

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

**DETECÇÃO DE FUNGOS EM SEMENTES,
INOCULAÇÃO EM SEMENTES, IDENTIFICAÇÃO
DE RAÇAS E CONTROLE QUÍMICO DE *Drechslera*
tritici-repentis EM TRIGO**

VICTÓRIA VIEIRA BERTAGNOLLI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Fitopatologia

Passo Fundo, março de 2015

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

**DETECÇÃO DE FUNGOS EM SEMENTES,
INOCULAÇÃO EM SEMENTES, IDENTIFICAÇÃO
DE RAÇAS E CONTROLE QUÍMICO DE *Drechslera*
tritici-repentis EM TRIGO**

VICTÓRIA VIEIRA BERTAGNOLLI

Orientadora: Prof.^a Dra. Carolina Cardoso Deuner

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Fitopatologia

Passo Fundo, março de 2015

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação.

"Detecção de fungos em sementes, inoculação em sementes, identificação de raças e controle químico de *Drechslera tritici-repentis* em trigo"

Elaborada por

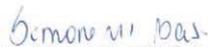
Victória Vieira Bertagnolli

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

Aprovada em: 19/03/2015
Pela Comissão Examinadora



Dra. Carolina Cardoso Deuner
Presidente da Comissão Examinadora
Orientadora



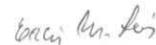
Dra. Simone Meredith Scheffer Basso
Coord. Prog. Pós-Graduação em Agronomia



Dr. André Rosa
Biotrigo



Dr. Hélio Carlos Rocha
Diretor FAMV



Dr. Erlei Melo Reis
OR Sementes

CIP – Catalogação na Publicação

B536d Bertagnolli, Victória Vieira
Detecção de fungos em sementes, inoculação em
sementes, identificação de raças e controle químico de
Drechslera tritici-repentis em trigo / Victória Vieira
Bertagnolli. – 2015.
121 f. ; 25 cm.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade
de Passo Fundo, 2015.

Orientadora: Profa. Dra. Carolina Cardoso Deuner.

1. Agronomia. 2. Trigo - Produção. 3. Trigo - Cultivo.
4. Fitopatologia. 5. Pragas - Controle. I. Deuner, Carolina
Cardoso, orientadora. II. Título.

CDU: 633.11

Catálogo: Bibliotecária Jucelei Rodrigues Domingues - CRB 10/1569

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha saúde, de espírito e do corpo, indispensável para enfrentar qualquer desafio.

À minha família, ao meu namorado e aos meus amigos, pelo apoio e carinho oferecidos durante toda a caminhada acadêmica.

À professora orientadora, Dra. Carolina Cardoso Deuner, pela sua dedicação, disponibilidade, incentivo, amizade e exemplo pessoal.

À CAPES, à UPF e ao PPGAgro, pela concessão da bolsa de estudos, pela oportunidade de realizar este curso e pela dedicação com que atendem seus pós-graduandos.

Aos meus colegas, Juliane Camera, Camila Ranzi, Rosane Tonin, Valéria Ghissi, Bianca Moura e Luciana Dall'Agnese, pela ajuda, amizade e companheirismo durante todo o curso.

À banca, Carolina Cardoso Deuner, Erlei Melo Reis e André Cunha Rosa, que sempre estiveram dispostos a ajudar na realização dos experimentos, na dissertação e nas sugestões.

Aos professores Carlos Alberto Forcelini, Norimar D'Ávila Denardin e Florindo Castoldi, por estarem sempre disponíveis a ajudar.

Aos funcionários da UPF, Cinara Cardoso, Paulo Tironi, Elaine Deuner, Lucilaine Gajardo, Patrícia Rizzardi, Danieli Gugel, pela colaboração e paciência.

Aos colaboradores e à equipe do Laboratório de Fitopatologia da UPF, em especial ao Pedro Bertagnolli Neto, Giovani Pastre, Gustavo Visintin e Mariana Biff, pela ajuda na execução dos experimentos, compreensão, amizade, dedicação e pelo esforço.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	1
ABSTRACT	2
1 INTRODUÇÃO	4
2 REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1 Considerações sobre a cultura do trigo.....	7
2.2 Doenças fúngicas na cultura do trigo.....	8
2.2.1 Fungos associados às sementes de trigo e identificação.....	9
2.3 Mancha-amarela.....	11
2.3.1 Etiologia.....	12
2.3.2 Hospedeiros.....	13
2.3.3 Ciclo da relação <i>Drechslera tritici-</i> <i>repentis/Triticum aestivum</i>	14
2.3.4 Sintomas.....	16
2.3.5 Raças de <i>Drechslera tritici-repentis</i>	17
2.3.6 Controle.....	20
2.4 Técnicas de restrição hídrica para inoculação de fungos em sementes.....	23
CAPÍTULO I	28
RESUMO	28
ABSTRACT	29
1 INTRODUÇÃO	30
2 MATERIAIS E MÉTODOS	32
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4 CONCLUSÕES	42
CAPÍTULO II	43
RESUMO	43
ABSTRACT	44
1 INTRODUÇÃO	46
2 MATERIAIS E MÉTODOS	48

