: incidência (porcentagem de folhas com sintomas), severidade

(porcentagem da área foliar afetada pela doença) e tamanho das lesões (mm).

Tabela 1 - Fungicida, dose, estágio fenológico e data de aplicação

Fungicida <sup>1</sup> e época de aplicação			
Perfilhamento 22/07	Alongamento 12/08	Emborrachamento 02/09	Floração 23/09
(1) Testemunha	Testemunha	Testemunha	Testemunha
(2) Epox.	Tebuc. + Trifl.	Tebuc. + Trifl.	Tebuc. + Trifl.
(3) Propic.	Tebuc. + Trifl.	Tebuc. + Trifl.	Tebuc. + Trifl.
(4) Tebuc.	Tebuc. + Trifl.	Tebuc. + Trifl.	Tebuc. + Trifl.
(5) Epox.+Pirac.	Tebuc. + Trifl.	Tebuc. + Trifl.	Tebuc. + Trifl.
(6) Tebuc.+Trifl.	Tebuc. + Trifl.	Tebuc. + Trifl.	Tebuc. + Trifl.
(7) Sem aplic.	Tebuc. + Trifl.	Tebuc. + Trifl.	Tebuc. + Trifl.

<sup>1</sup>Tebuconazol = Systemic (0,6 L.ha<sup>-1</sup> + adjuvante Tensor Plus 0,15%); Propiconazol = Tilt (0,3 L.ha<sup>-1</sup> + adjuvante Nimbus 0,5%); Epoxiconazol = Opus (0,6 L.ha<sup>-1</sup> + adjuvante Break Thru 0,15%); Epoxiconazol + Piraclostrobina = Opera (0,6 L.ha<sup>-1</sup> + adjuvante Break Thru 0,15%); Tebuconazol + trifloxistrobina = Nativo (0,6 L.ha<sup>-1</sup> + adjuvante Aureo 0,25%).

A primeira avaliação consistiu na amostra destrutiva de 25 plantas ao acaso nos tratamentos para avaliação da incidência. Após a incidência aproximar-se de 100%, foram feitas avaliações de severidade a cada dez dias, sendo feitas amostras destrutivas de 10 plantas ao acaso por parcelas para sua determinação. Foram analisadas as folhas do colmo principal da planta, já completamente expandidas e ainda não senescentes. Para calibração da avaliação utilizou-se a escala diagramática de James (1971).

Para avaliação da expansão de lesão, no momento da avaliação de severidade, foram separadas cinco folhas por parcelas e

medidas com o auxílio de um paquímetro digital cinco lesões por folha, sendo feitas cinco avaliações para esta.

A colheita foi realizada com auxílio de uma colheitadeira MF 3640, em 125 m<sup>2</sup> de cada unidade experimental. Os grãos de cada unidade foram pesados, medido sua impureza, umidade e peso hectolitro.

Para auxílio nas análises estatísticas, utilizou-se o software SASM-Agri, versão 8.2.

## **2.2 ENSAIO II – Trabalhos conduzidos na U.P.F. Passo Fundo, RS**

Os experimento conduzidos em Passo Fundo incluíram dois anos (2010 e 2011) e três cultivares, sendo Mirante e Fundacep Raízes em 2010 e Mirante e Fundacep Horizonte em 2011. Os trabalhos foram estabelecidos no campo experimental da Universidade de Passo Fundo, em Passo Fundo-RS, a 28°10'S, 52°20'O e altitude de 687 m. Em ambos os anos foi utilizada a quadra C8, sob monocultura de trigo. O solo tem as características de um Latossolo Vermelho Distrófico. O mesmo foi analisado previamente ao estabelecimento dos trabalhos e apresentava as seguintes características: de 0 a 10 cm de profundidade teor de argila= 37,1 a 43,3%, pH SMP= 6,3 a 6,5, teor de fósforo= 22,2 a 25,8 mg.dm<sup>-3</sup>, teor de potássio= 240 a 261 mg.dm<sup>-3</sup>, matéria orgânica= 2,6 a 2,9%; de 11 a 20 cm de profundidade; teor de argila= 42 a 54,1%, pH SMP= 6,0 a 6,2, teor de fósforo= 12 a 15,4 mg.dm<sup>-1</sup>, teor de potássio= 166 a 182 mg.dm<sup>-3</sup>,

matéria orgânica= 1,9 a 2,1%. Em todos os experimentos a cultura do trigo foi estabelecida sobre restos culturais de soja (*Glycine max*).

As sementeiras foram realizadas em 3/7/10 e 7/7/11, cerca de 25 dias após o plantio dos tratamentos em Condor. As sementes foram tratadas com fungicida (carbendazim 0,375 g + tiram 0,875 g.kg<sup>-1</sup> de semente) e inseticida (imidacloprido 0,06 g.kg<sup>-1</sup> semente). Utilizaram-se 400 sementes por metro quadrado, em linhas de cultivo com espaçamento de 0,17 m.

As parcelas compreenderam 14 linhas de 5,0 m de comprimento, com área útil de 11,9 m<sup>2</sup>. A distância entre parcelas foi de 1,0 m e o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. A adubação de sementeira foi realizada com 250 kg.ha<sup>-1</sup> de uma fórmula 10-30-20 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O). Aos 35 e 55 dias após a sementeira foram aplicados, a lanço, duas doses de 40 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, na forma de ureia granulada, de acordo com metodologia de adubação adotada no campo experimental da universidade.

Os tratamentos em parte aérea (Tabela 2) corresponderam a aplicações de um fungicida triazol (propiconazol 125 g.ha<sup>-1</sup>, formulação comercial Tilt 0,5 L.ha<sup>-1</sup>) e a uma mistura de triazol + estrobilurina (epoxiconazol 25 g.ha<sup>-1</sup> + piraclostrobina 67,5 g.ha<sup>-1</sup>, formulação comercial Opera 0,5 L.ha<sup>-1</sup>, mais o adjuvante Assist a 0,5 L.ha<sup>-1</sup>) em diferentes estádios fenológicos da cultura (Tabelas 2 e 3). As aplicações foram com pulverizador costal com CO<sub>2</sub>, barra com seis pontas TT 110015, regulado para volume de calda de 150 L.ha<sup>-1</sup> e posicionado a 30 cm acima das plantas.

A mancha-amarela e a ferrugem-da-folha foram avaliadas com base na porcentagem de severidade, em amostragem destrutiva de

dez plantas por parcela, coletadas nos estádios de perfilamento completo (3 na escala de Feekes), primeiro nó visível (6), folha bandeira visível (8), início do florescimento (10.5.1) e 15 dias após (11.2). Foram analisadas as folhas do colmo principal da planta, já completamente expandidas e ainda não senescentes. Para calibração da avaliação utilizaram-se as escalas diagramáticas de James (1971).

As colheitas foram realizadas com colhedora de parcelas Nursey Master (Winterstaiger, Ried, Austria), em 5,0 m<sup>2</sup> de cada unidade experimental. Os grãos foram limpos, medidos quanto ao seu teor de umidade e pesados.

A análise de variância da área abaixo da curva de progresso de doença e do rendimento de grãos foi realizada com o software SASM-Agri, versão 8.2. Em seguida procedeu-se a aplicação do teste de Fisher para obtenção da diferença mínima significativa (DMS), a qual foi utilizada para comparar os tratamentos entre si.

Tabela 2 - Fungicidas e épocas de aplicação utilizadas em 2010

Fungicida e época de aplicação (escala Feekes)				
T.	Perfilhamento (2-3)	Alongamento (4)	Emborracha mento (8)	Floração (10.5.1)
1	Propiconazol	Propiconazol	Epox. + pirac.	Epox. + pirac.
2	Propiconazol		Epox. + pirac.	Epox. + pirac.
3		Propiconazol	Epox. + pirac.	Epox. + pirac.
4	Epox. + pirac.	Epox. + pirac.	Epox. + pirac.	Epox. + pirac.
5	Epox. + pirac.		Epox. + pirac.	Epox. + pirac.
6		Epox. + pirac.	Epox. + pirac.	Epox. + pirac.
7			Epox. + pirac.	Epox. + pirac.
8	Testemunha			

Tabela 3 - Fungicidas e épocas de aplicação utilizadas em 2011

Época de aplicação e fungicida				
T.	Perfilhamento (2-3)	Alongamento (4)	Emborracha mento (8)	Floração (10.5.1)
1	Propiconazol	Propiconazol	Epox. + pirac.	Epox. + pirac.
2		Propiconazol	Epox. + pirac.	Epox. + pirac.
3	Epox. + pirac.	Epox. + pirac.	Epox. + pirac.	Epox. + pirac.
4		Epox. + pirac.	Epox. + pirac.	Epox. + pirac.
5	Propiconazol	Epox. + pirac.	Epox. + pirac.	Epox. + pirac.
6	Testemunha			

### 2.3 ENSAIO III – Desfolha em trigo – Cotripal, Condor, RS

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a importância da manutenção da área foliar como componente do rendimento e a influência da desfolha da cultura sobre o mesmo. O mesmo foi realizado na safra de inverno de 2012, no Campo

Experimental da Cotripal Agropecuária Cooperativa, localizado no município de Condor - RS, apresentando as coordenadas geográficas 53° 27'26'' Oeste e latitude 28°09'00'', com altitude de 540 m.

O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico, relevo suave, substrato de basalto, clima subtropical com temperatura média anual de 25° C. As características do solo conforme análise realizada de 0 a 10 cm de profundidade indicaram: textura= 2, argila= 55%, pH SMP= 6,0, teor de fósforo= 12,5 mg.dm<sup>-3</sup>, teor de potássio= 250 mg.dm<sup>-3</sup> e matéria orgânica= 3,0%.

O plantio foi realizado no dia 26/06/2012, com a cultivar Quartzo, sendo que cada linha de plantio com 5m de comprimento representou uma unidade experimental, sendo três repetições. A adubação foi feita com 200 kg.ha<sup>-1</sup> de DAP na linha de plantio, mais 100 kg.ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio e mais 200 kg.ha<sup>-1</sup> de uréia dividida em duas aplicações, aos 30 dias após a emergência e 50 dias após emergência, aplicações estas feitas a lanço, de acordo com o programa de adubação.

O tratamento de sementes utilizado foi imadacloprido (0,6 mL.kg<sup>-1</sup> gaúcho), carboxim + tiram (Vitavax-Thiran 2 mL.kg<sup>-1</sup>) mais carbendazim (Carben 1,5 mL.kg<sup>-1</sup>).

O manejo de pragas foi iniciado com a aplicação de imidacloprido (Connect 200 mL.ha<sup>-1</sup>) no estágio de perfilhamento. Após outras duas aplicações foram realizadas com tiametoxam + lambda-cialotrina (Engeo Pleno 200 mL.ha<sup>-1</sup>) nos estádios de florescimento e enchimento de grãos.

Já o manejo de doenças foi realizado com aplicações de tebuconazol + trifloxistrobina (Nativo 500 mL.ha<sup>-1</sup>), epoxiconazol +

piraclostrobina (Opera 500 mL.ha<sup>-1</sup>) e ciproconazol + azoxistrobina (Priori Xtra 300 mL.ha<sup>-1</sup>), as quais foram iniciadas no estágio de perfilhamento e repetidas em intervalos de 15 dias.

A desfolha foi realizada na fase de espigamento da cultura, com a remoção da folha bandeira (B), da segunda (B-1) e da terceira (B-2) de cima para baixo. A colheita foi realizada manualmente, com o corte da parte superior da planta, próxima a espiga, no dia 26 de outubro de 2012.

Foram avaliadas as seguintes variáveis: rendimento de grãos, obtido pela pesagem do total de grãos das parcelas, ajustado para 13% de umidade e massa de mil grãos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 ENSAIO I – Trabalho conduzido na cotripal, Condor, RS

No trabalho desenvolvido no campo experimental da Cotripal, Condor, RS, as condições ambientais (Tabela 1) durante o período da condução do trabalho foram favoráveis à ocorrência da mancha amarela. No mês de junho, logo após a emergência do trigo, as chuvas foram acima da média do mês, o mesmo ocorrendo em julho, com 152,4 mm de chuva acima da média histórica. Com relação à temperatura, também observou-se que elas foram acima da média histórica nos meses de junho, julho, agosto e setembro. Estes dois fatores, chuvas e temperaturas acima da média, favoreceram a ocorrência de mancha amarela. Não observou-se a ocorrência da ferrugem da folha, pois o genótipo utilizado (Fundacep Horizonte) é moderadamente resistente à doença. A ocorrência de giberela foi baixa devido à floração ocorrer no início de setembro, coincidindo com um período com poucas chuvas, sendo este mês o de menor precipitação no campo experimental em Condor RS.

As lesões (Figura 1) apareceram logo nos primeiros dias após a emergência das plantas, caracterizando-se por pequenas manchas necróticas nas folhas, com formato elíptico, evidenciando-se a presença de um halo amarelo ao redor do centro de cor parda, como descrito por Reis et al. (2001a).

Tabela 4 - Precipitação pluvial e temperatura média no período de julho a setembro de 2011. Campo experimental Cotripal, Condor, RS, 2011

Mês	Chuva (mm)	Chuva normal (mm)	Temperatura média (°C)	Temperatura normal (°C)
Junho <sup>1</sup>	194,0	143,0	14,80	14,6
Julho	289,0	136,6	14,80	14,7
Agosto	165,0	119,9	15,55	16,4
Setembro	73,0	159,1	16,89	17,3
Outubro <sup>2</sup>	58,0	180,4	20,18	20,4
Total	779,0	935		

1 – segunda quinzena de junho.

2 – primeira quinzena de outubro.



Figura 1 - Folhas de trigo, 25 dias após a sementeira, com sintomas iniciais da mancha-amarela, causada por *Drechslera tritici-repentis*. Foto: Cleiton Bonini.

A incidência obtida na primeira avaliação foi de 74% em folhas, e 100% em plantas. Nesta data foi realizada a primeira

aplicação no estágio de perfilhamento. As avaliações posteriores constam na Tabela 5. Em 3/agosto, dez dias após a aplicação de perfilhamento, os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si, variando de 8,1% a 14,7%. Em 12/agosto a severidade variou de 9,9% a 19,7%, já mostrando algum efeito dos fungicidas, com diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 5 - Severidade da mancha-amarela na cultivar Fundacep Horizonte, em função da aplicação de fungicidas. Cotripal, Condor, 2011

Trat. <sup>1</sup>	Severidade (%) por data de avaliação						
	3/8	12/8	23/8	2/9	12/9	3/10	14/10
1	14,7 a <sup>2</sup>	19,2 a	14,8 a	29,5 a	33,1 a	50,3 a	87,3 a
2	9,9 a	13,8 ab	15,0 bc	16,3 cd	17,3 de	38,7 abc	58,3 bc
3	8,1 a	9,9 b	10,8 c	11,9 d	13,5 e	28,2 c	50,5 c
4	11,2 a	13,0 ab	16,1 bc	17,4 cd	19,6 cde	33,2 bc	61,7 abc
5	14,5 a	16,4 ab	17,0 abc	20,1 bc	22,2 bcd	41,0 abc	70,8 abc
6	12,4 a	16,6 ab	20,6 ab	23,6 abc	25,2 bc	44,4 ab	65,8 abc
7	11,1 a	14,0 ab	22,3 ab	26,9 ab	26,9 ab	41,5 abc	80,7 ab
Méd.	11,7	14,7	16,7	20,8	22,5	39,6	67,9
C.V.	20,6%	18,6%	15,8%	13,2%	10,7%	13,2%	13,9%

<sup>1</sup>A= testemunha; B= tebuconazol; C= propiconazol; D= epoxiconazol; E= epoxiconazol + piraclostrobina; F= tebuconazol + trifloxistrobina; G= sem aplicação no perfilhamento.

<sup>2</sup>Médias com a mesma letra na coluna não diferem por Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Ao longo das avaliações, o tratamento com propiconazol no perfilhamento é o que tende a resultar em menor quantidade de doença. Navarini & Balardin (2012) citam que os fungicidas triazóis são mais eficientes no controle de manchas foliares quando

comparados as estrobirulinas. Os estádios fenológicos do alongamento e emissão de espigas são momentos críticos para o posicionamento ideal do controle químico de manchas foliares em condições de monocultura, no entanto a aplicação a partir do perfilhamento pode dar uma eficiência maior no controle da mancha-amarela. Reis et al (2001) mencionam que os fungicidas do grupo dos triazóis atuam na síntese de esteróis e possuem efeito curativo marcante, ao passo que as estrobirulinas atuam na respiração mitocondrial e seu efeito maior é na germinação de esporos.

A área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) variou significativamente entre os tratamentos (figura 2). Observou-se a menor AACPD para o tratamento onde aplicou-se propiconazole no perfilhamento. O tratamento com a maior AACPD foi a testemunha. Também observa-se que os três tratamentos onde manejou-se com o uso de triazol a partir do perfilhamento da cultura resultaram nos três menores valores para a AACPD.

Os tratamentos com aplicação de triazol isolado a partir do perfilhamento foram mais efetivos comparados as misturas de triazol + estrobirulinas neste mesmo estágio da cultura. Resultado semelhante encontraram Navarini & Balardin (2012). Segundo os autores, comparando a AACPD de doze cultivares, os tratamentos mais efetivos no controle das manchas foram três aplicações da mistura de triazol mais estrobirulinas e a aplicação isolada de epoxiconazol.

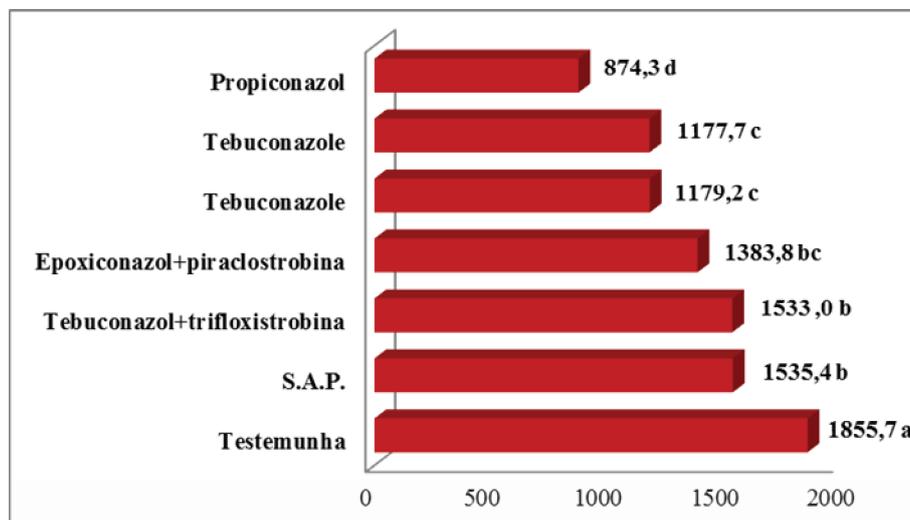


Figura 2 - Área abaixo da curva de progresso em função dos programas de aplicações de fungicidas. Cultivar Horizonte, Condor RS, 2011. Médias com a mesma letra não diferem por Tukey a 5% de probabilidade de erro.

No trabalho de Tormen et. al. (2013), na média dos cultivares, comparando os dados do programa sem fungicida com a média dos três programas com fungicidas, observou uma redução de 17,4% na AACPD para a mancha amarela.

Para Menegon et. al. (2005), a aplicação preventiva de fungicidas previne a planta de novas infecções, enquanto que aplicações curativas resultam em lesões iniciais mais numerosas, mostrando que os fungicidas tem pouco efeito sobre a expansão das lesões.

Estes resultados reforçam a importância de se fazer o manejo das manchas foliares de forma preventiva, devido à baixa eficácia dos fungicidas no controle após o aparecimento das lesões.

O progresso de uma doença pode ser explicado pelo aparecimento de novas lesões e/ou pelo crescimento daquelas já existentes. Por isso a taxa de crescimento a taxa de expansão da lesão é um componente importante no processo epidêmico de manchas (MENEGON et al., 2005).

Neste trabalho, na primeira avaliação, não se observou diferença estatística entre os diferentes tratamentos, sendo a média de 8,2 mm<sup>2</sup> para o tamanho de lesão (Tabela 6). Somente se observou diferença estatística após a terceira avaliação.

O tamanho médio das lesões da mancha amarela aumentou de 8,2 para 27,1 mm ao final das avaliações, representando um incremento médio de 0,27 mm<sup>2</sup>.dia<sup>-1</sup> (70 dias da primeira até a última avaliação).

O programa de aplicações que resultou em menor tamanho da lesão, em relação à testemunha, foi aquele iniciado com tebuconazol (Tabela 6), seguido das três aplicações de tebuconazol + trifloxistrobina. Contudo, em nenhuma avaliação, este tratamento diferiu daquele sem aplicação no perfilhamento.

Tabela 6 - Tamanho da lesão (mm<sup>2</sup>) da mancha amarela do trigo em função da aplicação de fungicidas. Cotripal, Condor, RS, 2011

Trat. <sup>1</sup>	Tamanho da lesão (mm <sup>2</sup> ) e data de avaliação				
	3/8	23/8	12/9	3/10	14/10
1	9,5 a <sup>2</sup>	15,8 a	31,1 a	39,6 a	41,3 a
2	8,6 a	9,4 a	16,2 b	19,3 b	20,4 b
3	6,7 a	8,8 a	16,0 b	23,8 ab	27,2 ab
4	7,2 a	7,5 a	21,8 ab	24,0 ab	24,5 ab
5	8,0 a	9,4 a	13,8 b	17,9 b	24,3 ab
6	7,7 a	14,3 a	20,1 ab	20,1 ab	29,2 ab
7	9,3 a	14,5 a	17,1 ab	22,7 ab	23,7 ab
Média	8,2	11,7	19,1	23,7	27,1
C.V. (%)	26,5	25,7	21,5	28,3	22,9

<sup>1</sup>A= testemunha; B= tebuconazol; C= propiconazol; D= epoxiconazol; E= epoxiconazol + piraclostrobina; F= tebuconazol + trifloxistrobina; G= sem aplicação no perfilhamento.