2.1 Preparo dos meios de cultura com diferentes potenciais hídricos.....	48
2.2 Crescimento micelial de <i>Drechslera tritici-repentis</i> em BDA osmoticamente modificado com manitol.....	49
2.3 Tempo de exposição das sementes de trigo à <i>Drechslera tritici-repentis</i> para início do processo germinativo em BDA osmoticamente modificado com manitol.....	50
2.4 Inoculação das sementes de trigo com <i>Drechslera tritici-repentis</i> em BDA osmoticamente modificado com manitol.....	51
2.4.1 Germinação de sementes de trigo em substrato de papel.....	51
2.4.2 Emergência de plântulas de trigo em solo.....	52
2.4.3 Análise sanitária de sementes de trigo.....	52
2.5 Análise estatística.....	53
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
4 CONCLUSÕES.....	61
CAPÍTULO III.....	62
RESUMO.....	62
ABSTRACT.....	63
1 INTRODUÇÃO.....	64
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	66
2.1 Obtenção dos isolados de <i>Drechslera tritici-repentis</i> ..	66
2.2 Esporulação dos isolados de <i>Drechslera tritici-repentis</i>	67
2.3 Isolamento monospórico de <i>Drechslera tritici-repentis</i>	68
2.4 Produção de inóculo de <i>Drechslera tritici-repentis</i>	68
2.5 Inoculação de <i>Drechslera tritici-repentis</i>	69
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	72
4 CONCLUSÕES.....	77
CAPÍTULO IV.....	78
RESUMO.....	78
ABSTRACT.....	79
1 INTRODUÇÃO.....	81
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	82

2.1 Avaliações	86
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	89
4 CONCLUSÕES	100
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I - Fungos associados às sementes de trigo

Tabela		Página
1	Incidência de fungos em lotes de sementes de trigo, safra 2012, nas regiões de VCU I e II no Rio Grande do Sul. UPF, Passo Fundo, 2014....	34
2	Incidência de fungos em sementes de trigo produzidas na região de adaptação I do RS, safra 2012. UPF, Passo Fundo/RS, 2013.....	35
3	Incidência de fungos em sementes de trigo produzidas na região de adaptação II do RS, safra 2012. UPF, Passo Fundo/RS, 2013.....	36
4	Pragas não quarentenárias regulamentadas (PNQR) potenciais do trigo e seus respectivos níveis de tolerância, aprovados pelo GTPSS.....	37

CAPÍTULO III - Identificação de raças de *Drechslera tritici-repentis*

Tabela		Página
1	Origem dos isolados de <i>Drechslera tritici-repentis</i> obtidos de folhas e sementes, coletados no RS e PR. UPF, Passo Fundo, RS, 2014.....	65
2	Reação do conjunto diferencial padrão de genótipos de trigo para oito raças de <i>Drechslera tritici-repentis</i>	66
3	Frequência das raças de <i>Drechslera tritici-repentis</i> sobre <i>Triticum aestivum</i> coletados no RS e PR. UPF, Passo Fundo, RS, 2014.....	67
4	Raças dos isolados de <i>Drechslera tritici-repentis</i> obtidos de folhas e sementes, coletados no RS e PR, nas safras 2012, 2013 e 2014. UPF, Passo Fundo, RS, 2014.....	68

CAPÍTULO IV - Desempenho de fungicidas para o controle da mancha-amarela na cultura do trigo

Tabela		Página
1	Ingrediente ativo, produto comercial e dose dos fungicidas utilizados nos tratamentos para o controle de mancha-amarela no trigo, cv. TBio Pioneiro, safra 2013. UPF, Passo Fundo, RS, 2013.....	76
2	Tratamentos para controle de mancha-amarela na cultura do trigo, cv. TBio Pioneiro, safra 2013. UPF, Passo Fundo, RS, 2013.....	77
3	Ingrediente ativo, produto comercial e dose dos fungicidas utilizados nos tratamentos para o controle de mancha-amarela no trigo, cv. OR/Biotrigo Mirante, safra 2014. UPF, Passo Fundo, RS, 2014.....	78
4	Tratamentos para controle de mancha-amarela na cultura do trigo, cv. OR/Biotrigo Mirante, safra 2014. UPF, Passo Fundo, RS, 2014.....	79
5	Severidade, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e eficiência de controle (EC) de <i>Drechslera tritici-repentis</i> , safra 2013, cv. TBio Pioneiro. UPF, Passo Fundo, RS, 2013.....	83
6	Rendimento, rendimento relativo (RR), peso hectolitro (PH) e peso de 1000 sementes (PMS), safra 2013, cv. TBio Pioneiro. UPF, Passo Fundo, RS, 2014.....	85
7	Severidade, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e eficiência de controle (EC) de <i>Drechslera tritici-repentis</i> , safra 2014, cv. OR/Biotrigo Mirante. UPF, Passo Fundo, RS, 2014.....	88
8	Rendimento, rendimento relativo (RR), peso hectolitro (PH) e peso de 1000 sementes (PMS), safra 2014, cv. OR/Biotrigo Mirante. UPF, Passo Fundo, RS, 2014.....	91