<sup>2</sup>Médias com a mesma letra na coluna não diferem por Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Segundo Menegon et. al. (2005), o reduzido efeito dos fungicidas sobre o processo de expansão das lesões, após o seu estabelecimento na planta, contrasta com a excelente ação preventiva demonstrada por ambos os produtos utilizados e enfatiza a necessidade de controlar as manchas foliares na fase inicial da epidemia, como no caso deste trabalho, sendo as aplicações a partir do perfilhamento da cultura.

Para o rendimento de grãos (Figura 4), houve uma variação de 2672,1 a 2978,4 kg.ha<sup>-1</sup>, que não superou estatisticamente os tratamentos entre si, ou, em relação à testemunha neste experimento. Não se difere estatisticamente, porém pensando em alternativa de manejo para produtores, certamente seria viável

economicamente, sendo que neste experimento, obtive-se diferença de 4 sacas.ha<sup>-1</sup> entre o melhor e o pior tratamento.

Em outros trabalhos, como o realizado por Tormen et. al. (2013), o incremento médio de produtividade das cultivares no melhor programa de controle foi de 28,3 e 25,8% nos anos de 2009 e 2010, respectivamente.

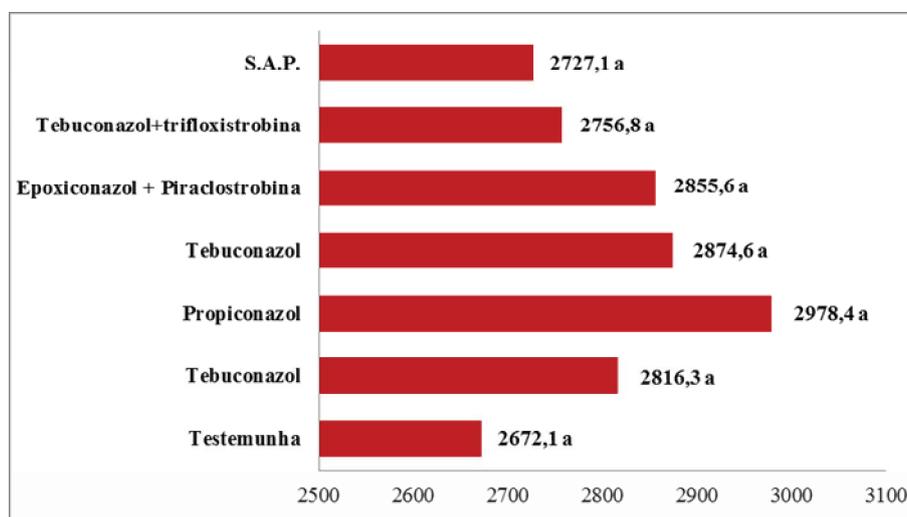


Figura 3 - Rendimento de grãos de trigo, cultivar Fundacep Horizonte, em função de programas de aplicação de fungicidas. COTRIPAL, Condor, RS, 2011. Médias com a mesma letra na coluna não diferem por Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Observou-se neste trabalho, que a severidade da doença teve um aumento bastante significativo no final do ciclo da cultura, comprometendo a área foliar da cultura nos estádios finais. Essa perda de área final pode não ter representado dano significativo à planta, devido ao estágio avançado de formação dos grãos.

### 3.2 ENSAIO II – Trabalho conduzido na U.P.F. Passo Fundo, RS

Nos experimentos conduzidos em Passo Fundo, as condições climáticas foram favoráveis ao desenvolvimento das doenças em ambos os anos de 2010 (Tabela 7) e 2011 (Tabela 8). Em 2010, a quantidade de chuva acumulada foi menor em agosto (49,2 mm); em 2011 foi em setembro (47,3 mm). Nos demais meses, a precipitação pluvial foi normal ou até acima da média histórica. As temperaturas médias observadas foram semelhantes às esperadas com base na normal histórica.

Tabela 7 - Número de dias com chuva acima de 5 mm, altura pluviométrica e temperatura média no período de julho a novembro de 2010. UPF, Passo Fundo, RS, 2010

Mês	Chuva ocorrida (mm)	Normal histórica (mm)	Temperatura média (°C)	Normal histórica (°C)
Agosto	49,2	165,7	13,4	14,0
Setembro	240,0	206,8	15,6	14,8
Outubro	143,7	167,1	16,5	17,7
Total	432,9	539,6		

Tabela 8 - Precipitação pluvial e temperatura média no período de agosto a outubro de 2011. UPF, Passo Fundo, RS, 2011

Mês	Chuva ocorrida (mm)	Normal histórica (mm)	Temperatura média (°C)	Normal histórica (°C)
Agosto	254,4	165,7	13,4	14,0
Setembro	47,3	206,8	15,4	14,8
Outubro	194,7	167,1	18,3	17,7
Total	496,4	539,6		

Com relação à ocorrência de doenças, houve predominância da ferrugem da folha e das manchas foliares, em

ambos os anos de 2010 e 2011. A ferrugem da folha foi menos importante nos cultivares Fundacep Raízes e Fundacep Horizonte em função de sua resistência à doença.

Em 2010 (Tabelas 9 e 10), a aplicação de propiconazol ou epoxiconazol + piraclostrobina no perfilhamento do trigo tendeu a controlar melhor a mancha-amarela e a ferrugem da folha, porém a área abaixo da curva de progresso da doença não diferem estatisticamente dos programas iniciados na elongação. As diferenças começam a aparecer na comparação entre o início no perfilhamento (quatro aplicações) e o início no emborrachamento (duas aplicações). Para a cultivar Fundacep Raízes, as diferenças entre programas de aplicação não foram significativas em relação à ferrugem da folha (Tabela 10).

Em relação ao rendimento de grãos (Tabela 11), todos os programas com aplicação de fungicidas diferem da testemunha em 2010, para ambos os cultivares. As diferenças são maiores em Mirante, devido a sua suscetibilidade a ambas as doenças, ferrugem e manchas foliares. No cultivar Raízes, os programas de aplicação não diferiram entre si. Para o Mirante, o rendimento foi superior no tratamento com quatro aplicações dos fungicidas epoxiconazol + piraclostrobina, desde o perfilhamento até a floração.

Tabela 9 - Área abaixo da curva de progresso da mancha-amarela e da ferrugem da folha do trigo (AACPD) em função da aplicação de fungicida triazol (propiconazol) ou triazol + estrobilurina (epoxiconazol + piraclostrobina) em diferentes estádios de crescimento do trigo, cultivar Mirante. UPF, Passo Fundo, 2010

T.	Fungicida e época de aplicação (escala Feekes)				AACPD	
	Perf. (2-3)	Along. (4)	Emb. (8)	Flor. (10.5.1)	Mancha- amarela	Ferrugem da folha
1	Prop	Prop	E + P	E + P	41 c <sup>1</sup>	198 bcd
2	Prop		E + P	E + P	48 c	215 bc
3		Prop	E + P	E + P	55 bc	217 bc
4	E + P	E + P	E + P	E + P	53 bc	87 d
5	E + P		E + P	E + P	55 bc	129 bcd
6		E + P	E + P	E + P	63 bc	112 cd
7			E + P	E + P	91 b	238 b
8	Test.				368 a	945 a
C.V.(%)/D.M.S.					7,4/39	8,1/115

<sup>1</sup>Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 10 - Área abaixo da curva de progresso da mancha-amarela e da ferrugem da folha do trigo (AACPD) em função da aplicação de fungicida triazol (propiconazol) ou triazol + estrobilurina (epoxiconazol + piraclostrobina) em diferentes estádios de crescimento do trigo, cultivar Fundacep Raízes. UPF, Passo Fundo, 2010

T.	Fungicida e época de aplicação (escala Feekes)				AACPD	
	Perf. (2-3)	Along. (4)	Emb. (8)	Flor. (10.5.1)	Mancha- amarela	Ferrugem da folha
1	Prop	Prop	E + P	E + P	44 c <sup>1</sup>	12
2	Prop		E + P	E + P	56 bc	15
3		Prop	E + P	E + P	63 bc	13
4	E + P	E + P	E + P	E + P	60 bc	5
5	E + P		E + P	E + P	53 bc	8
6		E + P	E + P	E + P	58 bc	10
7			E + P	E + P	83 b	12
8	Test.				392 a	24
C.V.(%)/D.M.S.					6,7/33	7,8/ns

<sup>1</sup>Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 11 - Rendimento de grãos de trigo, cultivares Mirante e Fundacep Raízes, em função da aplicação de fungicida triazol (propiconazol) ou triazol + estrobilurina (epoxiconazol + piraclostrobina) em diferentes estádios de crescimento do trigo. UPF, Passo Fundo, 2010

T.	Fungicida e época de aplicação (escala Feekes)				Rendimento de grãos kg.ha <sup>-1</sup>	
	Perf. (2-3)	Along. (4)	Emb. (8)	Flor. (10.5.1)	Mirante	Fundacep Raízes
1	Prop	Prop	E + P	E + P	3.679 bc <sup>1</sup>	3.354 a
2	Prop		E + P	E + P	3.669 bc	3.230 a
3		Prop	E + P	E + P	3.531 c	3.301 a
4	E + P	E + P	E + P	E + P	4.020 a	3.447 a
5	E + P		E + P	E + P	3.862 ab	3.351 a
6		E + P	E + P	E + P	3.704 bc	3.330 a
7			E + P	E + P	3.640 bc	3.232 a
8	Test.				2.859 d	2.919 b
C.V.(%)/D.M.S.					7,8/303	6,5/287

<sup>1</sup>Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Em 2011, novamente o cultivar Mirante apresentou maior severidade da ferrugem da folha (Tabela 12). A AACPD atingiu 1323 unidades no seu total. Todos os programas com fungicida diferem da testemunha. Porém, os dois tratamentos com menor severidade da ferrugem incluíram três ou quatro aplicações da mistura de epoxiconazol + piraclostrobina, que não diferiram entre si. Com relação à mancha-amarela, a severidade difere significativamente entre os tratamentos com duas aplicações e aqueles com três ou quatro. O mesmo comportamento foi observado com o cultivar Fundacep Horizonte (Tabela 13). Em relação ao rendimento de grãos (Tabela 14), todos os tratamentos diferem das respectivas testemunha, apresentando maior produtividade. Para o cultivar Horizonte, não

houve diferença entre os programas de aplicação. Para o Mirante, os tratamentos com quatro aplicações diferem daquele com duas.