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1	Ciclo da mancha-amarela do trigo, causada por <i>Drechslera tritici-repentis</i>
	14

CAPÍTULO I - Fungos associados às sementes de trigo

Figura	Página
1	Regiões de adaptação para trigo no Brasil (CUNHA et al., 2006).....
	31

CAPÍTULO II - Uso da restrição hídrica na inoculação de *Drechslera tritici-repentis*

Figura	Página
1	ICM de <i>Drechslera tritici-repentis</i> sobre meio BDA com diferentes potenciais hídricos. UPF, Passo Fundo/RS, 2014.....
	51
2	Tempo para início da germinação de sementes de trigo em meio BDA com diferentes potenciais hídricos. UPF, Passo Fundo/RS, 2014.....
	52
3	Germinação de plântulas normais em substrato de papel, após inoculação com <i>Drechslera tritici-repentis</i> em diferentes potenciais hídricos do meio BDA, associado aos tempos de inoculação de 24, 48 e 72 horas. UPF, Passo Fundo/RS, 2014.....
	54
4	Porcentagem de plântulas normais emergidas em solo, após inoculação com <i>Drechslera tritici-repentis</i> em diferentes potenciais hídricos do meio BDA, associado aos tempos de inoculação de 24, 48 e 72 horas. UPF, Passo Fundo/RS, 2014.....
	55
5	Porcentagem de infecção de sementes com <i>Drechslera tritici-repentis</i> , após inoculação em diferentes potenciais hídricos do meio BDA, nos tempos de inoculação de 24, 48 e 72 horas. UPF, Passo Fundo/RS, 2014.....
	56

CAPÍTULO III - Identificação de raças de *Drechslera tritici-repentis*

Figura		Página
1	Escala de severidade para lesões causadas por <i>Drechslera tritici-repentis</i>	66

CAPÍTULO IV - Desempenho de fungicidas para o controle da mancha-amarela na cultura do trigo

Figura		Página
1	Progresso da doença mancha-amarela da folha do trigo na cultivar TBio Pioneiro, safra 2013, durante as quatro épocas de avaliações da severidade na cultura. UPF, Passo Fundo, RS, 2014.....	84
2	Progresso da doença mancha-amarela da folha do trigo sobre a cultivar OR/Biotrigo Mirante, safra 2014, durante as quatro épocas de avaliação da severidade na cultura. UPF, Passo Fundo, RS, 2014.	89

**DETECÇÃO DE FUNGOS EM SEMENTES, INOCULAÇÃO
EM SEMENTES, IDENTIFICAÇÃO DE RAÇAS E CONTROLE
QUÍMICO DE *Drechslera tritici-repentis* EM TRIGO**

VICTÓRIA VIEIRA BERTAGNOLLI¹

RESUMO – A mancha-amarela é uma das principais doenças da cultura do trigo no sul do Brasil, responsável por perdas e danos significativos na cultura. Levando em conta a importância da doença, os objetivos deste trabalho foram: i) identificar e quantificar fungos associados às sementes de trigo; ii) determinar as condições necessárias para inoculação artificial de *Drechslera tritici-repentis* em sementes de trigo; iii) identificar as raças do fungo *D. tritici-repentis* isolados de folhas e sementes de trigo coletados no Rio Grande do Sul e Paraná; e iv) verificar a eficiência agronômica de fungicidas para o controle da mancha-amarela do trigo. Os experimentos foram conduzidos em laboratório, em câmaras climatizadas e em área experimental. Foram identificados sete gêneros de fungos nas regiões tritícolas de Valor de Cultivo e Uso (VCU) I (fria/úmida/alta) e II (moderadamente quente/úmida/baixa), sendo eles, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Bipolaris*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Penicillium* e *Stagonospora*. *Drechslera* foi o patógeno de importância econômica conhecida mais presente nas sementes de trigo do RS. A região de VCU I apresentou maior incidência dos gêneros *Bipolaris* e *Fusarium* comparado à região de

¹ Agrônoma, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração Fitopatologia.

VCU II. Em relação à inoculação de fungos em sementes, o potencial hídrico de -0,6 MPa com tempo de inoculação de 24 horas favoreceu a infecção do fungo nas sementes de trigo, sem prejudicar a germinação e emergência de plântulas. No experimento de identificação de raças, foram encontradas as raças 1, 2, 4 e 7 do fungo, sendo a raça 4 encontrada em maior frequência (56,25%), seguida pela raça 2 (18,75%) e pela 7 (18,75%), e, em menor frequência a raça 1 (6,25%). É a primeira vez que se relata a presença das raças 4 e 7 no Brasil. Durante a safra 2013, a adição de propiconazol à mistura trifloxistrobina + protioconazol proporcionou maior eficiência de controle. Em relação à safra de trigo 2014, a adição do fungicida protetor (iprodiona ou mancozebe) à mistura (triazol + estrobilurina), proporcionou eficiência de controle igual ou superior a 70%.