Tabela 12 - Área abaixo da curva de progresso da mancha-amarela e da ferrugem da folha do trigo (AACPD) em função da aplicação de fungicida triazol (propiconazol) ou triazol + estrobilurina (epoxiconazol + piraclostrobina) em diferentes estádios de crescimento do trigo, cultivar Mirante. UPF, Passo Fundo, 2011

T.	Fungicida e época de aplicação (escala Feekes)				AACPD	
	Perf. (2-3)	Along. (4)	Emb. (8)	Flor. (10.5.1)	Mancha- amarela	Ferrugem da folha
1	Prop	Prop	E + P	E + P	54 c <sup>1</sup>	224 c
2		Prop	E + P	E + P	71 c	288 c
3	E + P	E + P	E + P	E + P	68 c	115 d
4		E + P	E + P	E + P	84 c	144 d
5			E + P	E + P	133 b	568 b
6	Test.				447 a	1323 a
C.V.(%)/D.M.S.					7,1/45	8,1/128

<sup>1</sup>Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Em relação ao rendimento de grãos (Tabela 14), todos os programas com aplicação de fungicidas diferem da testemunha em 2011, para ambos os cultivares. As diferenças são maiores no Mirante, devido a sua suscetibilidade a ambas as doenças, ferrugem e manchas foliares, semelhante aos resultados encontrados em 2010 para esta cultivar. No cultivar Horizonte, os programas de aplicação não diferiram entre si, semelhante a cultivar Raízes em 2010, resultados estes devido ao fato das duas cultivares serem moderadamente resistentes a ferrugem, tendo uma menor AACPD para ferrugem da folha comparadas à cultivar Mirante. Para esta, o rendimento foi

superior no tratamento com quatro aplicações dos fungicidas epoxiconazol + piraclostrobina, desde o perfilhamento até a floração.

Tabela 13 - Área abaixo da curva de progresso da mancha-amarela e da ferrugem da folha do trigo (AACPD) em função da aplicação de fungicida triazol (propiconazol) ou triazol + estrobilurina (epoxiconazol + piraclostrobina) em diferentes estádios de crescimento do trigo, cultivar Fundacep Horizonte. UPF, Passo Fundo, 2011

T.	Fungicida e época de aplicação (escala Feekes)				AACPD	
	Perf. (2-3)	Along. (4)	Emb. (8)	Flor. (10.5.1)	Mancha- amarela	Ferrugem da folha
1	Prop	Prop	E + P	E + P	112 c <sup>1</sup>	9
2		Prop	E + P	E + P	145 c	9
3	E + P	E + P	E + P	E + P	140 c	6
4		E + P	E + P	E + P	169 c	8
5			E + P	E + P	306 b	10
6	Test.				837 a	29
C.V.(%)/D.M.S.					8,7/83	6,5/ns

<sup>1</sup>Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 14 - Rendimento de grãos de trigo, cultivares Mirante e Fundacep Horizonte, em função da aplicação de fungicida triazol (propiconazol) ou triazol + estrobilurina (epoxiconazol + piraclostrobina) em diferentes estádios de crescimento do trigo. UPF, Passo Fundo, 2011

T.	Fungicida e época de aplicação (escala Feekes)				Rendimento de grãos kg.ha <sup>-1</sup>	
	Perf. (2-3)	Elong. (4)	Emb. (8)	Flor. (10.5.1)	Mirante	Fundacep Horizonte
1	Prop	Prop	E + P	E + P	3.863 ab <sup>1</sup>	4.302 a
2		Prop	E + P	E + P	3.471 bc	4.194 a
3	E + P	E + P	E + P	E + P	4.000 a	4.227 a
4		E + P	E + P	E + P	3.813 ab	4.262 a
5			E + P	E + P	3.243 c	4.095 a
6	Test.				1.816 d	3.712 b
C.V.(%)/D.M.S.					7,2/388	6,3/355

<sup>1</sup>Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Analisando os dados da AACPD para mancha amarela, verifica-se que para ambas as cultivares tivemos um ganho ou uma menor AACPD comparando os tratamentos com aplicação de fungicidas em relação aos tratamentos sem aplicação. Observa-se que a maior AACPD foi maior na cultivar Fundacep Raízes, seguido pela cultivar Mirante no ano de 2010. Já em 2011 tivemos uma maior AACPD na cultivar Fundacep Horizonte, seguida pela cultivar Mirante.

No trabalho de Navarini et. al. (2012), a cultivar Fundacep Horizonte também apresentou maior AACPD de manchas, seguido de BRS Timbaúva e OR Pampeano. O mesmo foi verificado por Ranzi (2012), onde a cultivar Fundacep Horizonte teve maior AACPD, seguido de Guamirim, Fundacep Raízes, Mirante e Quartzito.

Cultivares com maior suscetibilidade à mancha amarela deveriam ser evitadas em área de monocultura de trigo. Caso contrário, o manejo da mancha amarela com o uso de fungicidas a partir do perfilhamento pode ser uma estratégia eficaz.

Ranzi (2012) concluiu que a aplicação curativa de fungicidas tem ação limitada sobre a expansão da lesão. Fungicidas do grupo químico das estrobilurinas não controlam este processo enquanto triazóis o fazem se aplicados nos primeiros dias após a entrada do fungo na planta. Evidencia também a necessidade do manejo mais preventivo para manchas foliares, incluindo cultivares menos suscetíveis, a rotação de culturas e o tratamento de sementes.

Com relação ao rendimento de grãos, verifica-se uma semelhança em relação ao controle da mancha amarela. Nos

tratamentos em que se iniciou o controle da mancha amarela a partir do perfilhamento foram os com as maiores produtividades.

Em 2010, a cultivar Mirante obteve a maior produtividade, seguida da Fundacep Raízes. Em 2011, a cultivar Fundacep Horizonte foi a que obteve a maior produtividade, seguida da cultivar Mirante.

A cultivar Fundacep Horizonte foi a que apresentou a maior AACPD, porém foi a que apresentou a maior produtividade. Tal fato pode ser explicado por esta cultivar não ser suscetível a ferrugem, uma alta severidade para mancha amarela não representou uma alta perda de produtividade para este experimento. Segundo Tormen *et. al.* (2013) a não existência de uma relação singular entre AACPD das doenças e a produtividade sinaliza para o fato de que há fatores genéticos atuando, seja pela rusticidade ou mesmo a tolerância de cada cultivar quando submetida a alta pressão de doença.

### **3.3 ENSAIO III – Desfolha em trigo – Cotripal, Panambi, RS**

No trabalho de remoção das folhas da cultivar Quartzo, ficou evidente a importância da manutenção da área foliar para o potencial de produção do material. Observam-se no trabalho (Tabela 15) diferenças de produtividades de até 41,65 sc.ha<sup>-1</sup> entre os tratamentos. A não remoção da área foliar resultou em produtividade de 80,87 sc.ha<sup>-1</sup>, contra 39,22 sc.ha<sup>-1</sup> onde houve desfolha total.

Tabela 15 - Rendimento de grãos e peso de mil grãos de trigo na cultivar Quartzo, em função da remoção artificial de folhas. Cotripal, Condor, RS, 2012

Tratamento	Rendimento de grãos (sc/ha)	Peso de mil grãos (g)
Remoção B, B-1 e B-2	39,22 c <sup>1</sup>	28,55 b
Remoção B-1 e B-2	48,57 bc	35,08 a
Remoção B-2	57,59 b	35,89 a
Sem remoção	80,87 a	35,85 a
Média	56,56	33,84
C.V. (%)	9,63	1,39

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro

Segundo Gondim et. al. (2008), o rendimento de grãos em plantas sob estresse de desfolha está associado à redução da biomassa seca do colmo. Para o mesmo, a massa de mil grãos foi a variável com maior efeito direto e indireto, nas análises dos componentes de rendimento, em situação de desfolha.

Com relação ao PMS, os tratamentos diferiram-se apenas da testemunha. Observa-se uma diferença de 20,45 % a mais no PMS do melhor tratamento em relação ao pior tratamento. Provavelmente isso tenha ocorrido devido a trilha ter sido feita com o auxílio da colhedora de parcelas Nursey Master, onde os grãos mais leves podem ter sido eliminados com o vento no momento da trilha, o que provavelmente tenha afetado o resultado do mesmo.

Analisando os resultados, observa-se uma relação direta da área foliar da cultura sobre a produtividade. Este resultado enfatiza a importância na manutenção da mesma para buscarmos altas produtividades na cultura do trigo.

#### **4 CONCLUSÕES**

A severidade da mancha amarela tende a ser menor onde aplica-se fungicida a partir do perfilhamento da cultura, sendo que o propiconazole apresenta-se como uma boa opção. O melhor controle da mancha-amarela não chega a influenciar a produtividade, porém resultados diferente podem ser obtidos em outros genótipos de trigo. Por isso fazem-se necessários estudos com outras cultivares.

## CAPÍTULO II

### PROGRESSO TEMPORAL E CONTROLE DA MANCHA AMARELA DO TRIGO EM DIFERENTES CULTIVARES, SOB MONOCULTURA OU ROTAÇÃO COM AVEIA

Cleiton da Luz Bonini<sup>1</sup>

**RESUMO** - A intensidade da mancha-amarela (*Pyrenophora tritici-repentis*), a produtividade de cultivares de trigo e a resposta ao controle químico com fungicidas foram avaliados na UPF, de 2009 a 2011, em áreas sob monocultura de trigo ou rotação com aveia. Cada experimento incluiu dois cultivares, semeados adjacentes e submetidos a zero (testemunha), uma, duas e três aplicações dos fungicidas epoxiconazol + piraclostrobina. A mancha-amarela atingiu severidade de 29,6% em 2009, 17,9% em 2010 e 34,5% em 2011. O cultivar Horizonte apresentou maior severidade (34,5% na monocultura/16,1% na rotação), seguido pelo Raízes (29,6%/15,4%), Guamirim (25,7%/11,5%), Mirante (17,9%/6,6% em 2010; 21,2%/8,8% em 2011) e Quartzo (8,8%/5,6%). Na rotação, a produtividade média foi maior em 779 kg.ha<sup>-1</sup> (2009) a 1.374 kg.ha<sup>-1</sup> (2011), especialmente quando combinada com duas (1.268 kg.ha<sup>-1</sup>) ou três (1.545 kg.ha<sup>-1</sup>) aplicações de fungicida. O retorno econômico médio atingiu R\$246,20.ha<sup>-1</sup> com duas aplicações e R\$302,49.ha<sup>-1</sup> com três. O benefício da rotação trigo/aveia variou com o ano e foi

---

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Fitopatologia.

estimado em R\$104,89 a R\$564,89 por hectare.