Palavras-chave: fungicidas, mancha-amarela, raças, *Triticum aestivum*.

DETECTION OF FUNGI IN SEEDS, INOCULATION IN SEEDS, IDENTIFICATION OF RACES AND CHEMICAL CONTROL OF *Drechslera tritici-repentis* IN WHEAT

ABSTRACT – Tan spot of wheat is one of the main diseases in southern Brazil, accounting for losses and significant crop damage. Considering the importance of the disease, the objectives of this work were: i) identify and quantify the fungi associated to wheat seeds, ii) determine the best conditions for artificial inoculation *Drechslera tritici-repentis* in wheat seeds, iii) identify the races of the fungus *D.*

tritici-repentis isolated from leaves and wheat seeds collected in Rio Grande do Sul and Paraná and iv) verify the efficacy of fungicides for the control of wheat yellow spot. The experiments were carried out in the laboratory, growth chambers and in field experimental area. Seven genera of fungi were identified in wheat regions of Cultivation and Use Value (CUV) I (cold / wet / high) and II (moderately hot / wet / low), being these *Alternaria*, *Aspergillus*, *Bipolaris*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Penicillium* and *Stagonospora*. *Drechslera* was the economically important known pathogen more present in wheat seeds in RS. The CUV I region showed a higher incidence of *Bipolaris* and *Fusarium* compared to CUV II region. Regarding inoculation of the fungus in seeds, the water potential of -0.6 MPa under 24 hours inoculation time favored the fungus infection in wheat seeds without harming the germination and seedling emergence. In the race identification experiment were found races 1, 2, 4 and 7 of the fungus, and the race 4 has been found at higher frequency (56.25%), followed by race 2 (18.75%), 7 (18.75%), and 1 (6,25%). This is the first report of the presence of races 4 and 7 in Brazil. During the 2013 season, adding propiconazole to the trifloxystrobin + prothioconazole mixture provided the greatest control efficiency. Regarding the wheat crop in 2014, the addition of protectant fungicides (mancozeb or iprodione) to the mixture (triazole + strobilurin) was able to raise the control efficacy to more than 70%. All fungicide treatments were statistically higher than the control for yield, but not different from one another.

Keywords: fungicides, yellow spot, races, *Triticum aestivum*.

1 INTRODUÇÃO

Os registros sobre o surgimento do trigo (*Triticum* spp.) datam de antes de Cristo (BRUM & HECK, 2005). Esse cereal foi um dos mais importantes para alimentação humana na Pérsia antiga, na Grécia e no Egito, sendo originário de regiões montanhosas do sudoeste da Ásia (Irã, Iraque e Turquia). Desempenhou importante papel no desenvolvimento das civilizações e tem sido o grão preferencial para alimento nos países desenvolvidos (EMBRAPA SOJA, s.d.).

Tanto a Argentina quanto o Brasil passaram a registrar seus primeiros cultivos de trigo durante a primeira metade do século XVI (BRUM et al., 2004). 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 pioneiro na produção de trigo em escala comercial e industrial (BRUM & HECK, 2005).

Segundo Reis et al. (2001), condições climáticas como precipitação abundante e dias encobertos favorecem o aparecimento de doenças na cultura do trigo. Entre as doenças que acometem a cultura, a mancha-amarela, causada por *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoemaker, é uma das principais doenças nas regiões frias do sul do Brasil (SANTANA & FRIESEN, 2007). Além disso, a doença é favorecida pelo uso de cultivares suscetíveis e pelo uso do plantio direto associado à monocultura do trigo (JØRGENSEN & OLSEN, 2007).

Considerando que a mancha-amarela apresenta grande importância econômica e pode causar redução na produtividade de até 50% (REES et al., 1981), estudos sobre a predominância do patógeno em sementes, sobre técnicas de inoculação, sobre as raças presentes e

controle químico de mancha-amarela devem ser realizados, a fim de disponibilizar para a pesquisa, para instituições e agricultores, informações que ajudem a reduzir epidemias, danos e perdas no sistema de produção do trigo, e, além disso, contribuir com o melhoramento genético para a produção de cultivares com maior resistência à mancha-amarela.

A identificação dos fungos em sementes possibilita detectar os principais patógenos associados e a quantidade de inóculo presente nas sementes produzidas em diferentes regiões, além de permitir identificar os fatores ambientais favoráveis à ocorrência dos patógenos. A inoculação de fungos em sementes de trigo, através de técnicas que permitem o seu uso posterior, possibilita o estudo de fatores relacionados à transmissão de *D. tritici-repentis* e obtenção de amostras de sementes altamente infectados em curto período de tempo. A identificação de raças de *D. tritici-repentis* é uma ferramenta importante para programas de melhoramento genético de trigo, possibilitando que se conheçam as raças presentes do patógeno em áreas tritícolas brasileiras e desenvolvam cultivares com resistência, para que o cultivo do trigo seja mais sustentável, através do menor custo de produção, e menor risco ambiental. E, por fim, o conhecimento sobre o desempenho do controle químico, através de diferentes fungicidas, é essencial para controlar a mancha-amarela em situações de monocultura do trigo, plantio direto, presença de inóculo nas sementes e uso de cultivares suscetíveis.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo identificar e quantificar fungos associados às sementes de trigo, determinar as melhores condições para inoculação artificial de *D.*