**Palavras-chave:** epidemiologia, manejo, *Pyrenophora tritici-repentis*

**TEMPORAL PROGRESS AND CONTROL OF WHEAT TAN SPOT AMONG CULTIVARS CROPPED UNDER MONOCULTURE OR ROTATION WITH OATS**

**ABSTRACT** - Field trials were performed at UPF, from 2009 to 2011, to examine the severity of tan spot (*Pyrenophora tritici-repentis*), the grain yield of wheat cultivars, and the disease control with fungicides under continuous wheat cropping or rotation with oats. Each trial included two wheat cultivars and four spray programs with zero (non-sprayed control), one, two or three applications of epoxyconazol + pyraclostrobin. Tan spot reached maximum leaf severities of 29.6% in 2009, 17.9% in 2010, and 34.5% in 2011. The cultivar Horizonte showed the highest disease severity (34.5% on monoculture/16.1% under rotation), followed by Raízes (29.6%/15.4%), Guamirim (25.7%/11.5%), Mirante (17.9%/6.6% in 2010; 21.2%/8.8% in 2011), and Quartzo (8.8%/5.6%). The average difference in grain yield pro crop rotation varied from 779 kg.ha<sup>-1</sup> (2009) to 1.374 kg.ha<sup>-1</sup> (2011). Such a difference was higher when combined with two (1.268 kg.ha<sup>-1</sup>) or three (1.545 kg.ha<sup>-1</sup>) sprays of fungicide. The net income from fungicide application was R\$246.20.ha<sup>-1</sup> for two sprays and R\$302.49.ha<sup>-1</sup> for three. The benefit

of the wheat/oat rotation varied among cropping seasons and ranged from R\$104.89 to R\$564.89 per hectare.

**Key words:** epidemiology, management, *Pyrenophora tritici-repentis*

## 1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) ocupa, no Brasil, uma área média (2003 a 2012) de 2, 264 milhões de hectares, mais de 90% situada na região Sul (CONAB, 2013). Doenças fúngicas, como a ferrugem-da-folha (*Puccinia triticina*), o oídio, as manchas foliares (*D. tritici-repentis*, *S. nodorum*, *B. sorokiniana*), a giberela (*Gibberella zeae*) e a brusone (*Pyricularia grisea*) representam um fator limitante ao desenvolvimento da cultura do Brasil. No Rio Grande do Sul, a mancha-amarela, causada pelo fungo *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Schoemaker, está entre as mais importantes, podendo reduzir o rendimento de grãos em até 48% (REIS & CASA, 2007). As sementes infectadas e os restos culturais na lavoura são suas principais fontes de inóculo, por isso a doença é mais severa em cultivos sob monocultura de trigo (REIS et al., 2011).

A decomposição completa da palha de trigo na superfície do solo, nas condições do Planalto Médio Gaúcho, requer pelo menos 18 meses (REIS & CASA, 2007). Nos Estados Unidos, a remoção da palha da superfície, via queima ou incorporação ao solo, reduziu a severidade da mancha-amarela em 49% (CARIGNANO et al., 2008). Contudo, estas práticas de manejo não são aceitas em cultivos conservacionistas, por isso, a rotação de culturas com espécies não hospedeiras adquire papel fundamental. Com um ou dois anos ela reduz a incidência de manchas foliares (PRESTES et al., 2002) ou tem o potencial de erradicar o patógeno da área de cultivo (CARMONA et al., 1999; REIS et al., 2011).

Entre 87 cultivares comerciais de trigo com reação conhecida à mancha-amarela, apenas um é considerado resistente (0,01%), e outros 26 moderadamente resistentes (29,88%)

(REUNIÃO, 2011). Portanto, o manejo da doença depende de outras estratégias, como a aplicação de fungicidas, tanto nas sementes como na parte aérea das plantas. Diversos autores salientam a importância da aplicação foliar de fungicidas para o controle da mancha-amarela em trigo. Os compostos triazóis e suas misturas com as estrobilurinas são os mais utilizados. As diferenças em rendimento de grãos com o controle químico das doenças fúngicas variam, conforme o fungicida e o cultivar, desde incrementos mínimos de 12,9 e 22,7% (NAVARINI & BALARDIN, 2012) a 24,7 e 58,3% (BARROS et al., 2006) e 237,1 e 271,5% (KUHNE et al., 2009). A rotação de culturas é outra importante estratégia para redução do inóculo do patógeno e para o manejo das manchas foliares. Contudo, estimativas da Emater-RS (dados não publicados) indicam que parcela significativa da área tritícola no RS ainda é cultivada sob monocultura.

Com o aumento de produtividade nos genótipos de trigo, os danos associados à monocultura pode ser maiores. Nesse sentido, este trabalho teve por objetivo avaliar a resposta de cultivares de trigo ao controle da mancha-amarela, com aplicações de fungicida, sob monocultura ou rotação com aveia. Espera-se oferecer subsídios a técnicos e produtores para tomada de decisão quanto ao manejo da cultura e das manchas foliares.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento aqui relatado incluiu três anos, dois sistemas de cultivo (monocultura e rotação) e dois cultivares em cada ano. Os sistemas de cultivo foram alocados em quadras diferentes. Em cada sistema de cultivo foram avaliados dois cultivares. Em cada cultivar foram distribuídos os tratamentos (aplicações de fungicida), em quatro repetições casualizadas em blocos.

Todos os trabalhos foram conduzidos no campo experimental da Universidade de Passo Fundo, em Passo Fundo-RS, à latitude de 28°10'S, longitude de 52°20'O e altitude de 687 m. O solo tem as características de um Latossolo Vermelho Distrófico. O monocultivo de trigo foi baseado na quadra C8 e a rotação na C9 (2009) e B8 (2010), que são circunvizinhas (distância de 5 m) à C8. Em 2011, utilizou-se para a rotação a quadra B2, que dista 500 m da C8, porém apresenta topografia e características de solo semelhantes, conforme análise realizada em 2011. De 0 a 10 cm de profundidade: teor de argila= 37,1 a 43,3%, pH SMP= 6,3 a 6,5, teor de fósforo= 22,2 a 25,8 mg.dm<sup>-3</sup>, teor de potássio= 240 a 261 mg.dm<sup>-3</sup>, matéria orgânica= 2,6 a 2,9%; de 11 a 20 cm de profundidade: teor de argila= 42 a 54,1%, pH SMP= 6,0 a 6,2, teor de fósforo= 12 a 15,4 mg.dm<sup>-3</sup>, teor de potássio= 166 a 182 mg.dm<sup>-3</sup>, matéria orgânica= 1,9 a 2,1%. Em todos os experimentos a cultura do trigo foi estabelecida sobre restos culturais de soja.

As sementeiras nas áreas sob monocultura e rotação ocorreram no mesmo dia, em 28/6/09, 3/7/10 e 7/7/11. Em 2009 utilizaram-se os cultivares BRS Guamirim (moderadamente suscetível

à mancha-amarela) e Fundacep Raízes (MS), em 2010 Quartzo (MR) e Mirante (MS) e em 2011 Mirante e Fundacep Horizonte (S). As sementes foram tratadas com fungicida (carbendazim 0,375 g + tiram 0,875 g.kg<sup>-1</sup> de semente) e inseticida (imidacloprido 0,06 g.kg<sup>-1</sup> semente). Utilizaram-se 400 sementes por metro quadrado, em linhas de cultivo com espaçamento de 0,17 m.

As parcelas compreenderam 14 linhas de 5,0 m de comprimento, com área útil de 11,9 m<sup>2</sup>. A distância entre parcelas foi de 1,0 m e o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. A adubação de semeadura foi realizada com 250 kg.ha<sup>-1</sup> de uma fórmula 10-30-20 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O). Aos 35 e 55 dias após a semeadura foram aplicados, a lanço, duas doses de 40 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, na forma de ureia granulada.

Os tratamentos em parte aérea corresponderam a zero (testemunha), uma (floração), duas (emborrachamento e floração) ou três (elongação, emborrachamento e floração) aplicações de fungicida. Em 2011 o tratamento com uma aplicação não foi incluído por ter sido considerado insuficiente para o manejo da mancha-amarela nos experimentos anteriores. Utilizou-se o fungicida comercial Opera, à base de epoxiconazol + piraclostrobina (25 + 67,5 g.ha<sup>-1</sup>), adicionado do óleo mineral Assist (378 g.ha<sup>-1</sup>). A aplicação foi com pulverizador costal com CO<sub>2</sub>, barra com seis pontas TT 110015, regulado para volume de calda de 150 L.ha<sup>-1</sup> e posicionado a 30 cm acima das plantas.

A mancha-amarela foi avaliada com base na porcentagem de severidade, em amostragem destrutiva de dez plantas por parcela, coletadas nos estádios de perfilhamento completo (3 na escala de

Feekes), primeiro nó visível (6), folha bandeira visível (8), início do florescimento (10.5.1) e 15 dias após (11.2). Foram analisadas as folhas do colmo principal da planta, já completamente expandidas e ainda não senescentes. Para calibração da avaliação utilizou-se a escala diagramática de James (1971).

As colheitas foram realizadas com colhedora de parcelas Nursey Master (Winterstaiger, Ried, Austria), em 5,0 m<sup>2</sup> de cada unidade experimental. Os grãos foram limpos, medidos quanto ao seu teor de umidade e pesados.

A análise de variância da área abaixo da curva de progresso de doença e do rendimento de grãos foi realizada com o programa SASM-Agri, versão 8.2. Em seguida procedeu-se a aplicação do teste de Fisher para obtenção da diferença mínima significativa (DMS), a qual foi utilizada para comparar os tratamentos entre si. Utilizou-se também de análise de regressão não linear entre a severidade da doença (em proporção) e o tempo. Esta foi efetuada com o programa InfoStat e teve por objetivo estimar a taxa de progresso da mancha-amarela em cada combinação de ano, cultivar e sistema de cultivo. Em função do maior coeficiente de determinação e da menor soma dos quadrados dos resíduos entre os dados observados e estimados, definiu-se pelo modelo logístico  $y = 1/(1+b \times \exp(-r \times t))$ , onde  $y$  é a quantidade final de doença,  $b$  é uma estimativa da quantidade inicial,  $r$  a taxa de progresso da doença e  $t$  o tempo.

Calculou-se também o resultado econômico, onde o rendimento de grãos foi multiplicado pelo valor médio do trigo nas últimas três safras (R\$416,66 por tonelada), menos o custo de R\$52,50 para cada aplicação de fungicida (R\$34,00 do produto,

R\$3,50 do adjuvante e R\$15,00 da operação) e 2% do amassamento produzido pelo trator.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em 2009, 2010 e 2011, entre julho e outubro, a temperatura média registrada em Passo Fundo ficou em 14,6 °C, com extremos de 10,4 °C (julho/2009) a 18,3 °C (Outubro/2011). Nos mesmos quatro meses a precipitação pluvial acumulou 1114,7 mm em 2009, 620 mm em 2010 e 836,4 mm em 2011. A média diária foi maior em 2009 (9,06 mm/dia), seguida por 2011 (6,8 mm/dia) e 2010 (5,04 mm/dia).

A intensidade da mancha-amarela variou em função do ano e do cultivar (figura 1). A severidade máxima atingiu 15,4% em 2009, 11,5% em 2010 e 16,1% em 2011. O molhamento das plantas proporcionado pelas chuvas e a reação às doenças de cada variedade foram os principais fatores a influenciar a severidade da mancha-amarela nas três safras. Pois como sendo área de rotação de culturas a intensidade de inoculo inicial é reduzida. Vale et al (2004) também mencionou que uma vez prolongado o período de ausência de cada cultura na lavoura, esse tempo será favorável para que os restos culturais sejam decompostos, conseqüentemente o inoculo inicial dos patógenos também será diminuído.

Independente do sistema de cultivo (monocultura/rotação), a ordem de severidade entre os cultivares foi a mesma. Horizonte foi o que apresentou os valores mais elevados (34,5/16,1%), seguido por Raízes (29,6/15,4%), Guamirim (25,7/11,5%), Mirante (17,9 a 21,2/6,6 a 8,8%) e Quartzzo (8,8/5,6%). As análises de regressão da severidade da mancha-amarela em função do tempo apresentaram coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,959 e somatório dos quadrados

dos resíduos de 0,000117, evidenciando a adequação do modelo matemático utilizado. As taxas de progresso de doença estimadas variaram de um mínimo de 0,06 a um máximo de 0,10 unidades/dia. Contudo, dentro de uma mesma safra, as taxas e seus intervalos de confiança se sobrepõem, não diferindo entre os cultivares nem entre os sistemas de cultivo. Entre rotação e monocultura, a severidade inicial variou de 0,22 a 1,2% em 2009, 0,1 a 0,65% em 2010 e 0,3 a 1,25% em 2011, respectivamente.

A área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD) variou significativamente em função do ano, do cultivar e do sistema de cultivo. As interações entre ano  $\times$  cultivar, ano  $\times$  sistema de cultivo e ano  $\times$  cultivar  $\times$  sistema de cultivo também foram significativas (Tabela 1), por isso os dados de AACPD são apresentados desmembrados (Tabela 2).

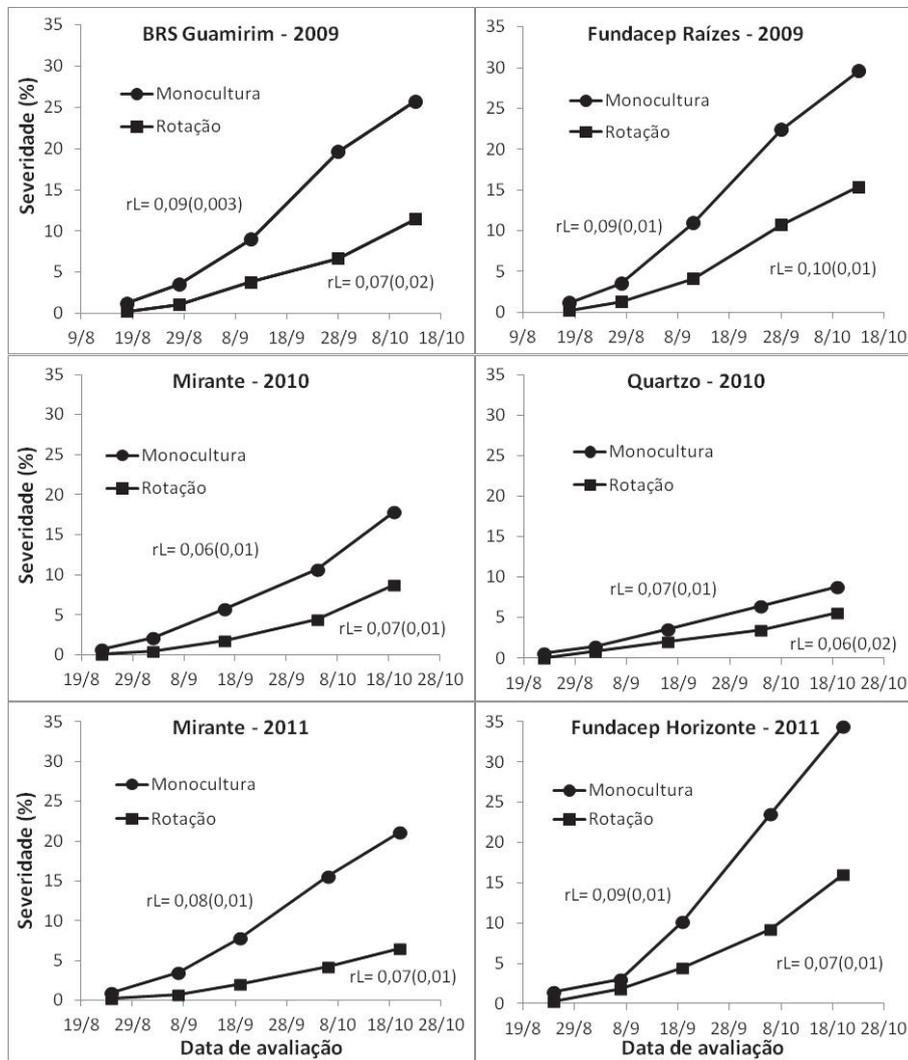


Figura 1 - Severidade da mancha-amarela do trigo em função de cultivares e anos de cultivo sob sistema de rotação com aveia. As taxas de progresso de doença ( $r$ ) foram estimadas pelo modelo logístico ( $y=1/(1+bx \exp(-r*t))$ ) e são expressas em unidades.dia<sup>-1</sup>; o valor entre parênteses ao lado da taxa indica o intervalo de confiança de 95%. Passo Fundo, RS, 2013.

Tabela 1 - Análise de variância da área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD) e do rendimento de grãos. Passo Fundo-RS, 2013

Causas variança	G.L.	AACPD		Rendimento de grãos	
		Soma dos quadrados	F calculado	Soma dos quadrados	F calculado
Ano (A)	2	658992,66	612,17**	11874812,66	215,74**
Cultivar (B)	1	39388,02	73,17**	3853333,33	140,01**
Sistema (C)	1	1567825,52	2912,85**	8779141,33	318,99**
Int. Ax B	2	173791,16	161,44**	5110200,66	92,84**
Int. Ax C	2	197824,66	183,76**	2302992,66	41,84**
Int. Bx C	1	4,68	0,01ns	341381,33	12,40**
Int. Ax Bx C	2	44001,49	40,87**	417924,66	7,59**
Tratamentos	11	2681818,22	452,95**	32679786,59	107,95**
Blocos	3	1743,72	1,07ns	77113,14	0,93ns
Resíduo	33	17762,02		908190,69	
Total	47	2701333,97		66344877,05	
C.V.		5,68%		5,67%	

Nos 12 experimentos realizados neste trabalho ficou evidente a influência do sistema de cultivo na severidade da mancha-amarela e no rendimento de grãos de trigo, porém houve influência do ambiente ao longo de cada safra. A interação sistema de cultivo x ano foi significativa para a AACPD e para o rendimento de grãos. Interação semelhante também foi obtida em outros trabalhos. Nos Estados Unidos, a rotação de trigo com sorgo diminuiu a área AACPD da mancha-amarela em 23,75% em 1990, contra 82,82% no ano seguinte (BOCKUS & CLAASSEN, 1992). No Canadá, de 1992 a 1998, os efeitos do sistema de cultivo (semeadura convencional ou direta) e da rotação de trigo com linho ou ervilha sobre doenças foliares e radiculares do trigo foram menos importantes que o promovido por variações nas condições ambientais. Contudo, a rotação influenciou positivamente o rendimento de grãos (BAILEY et

al., 2001). Portanto, ênfase especial deve ser dada à rotação nas safras de trigo com probabilidade de ambiente mais propício à mancha-amarela, especialmente chuvas frequentes.

A taxa de progresso da mancha-amarela não diferiu entre rotação e monocultura, ou seja, as epidemias uma vez iniciadas seguiram dinâmicas semelhantes. As diferenças na quantidade final de doença foram, então, explicadas pelas variações na quantidade inicial, maior na monocultura e menor sob rotação. A relação entre a densidade de inóculo em restos culturais sobre o solo e a intensidade da mancha-amarela nas folhas também foi examinada em trabalhos anteriores, nos quais houve aumento significativo da mancha-amarela quando o número de pseudotécios por metro quadrado foi superior a 2500 (1987) e 5000 (1988) (ADEE & PFENDER, 1989) ou 12.700 e 31.200 (WRIGHT & SUTTON, 1990). Contudo, ambos os trabalhos não fazem referência à taxa de progresso da doença a partir da maior ou menor quantidade de inóculo inicial disponibilizada nas parcelas experimentais.

Nos três anos e diversos cultivares utilizados, as diferenças em AACPD entre o sistema de monocultura e o de rotação foram sempre significativas (tabela 2), e independentes do número de aplicações de fungicida. A maior diferença em AACPD ocorreu no cultivar Raízes em 2009 (601,2 vs 274,1 unidades) e a menor no Quartzo em 2010 (198,5 vs 108,6 unidades). Os programas com duas ou três aplicações de fungicida apresentaram menor AACPD e diferiram da testemunha. Em quatro de oito experimentos, uma aplicação resultou em AACPD semelhante à testemunha, sendo

insuficiente para o manejo da doença. Em 11 dos 12 experimentos, três aplicações proporcionaram melhores resultados do que duas.

Tabela 2 - Área abaixo da curva de progresso de doenças para a mancha-amarela do trigo sob monocultura ou rotação, em diferentes cultivares e safras. Passo Fundo-RS, 2013

Número de aplicações	Área abaixo da curva de progresso de doença			
	2009			
	Guamirim		Raízes	
	Monocultura	Rotação	Monocultura	Rotação
0	694,4	266,7	798,7	366,8
1	615,8	239,1	733,4	330,7
2	451,7	198,7	557,1	241,5
3	320,9	105,7	315,4	157,4
Média	520,7	202,6	601,2	274,1
	DMS = 30,54 <sup>1</sup>		DMS = 31,67	
	2010			
	Mirante		Quartzo	
	Monocultura	Rotação	Monocultura	Rotação
0	433,5	175,5	250,2	144,6
1	382,3	150,8	230,1	127,4
2	301,5	96,8	187,7	95,8
3	215,5	69,0	125,9	66,6
Média	333,2	123,0	198,5	108,6
	DMS = 27,76		DMS = 20,17	
	2011			
	Mirante		Horizonte	
	Monocultura	Rotação	Monocultura	Rotação
0	555,0	153,7	803,7	258,7
1	NT <sup>2</sup>	NT	NT	NT
2	405,3	104,0	550,9	180,3
3	281,4	61,3	317,9	126,8
Média	413,9	106,3	557,5	188,6
	DMS = 22,08		DMS = 25,89	

<sup>1</sup>Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro.

<sup>2</sup>Programa de aplicações não avaliado nesta safra.