tritici-repentis em sementes de trigo, identificar, por avaliação fenotípica, as raças do fungo *D. tritici-repentis* através de isolados de folhas e sementes de trigo coletados no Rio Grande do Sul e Paraná, e verificar a eficiência agronômica de fungicidas para o controle da mancha-amarela do trigo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Considerações sobre a cultura do trigo

O trigo é o terceiro cereal mais produzido no mundo, com significativa importância na alimentação humana e na economia agrícola global, situando-se atrás apenas do milho e do arroz irrigado (FAO, 2013). Segundo dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) (2012), a China é o principal país produtor de trigo, tendo alcançado, em 2012, a produção de 121.023 mil toneladas, seguido pela Índia (94.880 mil toneladas) e pelos Estados Unidos (61.677,3 mil toneladas).

O Brasil, em 2010, ocupou o 20º lugar em nível mundial de produção de trigo (FAO, 2012). A produção do país nas últimas seis safras tem sido, em média, de 5,7 milhões de toneladas, enquanto o consumo chega a 10,7 milhões de toneladas (CONAB, 2014). Até setembro de 2014, o Brasil havia importado 4,6 milhões de toneladas, tendo os EUA respondido pela maior parte (2 milhões de toneladas exportadas para o Brasil) desse montante, seguidos da Argentina (1,4 milhão t), do Uruguai (890 mil t) e do Canadá (230 mil t) (GLOBO RURAL, 2014). Dentro desse contexto, a Conab (2012) descreve que o país possui uma imensa capacidade para produzir trigo, sem exigir a incorporação de novas áreas ainda não cultivadas com grãos, com potencial para reduzir a importação de trigo de países vizinhos.

O cereal é cultivado nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país. A região Sul do Brasil, que abrange os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, foi responsável por

aproximadamente 95% da produção brasileira de trigo na safra 2013. Nessa safra, o Rio Grande do Sul foi o principal produtor de trigo, com 3.178,4 mil toneladas em 1.038,7 mil hectares cultivados, seguido pelo estado do Paraná, com 1.842,6 mil toneladas em 992,8 mil hectares cultivados (CONAB, 2014).

2.2 Doenças fúngicas na cultura do trigo

A incidência de doenças em cereais é fator limitante do potencial produtivo (BOCALTCHUK et al., 2006). Dentre os componentes necessários para o aparecimento e o desenvolvimento de uma doença (hospedeiro suscetível, agente patogênico e ambiente favorável), o ambiente é o fator mais limitante e responsável por regular o desenvolvimento das epidemias (BEDENDO & AMORIN, 2011). No Sul do Brasil, uma das dificuldades encontradas pelos agricultores para produzir trigo é o excesso de chuva e o acúmulo de dias encobertos, favoráveis à ocorrência e ao aumento da intensidade de doenças (REIS et al., 2001). Nesse sentido, o trigo, como outras culturas de interesse econômico, é acometido por diversas doenças que afetam o seu desenvolvimento, comprometendo a produtividade e a qualidade dos grãos.

Dentre as doenças da parte aérea mais importantes para a cultura do trigo no Brasil, destacam-se o oídio, causado por *Oidium monilioides* (Nees) Link, as ferrugens da folha e do colmo, causadas por *Puccinia triticina* Erikss. e *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* Erikss. & Henning, respectivamente, a mancha da gluma, causada por *Stagonospora nodorum* (Berk.) E. Castell. & Germano, a mancha

marrom, causada por *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker, a mancha-amarela, causada por *D. tritici-repentis*, e a giberela, causada por *Fusarium graminearum* (Schwabe) (PICININI & FERNANDES, 2000). Os maiores danos e perdas causados 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 (REIS & CASA, 2007).

2.2.1 Fungos associados às sementes de trigo e sua identificação

Plantas cultivadas em condições naturais podem ser atacadas por agentes patogênicos e, assim, produzir sementes como fonte de inóculo primário (DHINGRA, 1985). Os fungos englobam o maior número de espécies associadas às sementes, seguido pelas bactérias, com um número expressivo de representantes e os vírus e nematoides, em menor número (BRASIL, 2009).

Nos estados do Mato Grosso e de Minas Gerais, os patógenos de maior importância em sementes para a cultura do trigo são *B. sorokiniana*, *F. graminearum* e *Pyricularia grisea* (Sacc.) Sacc. (KOBAYASTI & PIRES, 2011; GOMES et al. 2012). Já no Sul do Brasil os principais fungos encontrados em sementes são os que causam a mancha-amarela (*D. tritici-repentis*), a mancha marrom (*B. sorokiniana*) e a podridão radicular (*Fusarium* spp., *B. sorokiniana*) (REIS & CASA, 1998). Danelli et al. (2012) acrescentam ainda os fungos *D. siccas* (Drechsler) Shoemaker e *S. nodorum*, como importantes patógenos causadores de manchas foliares.