A AACPD foi maior no cultivar Horizonte, seguido pelo Raízes, Guamirim, Mirante e Quartzo. Essa ordem é parcialmente

semelhante à obtida por Ranzi (2012) em seu trabalho com avaliação de cultivares quanto à expansão de lesão pela mancha-amarela: Horizonte, Guamirim, Raízes, Mirante e Quartzo. Dada ao maior risco de doença, sugere-se que genótipos suscetíveis ou moderadamente suscetíveis sejam evitados em cultivos sob monocultura de trigo.

A aplicação de fungicidas foliares é estratégia amplamente utilizada pelos produtores para controle da mancha-amarela. Nestes experimentos, a eficácia de controle variou de 16,7% (uma aplicação) a 30,5% (duas) e 55,3% (três) sob monocultura de trigo e de 6,8% (uma) a 18,1% (duas) e 57,0% (três) em rotação. Na média, o controle químico foi mais importante na monocultura, pela maior quantidade de doença. Outros trabalhos relatam eficácia de controle entre 27,7 e 62,6% (BARROS et al., 2006), 70,2 e 97,4% (KUHNEM et al., 2009) ou 82,9 e 89,6% (NAVARINI & BALARDIN, 2012), as quais foram, em geral, maiores às obtidas em Passo Fundo. Essa eficácia maior pode estar associada a severidades menores pelas manchas foliares, as quais variaram de 3,6 a 8% no trabalho por BARROS et al. (2006), ou apresentaram AACPD máxima de 18,1 a 24,8 unidades no de Kuhnem et al., (2009).

A análise de variância para o rendimento de grãos também foi significativa para as diversas interações entre os fatores ( $p < 0,01$ ) (Tabela 1). Em 2009 e 2011, com ou sem o uso de fungicida, a produtividade do trigo foi maior no sistema de rotação (Tabela 3). Na média dos cultivares e número de aplicações, a diferença a favor da rotação foi de 779,85 kg.ha<sup>-1</sup> em 2009 e 1374,15 kg.ha<sup>-1</sup> em 2011. Em 2010 ela atingiu 256,10 kg.ha<sup>-1</sup> e não foi significativa. Duas ou três aplicações de fungicida resultaram em rendimentos maiores que o da

testemunha. Essas foram maiores no sistema de rotação, 1268,58 kg com duas aplicações e 1545,91 kg.ha<sup>-1</sup> com três, e menores na monocultura, 1087,91 e 1343, 91 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Tabela 3 - Rendimento de grãos de trigo sob monocultura ou rotação com aveia, de 2009 a 2011. Passo Fundo-RS, 2013

Número de aplicações	Rendimento de grãos (kg.ha <sup>-1</sup> )			
	2009			
	Guamirim		Raízes	
	Rotação	Monocultura	Rotação	Monocultura
0	2685	1814	2740	1786
1	3266	2407	3242	2714
2	3607	2712	3709	3051
3	3884	3010	3838	3238
Média	3360,5	2485,8	3382,3	2697,3
	DMS = 171,81 <sup>1</sup>		DMS = 183,52	
	2010			
	Mirante		Quartzo	
	Rotação	Monocultura	Rotação	Monocultura
0	3194	2766	3262	3105
1	3746	3524	3653	3387
2	4085	3891	3778	3512
3	4460	4250	4000	3694
Média	3871,3	3607,8	3673,3	3424,5
	DMS = 330,52		DMS = 204,30	
	2011			
	Mirante		Horizonte	
	Rotação	Monocultura	Rotação	Monocultura
0	3590	1817	4661	3712
1	NT <sup>2</sup>	NT	NT	NT
2	4853	3611	5401	3957
3	5117	3814	5798	4264
Média	4520,0	3080,7	5286,7	3977,7
	DMS = 216,56		DMS = 318,00	

<sup>1</sup>Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro.

<sup>2</sup>Programa de aplicações não avaliado nesta safra.

O rendimento de grãos de trigo foi maior nos cultivos sob rotação em 2009 e 2011, as duas safras com maior severidade da mancha-amarela. Em 2010, a severidade foi menor e as diferenças em rendimento de grãos não significativas. As variações na intensidade da doença foram o principal motivo das diferenças em produtividade. Contudo, rendimentos maiores sob rotação podem, também, estar relacionados a melhorias das condições biológicas, físicas e químicas do solo, como observado por SANTOS e TOMM (1999), após quatro anos de rotação de trigo com aveia branca, cevada ou ervilhaca.

O resultado econômico do cultivo de trigo (Tabela 4), na comparação entre rotação e monocultura, foi maior em 2011, seguido por 2009 e 2010. A maior diferença média (R\$592,64.ha<sup>-1</sup>) foi observada no cultivar Mirante em 2011, e a menor (R\$101,90.ha<sup>-1</sup>) no Quartzito em 2010. Considerando todos os experimentos, o retorno econômico variou de R\$159,38.ha<sup>-1</sup> com uma aplicação a R\$246,20.ha<sup>-1</sup> com duas e R\$302,49.ha<sup>-1</sup> com três. Na média dos trabalhos, o retorno econômico da testemunha sem fungicida, na rotação (R\$1398,02.ha<sup>-1</sup>), foi maior ao programa com três aplicações (R\$1358,06.ha<sup>-1</sup>) na monocultura. O maior rendimento de grãos no trigo cultivado sob rotação permitiu melhor resultado econômico, tendo variado de R\$104,89 a R\$564,89 por hectare.

Tabela 4 - Resultado econômico do cultivo de trigo sob monocultura ou rotação com aveia, de 2009 a 2011. Passo Fundo-RS, 2013

Número de aplicações	Resultado econômico (R\$.ha <sup>-1</sup> )			
	2009			
	Guamirim		Raízes	
	Rotação	Monocultura	Rotação	Monocultura
0	1118,73	755,82	1141,64	744,15
1	1281,09	930,34	1271,29	1055,69
2	1367,83	1002,38	1409,48	1140,80
3	1428,44	1071,56	1409,65	1164,66
Média	1299,02	940,03	1308,02	1026,33
2010				
	Mirante		Quartzo	
	Rotação	Monocultura	Rotação	Monocultura
0	1330,81	1152,48	1359,14	1293,72
1	1477,09	1386,44	1439,11	1330,50
2	1563,01	1483,79	1437,65	1329,04
3	1663,63	1577,88	1475,80	1350,85
Média	1508,64	1400,15	1427,93	1326,03
2011				
	Mirante		Horizonte	
	Rotação	Monocultura	Rotação	Monocultura
0	1495,80	757,07	1942,05	1546,64
1	NT <sup>2</sup>	NT	NT	NT
2	1876,60	1369,46	2100,37	1510,74
3	1931,90	1399,85	2209,97	1583,60
Média	1768,10	1175,46	2084,13	1546,99

<sup>1</sup>Considera o valor de venda do trigo a R\$ 416,66 por tonelada, o custo de uma aplicação de fungicida a R\$ 52,50 (produto + operacional) e desconta 2% de dano por amassamento pelo trator.

<sup>2</sup>Programa de aplicações não avaliado nesta safra.

#### 4 CONCLUSÕES

Em trigo, outras doenças como o oídio, a ferrugem da folha e a giberela também requerem o uso de fungicidas para seu controle. Para todas estas três é possível realizar aplicações preventivas, pois o oídio e a ferrugem tem sua fonte de inóculo em plantas de trigo voluntárias, externas à lavoura, enquanto a giberela ocorre especificamente a partir da floração. No caso das manchas foliares, aplicações foliares preventivas são difíceis de serem implementadas, uma vez que as plantas se tornam infectadas logo após a emergência, a partir do inóculo oriundo da semente ou dos restos culturais. Essa dificuldade de prevenção reforça a importância e os benefícios da rotação de culturas. Caso contrário, torna-se necessário o uso de fungicidas com maior ação curativa, como os triazóis, em aplicações já a partir do perfilhamento das plantas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEE, E. A.; PFENDER, W. F. The effect of primary inoculum level of *Pyrenophora tritici-repentis* on tan spot epidemics development in wheat. *Phytopathology*, Manhattan, v. 79, p. 873-877, 1989.

BACALTCHUK, B.; CHAVES, M. S.; LIMA, M. I. P. M., COSTAMILAN, L.; MACIEL, J. R. N.; SALVADORI, J. R.; GAMBATTO, A. Características e cuidados com algumas doenças do trigo. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 11 p. Documentos Online, 64). Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do64.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do64.htm). Acesso em 02/08/11.

BAILEY, K. L.; GOSSEN, B. D.; LAFOND, G. P.; WATSON, P. R.; DERKSEN, D. A. Effect of tillage and crop rotation on root and foliar diseases of wheat and pea in Saskatchewan from 1991 to 1998: Univariate and multivariate analyses. *Can. J. Plant Sci.*, v. 81, p. 789–803, 2001.

BALARDIN, R. S. Eficiência de Metconazole, Stratego, PE 11200, Artea, Folicur 200 CE, Propiconazole + Tebuconazole 250 CE, Horizon, JAU 6476 250 CE no controle de mancha na folha na cultivar BR 16 de trigo (*Triticum aestivum*). XXXIII REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO. Atas e resumos. Passo Fundo, 2001. P. 118.

BARROS, B. de C.; CASTRO, J. L. de; PATRICIO, F. R. A. Resposta de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) ao controle químico das principais doenças fúngicas da cultura. *Summa Phytopathologica*, Campinas, vol. 32, n. 3, p. 239-246, 2006.

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

BERGER, R. D., BERGAMIN FILHO, A., AMORIM, L. Lesion expansion as an epidemic component. *Phytopathology*, v.87, p. 1005-1013, 1997.

BOCKUS, W. W.; CLAASSEN, M. M. Effects of crop rotation and residue management practices on severity of tan spot of winter wheat. *Plant Disease*, Kansas State, v. 76, p. 633-636, 1992.

BRUM, A. L.; HECK, C. R. *A economia do trigo no Rio Grande do Sul: Breve histórico do cereal na economia do estado*. Porto Alegre, 2005. Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/fass/ojs/index.php/face/article/viewFile/263/212> Acesso em: 06 de julho 2010.

CARIGNANO, M.; STAGGENBORG, S. A.; SHROYER, J. P. Management practices to minimize tan spot in a continuous wheat rotation. *Agronomy Journal*, v. 100, p. 145-153, 2008.

CARMONA, M.; REIS, E. M.; CORTESE, P. *Manchas Foliaves Del Trigo – Mancha Amarilla, Septorios De La Hoja – Diagnóstico, Epidemiologia Y Nuevos Critérios Para El Manejo*. Basf Argentina S. A. Buenos Aires: 1999, 32 p.

CIUFFETTI, L. M.; FRANCL, L. J.; BALLANCE, G. M.; BOCKUS, W. W.; LAMARI, L.; MEINHARDT, S. W.; RASMUSSEN, J. B. Standardization of toxin nomenclature in the Pyrenophora tritici-repentis/wheat interaction. *Canadian Journal of Plant Pathology*, Ottawa, v. 20, p. 421-424, 1998.