A detecção de organismos patogênicos em lotes de sementes é uma das mais importantes ferramentas no manejo fitossanitário de doenças. Os resultados dos testes empregados para esse fim podem indicar a ausência de patógenos, ou ainda, caso o patógeno esteja presente, sua incidência nas sementes. Dessa forma, deveria se evitar a entrada de patógenos em regiões onde eles ainda não existem, evitar a disseminação de patógenos para áreas adjacentes e auxiliar na aplicação de tratamento apropriado para lotes de sementes infectados (BARROCAS & MACHADO, 2010). Além disso, podem indicar a predominância de determinados patógenos em determinadas regiões, bem como a predominância de patógenos por cultivar. Lago et al. (2012) mostraram que há diferenças na sanidade de sementes de sorgo em híbridos distintos, e Gomes et al. (2012) também mostraram que sementes de diferentes linhagens e cultivares de trigo diferem quanto a qualidade sanitária.

Os métodos utilizados para detecção de fungos em sementes baseiam-se em diferentes aspectos. Podem ser feitos por meio da análise visual da amostra e da fração impura, do exame microscópico da suspensão proveniente da lavagem de sementes, exame de embriões, incubação em meios de cultura padronizados ou meios semi-seletivos, ou ainda, por incubação em substrato de papel filtro (BARROCAS & MACHADO, 2010). Nesse sentido, o método do plaqueamento de sementes em meio batata-dextrose-ágar (BDA) descrito por BRASIL (2009) é eficaz, pois o meio de cultura utilizado é considerado universal, suportando o crescimento da maioria dos fungos (ZAUZA et al., 2007), e permite a visualização das estruturas com grande facilidade.

2.3 Mancha-amarela

A mancha-amarela ocorre nas principais áreas de cultivo de trigo no mundo (STRELKOV & LAMARI 2003), sendo considerada uma doença de grande importância, e de grande impacto econômico (CIUFFETTI & TUORI,1999).

Detectado pela primeira vez em 1940 no Estado de Nova York, e em 1947 no Kansas (CIUFFETTI, & TUORI,1999), a mancha-amarela começou a ter importância apenas em 1982 na América Latina (KOHLI et al., 1992). A doença foi favorecida por mudanças na virulência do patógeno, pela adoção de plantio direto com práticas conservacionistas de solo e pela introdução de cultivares suscetíveis (ALI & FRANCL, 2003). Atualmente, a mancha-amarela ocorre principalmente nas regiões frias do Sul do Brasil (SANTANA & FRIESEN, 2007).

As doenças foliares são responsáveis pela redução da capacidade fotossintética das plantas, o que implica em menor desenvolvimento vegetativo, redução no rendimento e qualidade dos produtos (BEDENDO, 2011). A redução da produtividade devido à mancha-amarela está ligada à redução no enchimento de grãos, no peso de grãos, no tamanho de grãos, e no número de grãos por espiga (De WOLF et al., 1998; SHABEER & BOCKUS, 1988). Sendo assim, os danos são variáveis, dependendo da suscetibilidade do cultivar, do manejo cultural e do ano de ocorrência. No Estado do Kansas, a mancha-amarela causa redução na produtividade em média de quase 2% por ano, porém, em determinados locais, danos de 25% ou mais são

relatados (De WOLF, 2008). Em cultivares suscetíveis, danos de até 50% já foram observados (REES et al., 1981).

2.3.1 Etiologia

O fungo *D. tritici-repentis* apresenta como sinônimos *Helminthosporium tritici-repentis* Died. e *Helminthosporium tritici-vulgaris* Y. Nisik. na forma assexual. Na forma sexual, o patógeno é denominado *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler, e apresenta como sinônimo *Pleospora tritici-repentis* Died., pertencente ao filo Ascomycota, classe Dothideomycetes, sub-classe Pleosporomycetidae, ordem Pleosporales e família Pleosporaceae.

Sobre restos culturais de trigo, são encontrados pseudotécios negros, com setas longas, diâmetro entre 200-350 µm, apresentando as vezes rostro. Os ascósporos são ovais a globosos, pardo-amarelados, medindo 18- 28 x 45-70 µm. Apresentam três septos transversais com leve constrição. As células medianas apresentam 1 a 2 septos longitudinais (WIESE, 1977).

Durante a fase assexual, o patógeno produz conidióforos simples ou agrupados de 2-3, eretos ou flexuosos, algumas vezes geniculados, cilíndricos ou ligeiramente afilados, frequentemente dilatados na base, medindo 7-8 x 100-300 µm (WIESE, 1987) ou 6-12 x 250-400 µm (ELLIS, 1971). Sobre os conidióforos, são produzidos conídios solitários, cilíndricos, retos ou ligeiramente curvados, arredondados no ápice, e com a base em formato cônico, conhecida como cabeça de cobra. Apresentam coloração sub-hialina a ligeira coloração palha, parede delgada, 12-21 x 45-200 µm, 4 a 7

pseudoseptos (WIESE, 1987) ou 14-20 (17,7) x 80-250 (117) μm e 1-9 pseudoseptos (ELLIS, 1971). Para a produção *in vitro* de inóculo de *D. tritici-repentis*, Khan (1971) e Raymond *et al.* (1985) relataram que os conidióforos são formados em períodos de exposição da colônia à luz, enquanto os conídios são formados durante períodos de exposição da colônia ao escuro.

Em estudos recentes, Tonin *et al.* (2013) e Danelli *et al.* (2011) relataram a presença de *D. siccans* causando lesões em folhas de trigo. Tonin e Reis (2009) relacionaram *D. siccans* como agente causal da mancha-amarela do trigo, juntamente com *D. tritici-repentis*.

2.3.2 Hospedeiros

De acordo com Hosford (1982), os principais hospedeiros para *D. tritici-repentis* são o trigo (*Triticum* spp.), o centeio (*Secale cereale* L.), e o triticales (x *Triticosecale* Wittmack). No entanto, o patógeno também apresenta hospedeiros como *Agropyron desertorum* (Fisch. Ex Link) Schult., *Agropyron fragile* Candargy subsp. *sibiricum* Willd., *Andropogon gerardii* var. *paucipilus* (Nash) Fern., *Andropogon gerardii* Vitm., *Bromus biebersteinii* Roem. & Schult., *Bromus inermis* Leyss., *Critesium jubatum* (L.) Nevski, *Dactylis glomerata* L., *Elymus canadensis* L., *Elymus lanceolatus* (Scribn. & Smith), *Festuca ovina* L., *Koeleria pyramidata* (Lam.) P. Beauv., *Leymus angustus* (Trin.) Pilg., *Leymus cinereus* (Scribn. & Merr.) A. Love, *Leymus racemosus* (Lam.) Tsvelev, *Leymus triticoides* (Buckley) Pilg., *Pascopyrum smithii* (Rydb.) A. Love, *Phalaris arundinacea* L., *Psathyrostachys juncea* (Fisch.) Nevski, *Schizachyrium scoparium* (Michx.) Nash, *Setaria*

viridis (L.) P. Beauv., *Stipa comata* Trin. & Rupr., *Stipa viridula* Trin., *Thinopyrum intermedium* (Host) Barkw. & D. R. Dewey subsp. *Intermedium* e *Thinopyrum ponticum* (Podp.) Barkw. & D. R. Dewey (KRUPINSKY, 1992b).

2.3.3 Ciclo da relação *Drechslera tritici-repentis* / *Triticum aestivum*

O patógeno é capaz de sobreviver entre as estações de cultivo e nas sementes infectadas, nos restos culturais e em gramíneas hospedeiras (De WOLF et al., 1998). No entanto, são as sementes infectadas e os restos culturais as principais fontes de inóculo primário para os fungos causadores de manchas foliares em trigo (REIS et al., 1992) (Figura 1).

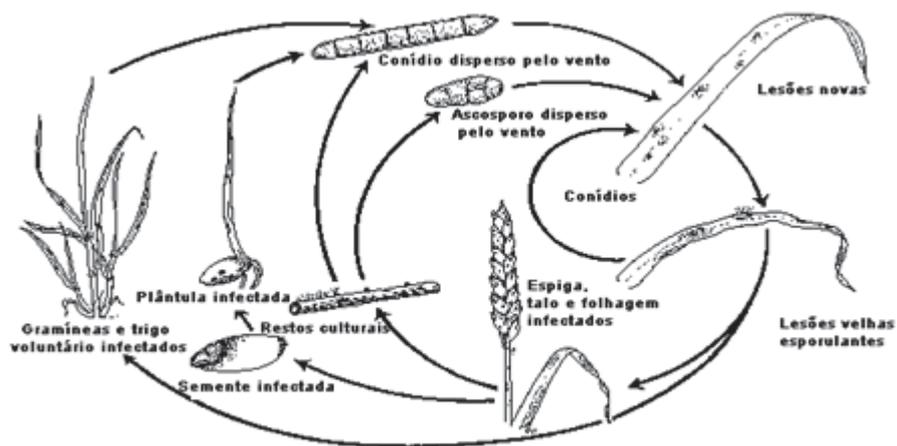


Figura 1 - Ciclo da mancha-amarela do trigo, causada por *D. tritici-repentis* (SCHILDER, s. d.).

Segundo Luttrell (1974) e Parbery (1996), os patógenos podem ser classificados de acordo com os requerimentos nutricionais estabelecidos com o hospedeiro. Sendo assim, patógenos necrotróficos, como *D. tritici-repentis*, são caracterizados por terem como fonte de nutrientes tecidos mortos. Quando um ascósporo ou um conídio de *D. tritici-repentis* permanece sobre a folha de uma cultivar suscetível de trigo, na presença de água livre, ocorre a germinação, formando o tubo germinativo. O tubo germinativo produz o apressório e, após, o tubo de penetração, o qual entra nas células da epiderme de forma direta ou através dos estômatos, formando a vesícula (LOUGHMAN & DEVERALL, 1986). No processo de colonização, o micélio invade as células e extrai nutrientes, determinando-lhes a morte pela ação parasitária e produção de toxinas (REIS & CASA, 1996).