CIUFFETTI, L. M. & TUORI, R. P. Advances in the characterization of the Pyrenophora tritici-repentis-wheat interaction. *Phytopathology*, Ottawa, n.89:v9. 1999.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Safra Grãos. Disponível em <http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=29>. Acesso em 01 de julho de 2013.

ELLIS, M. B. *Dematiaceous Hyphomycetes*. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 1971, 608 p. 2ª edição Passo Fundo- RS: Bayer S. A., 1971, 18 p.

FORCELINI, C. A. Doenças fúngicas do trigo: resgatando os princípios do controle. In: *Tecnologia de Produção para a Cultura do Trigo Atualidades Técnicas 1*. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2005, p. 55-60.

GAMBA, F. M.; LAMARI, L. Medelian inheritance of resistance to tan spot (*Pyrenophora tritici-repentis*) in selected genotypes of durum wheat (*Triticum turgidum*). *Can. J. Plant Pathology*, 20:408-414, 1998.

HOSFORD, R. M. Jr. *Tan spot of Wheat and Related Diseases* Workshop. North Dakota Agric. Exp. Station. Fargo. USA. 1982.

JAMES, C. An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage. *Canadian Plant Disease Survey*, Ottawa, v. 51, n. 2, p. 39-65, 1971.

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

LAMARI, L.; STRELKOV, S. E.; YAHYAOU, A.; ORABI, J.; SMITH, R. B. The identification of two new races of *Pyrenophora tritici-repentis* from the host center of diversity confirms a one-to-one relationship in tan spot of wheat. *Phytopathology*, Canada, v. 93, p. 391-396, 2003.

LAREZ, C. R.; HOSFORD Jr., R. M.; FREEMAN, T. P. Infection of wheat and oat by *Pyrenophora tritici-repentis* and initial characterization of resistance. *Phytopathology*. 76:931-938, 1986.

LOUGHMAN, R.; WILSON, R. E.; ROAKE, J. E.; PLATZ, G. J. REES, R. G.; ELLISON, F. W. Crop management and Breeding for Control of *Pyrenophora tritici-repentis* causing yellow spot of wheat in Australia. In: E. Duveiller, H. J. Dubin, J. Reeves & A. McNab(Eds.), *Helminthosporium Blights of Wheat: Spot Blotch and Tan Spot*, pp. 259-263. CIMMYT, Mexico, D.F. 1998

LUZ, W. C. da. Mancha bronzeada. In: OSÓRIO, E. A. *Trigo no Brasil*. Campinas: Fundação Cargil, 1982. p. 531-533.

LUZZARDI, G. C.; PIEROBOM, C. R. Estudos preliminares sobre uma possível nova espécie de *Septoria* do trigo, no Brasil. [S.l.: s.n., 1974]. 2 p. Trabalho apresentado na VI Reunião Anual Conjunta de Pesquisa de Trigo, Porto Alegre, 1974.

MANNING, V. A.; CIUFFETTI, L. M. Localization of Ptr ToxA produced by *Pyrenophora tritici-repentis* reveals protein import into wheat mesophyll cells. *Plant Cell*, Oregon, 2005. v. 17, p. 3203-3212.

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

METHA, Y. R.; IGARASHI, S.; NAZARENO, N. Um novo método para avaliar fungicidas contra doenças foliares do trigo. *Summa Phytopathologica* 4:55-66. 1978.

METHA, Y. R. Manejo integrado de enfermidades del trigo. Bolívia: Ed. Imprenta Landivar. 1993, 314 p.

MUCHOVEJ, J. J.; MUCHOVEJ, R. M. C.; RIBEIRO-NESIO, M. L. Taxonomia de *Drechslera*, *Bipolaris* e *Exserohilum*. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 13, n. 3, p. 211-223, 1988.

NAVARINI, L.; BALARDIN, R. S. Doenças foliares e o controle por fungicidas na produtividade e qualidade de grãos de trigo. *Summa Phytopathologica*, Santa Maria. v. 38, n. 4, p. 294-299, 2012.

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. C. Ensaio Preliminares e Cooperativos de Fungicidas – Resultados Obtidos no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo no Período 1988 – 1991. Passo fundo: Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1992, 28 p.

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. C.; IGNACZAK, J. C. Effect of propiconazole spraying on yields of wheat and barley in southern Brazil during 1981 to 1992. INTERNACIONAL CONGRESS OF PLANT PATHOLOGY, 6. Montreal, 1993.

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. C. Ensaio preliminares e cooperativos de fungicidas – resultados obtidos no Centro Nacional de Pesquisa de trigo no período 1985-1987. Passo Fundo: EMBRAPA CNPT, (Documentos, 6).

PRATES, L. G.; FERNADES, J. M. C. Avaliando a taxa de expansão de lesões de *Bipolaris sorokiniana* em trigo. *Fitopatologia Brasileira*, Passo Fundo, 26:185-191. 2001.

PRESTES, A. M. Evaluación de la resistencia a la septoriose del trigo en el Brasil. In: KOHLI, M.M. and VAN BEUNINGEN, L.T. (eds). Conferência regional sobre La septoriose del trigo, México, D. F. CIMMYT. 1990

PRESTES, A. M.; SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M. Práticas culturais e incidência de manchas foliares em trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 6, p. 791-797, 2002.

RANZI, C. Influência de cultivares, do ambiente e de fungicidas na expansão de lesão pela mancha-amarela do trigo. 2012. 106 p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de Passo Fundo.

REES, R. G.; PLATZ, G. J. Effects of yellow spot on wheat: REES, R. G.; PLATZ, G. J. The epidemiology of yellow spot of wheat in Southern Queensland. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, v. 31, n. 2, p. 259-267, 1980.

REES, R. G.; PLATZ, G. J. The occurrence and control of yellow spot of wheat in North-Eastern Australia. *Australian Journal Exp. Agricultural Anim. Husb.* n.19, p. 369-372, 1979.

REES, R. G.; PLATZ, G. J. Effects of yellow spot on wheat: Comparison of epidemics at different stages of crop development. *Australian Journal of Agricultural Research*, n. 34, p. 39-46, 1983.

REIS, E. M.; CASA, R. T. *Doenças dos cereais de inverno: diagnose, epidemiologia e controle*. 2.ed. Lages: Ed. Graphel, 2007. 176 p.

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.; CASA, R. T.; MEDEIROS, C. A. Diagnose, patometria e controle de doenças de cereais de inverno. Londrina: E. S. Comunicação S/C Ltda, 2001<sup>a</sup>. 94 p.

REIS, E. M. & CASA, R. T. Doenças do trigo- VI Mancha amarela da folha. Passo Fundo – RS 1996. Colaboração BAYER S.A. Produtos Fitossanitários.

REIS, E. M.; CASA, R. T. Doenças dos cereais de inverno: diagnose, epidemiologia e controle. 2. Ed. Ver. Atual. Lages: Graphel, 2007. 176vp.

REIS, E. M.; LUZ, W. C. da. Controle químico de doenças do trigo. Reunião Anual Conjunta de Pesquisa de Trigo 8. Ponta Grossa, PR. 1976.

REIS, E. M.; SANTOS, H. P. dos; LHAMBY, J. C. B.; BLUM, M. M. C. Effect of soil management and crop rotation on the control of leaf blotches of wheat in Southern Brazil. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE SIEMBRA DIRECTA, 1.; JORNADAS BINACIONALES DE CERO LABRANZA, 2., 1992 Villa Giordino. *Trabajos presentados*: Villa Giordino: Asociación Argentina de Productores em Siembra Directa/Sociedad de Conservación de Suelos-Chile/Clube Amigos da Terra-Brasil/Fundação ABC-Brasil/Asociación Uruguaya \pro Siembra Directa, 1992. P. 217-236.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; DANELLI, A. L. D. *Mancha amarela da folha*. 2. ed. Passo Fundo: Bayer, 2011. 18 p.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. Informações técnicas para trigo e triticales – safra 2012. V Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticales, Dourados, MS, 25 a 28 de julho de 2011. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 204 p. (Sistemas de Produção, 9)

SANTANA, F. M. & FRIESEN, T. L. Novas perspectivas para o controle da mancha amarela do trigo. Embrapa Trigo, 2007. Disponível em: <<http://www.paginarural.com.br/artigo/1696/novas-perspectivas-para-controle-da-mancha-amarela-do-trigo>>. Acesso em: 25 de junho 2010.

SANTOS, A. M. P. V. dos; MATSUMARA, A. T. S.; VAN DER SAND, S. T. Intraespecific genetic diversity of *Drechslera tritici-repentis* as detected by random amplified polymorphic DNA Analysis. *Genetics and Molec. Biol.* v. 25, n. 2, p. 243-250, 2000.

SANTOS, H. P.; TOMM, G. O. Rotação de culturas para trigo, após quatro anos: efeitos na fertilidade do solo em plantio direto. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 259-265, 1999.

SANTOS, P. H.; REIS, E. M.; VIEIRA, S. A.; PEREIRA, L. R. *Rotação de Culturas e Produtividade de Trigo no RS*. Passo Fundo: Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1987. 32 p.

SINGH, P. K.; MERGOUM, M.; ALI, S.; ADHIKARI, T. B.; ELIAS, E. M.; HUGUES, G. R. Identification of new sources of resistance to tan spot, *Stagonospora nodorum* blotch, and *Septoria tritici* blotch of wheat. *Crop Science*, 46, p. 2047- 2053, 2006.

VALE, F. X. R.; JUNIOR, W. C. J & ZAMBOLIM, L. *Epidemiologia* W. W.; LAMARI, L.; MEINHARDT, S. W.; RASMUSSEN, J. B. Standardization of toxin nomenclature in the *Pyrenophora tritici-repentis*/wheat interaction. *Canadian Journal of Plant Pathology*, v. 20, p. 421-424, 2004.

WIESE, M. V. Compendium of Wheat Diseases. St. Paul: *The American Phytopathological Society*, 1987. 112 p.

WILLIAMS, J. R.; JONES, D. G. Epidemiology of *Septoria tritici* and *S. nodorum*. VI. Effect of time of initial infection on disease development and grain yield in spring wheats. *Trasns.Brit. Mycol. Soc* v. 59, p. 273-283, 1972.

WRIGHT, K. H.; SUTTON, J. C. Inoculum of *Pyrenophora tritici-repentis* in relation to epidemics of tan spot of winter wheat in Ontario. *Can. J. Plant Parthol.* v. 12, p. 149-157, 1990.

ZADOKS, J. C.; SCHEIN, R. D. *Epidemiology and plant disease management*. New York: Oxford University Press, 1979. 427 p.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; COSTA, H. *Controle de doenças em plantas: hortaliças*. Viçosa, MG: Editora UFV, 2000. V. 1, 2.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, E. M. Doenças do cafeeiro (*Coffea arábica* e *Coffea canephora*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). *Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas*. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. 663 p.