Os pseudotécios se desenvolvem sobre restos culturais de trigo que ficam no solo entre safras. Sob condições favoráveis, os ascósporos são liberados dos pseudotécios maduros, causando infecções primárias sobre folhas de trigo. A liberação dos ascósporos é favorecida pela chuva, pela alta humidade relativa e por temperaturas acima de 10 °C (WEGULO, 2011).

Os conídios são produzidos em lesões maduras nas folhas de trigo, sendo considerados fonte de inóculo secundário. No entanto, também podem se desenvolver sobre restos culturais e desempenhar a função de inóculo primário. Os conídios são produzidos em grande quantidade, e por serem leves, diferindo dos ascósporos, são dispersados pelo vento, tendo uma importância epidemiológica superior aos ascósporos (WEGULO, 2011).

O desenvolvimento da doença é favorecido na faixa de temperatura de 18° a 28 °C, associado ao período de molhamento foliar superior a 30 horas (BACALTCHUCK et al., 2006).

2. 3.4 Sintomas

D. tritici-repentis penetra diretamente ou através do estômato nas células da epiderme a partir do apressório que desenvolve o tubo de penetração, e este se expande para formar a vesícula. Assim, ocorre o desenvolvimento das hifas secundárias a partir da vesícula, as quais invadem o mesófilo foliar intercelularmente (LAREZ et al., 1986). Dessa forma, com o estabelecimento das relações parasitárias estáveis, tem início o processo infeccioso e o aparecimento dos primeiros sintomas.

Os sintomas iniciais da mancha-amarela são pequenos pontos marrons escuros, que se expandem e se tornam elípticos ou em formato de diamante, com presença de halo amarelado. Normalmente, há um ponto marrom escuro no centro das lesões. As lesões frequentemente coalescem umas com as outras ao aumentar de tamanho, resultando em grande quantidade de tecido afetado (DE WOLF, 2008; HOSFORD, 1971; HOSFORD 1982). Nas folhas do terço inferior da planta, o patógeno inicia a infecção, e, após, se dissemina para as folhas superiores com o progresso da doença. As lesões aumentam com o desenvolvimento da planta, sendo que em plântulas são tipicamente menores. Em condições climáticas favoráveis à doença, na presença de esporulação abundante, o patógeno pode infectar os grãos de trigo, e o sintoma é conhecido como “red smudge”

(WEGULO et al., 2012), ou seja, o grão apresenta descoloração com manchas avermelhadas.

2.3.5 Estrutura de raças de *Drechslera tritici-repentis*

Em condições controladas, o fungo *D. tritici-repentis* ao desenvolver lesões sobre o conjunto diferencial de genótipos de trigo, descrito por Lamari et al. (1995, 2003), Strelkov et al. (2002), Ali & Francl (2003) e Andrie et al. (2007), causa dois sintomas fenotipicamente distintos e independentes, classificados como necrose (lesão bem definida, com coloração bronzeada) e clorose extensiva (lesões menos definidas com descoloração gradual amarelada) (LAMARI & BERNIER, 1989b).

Lamari & Bernier (1989c) mostraram que o desenvolvimento dos sintomas de necrose e clorose em plantas de trigo atacadas por *D. tritici-repentis* depende de interações específicas entre isolados do fungo e genótipos de trigo. Dessa forma, o reconhecimento de sintomas independentes (necrose e clorose) sobre genótipos conhecidos de trigo, proporcionou a base de um sistema de classificação da doença.

Visando classificar as reações no hospedeiro de *D. tritici-repentis*, Lamari & Bernier (1989a) inicialmente sugeriram um sistema de classificação baseado no tipo de lesão. A partir disso, com base na habilidade do isolado para induzir clorose ou necrose sobre um conjunto diferencial de genótipos de trigo, Lamari & Bernier (1989b) sugeriram um sistema de classificação da doença que separava os isolados em quatro patótipos. Eles identificaram isolados que causavam

necrose e clorose (necrose+clorose+, patótipo 1), somente necrose (necrose+clorose-, patótipo 2), somente clorose (necrose-clorose+, patótipo 3), e aqueles que não causavam nenhum sintoma fenotípico (necrose-clorose-, patótipo 4, avirulento). Mais tarde, através de isolados vindos da Argélia, foi possível descrever um sistema de classificação de raças baseado na indução dos sintomas de necrose ou clorose sobre um conjunto diferencial de linhagens/cultivares de trigo, incluindo Glenlea, 6B-365, 6B-662 e Salamouni (LAMARI et al., 1995). Após, através do estudo de novos isolados de *D. tritici-repentis*, foram adicionadas ao sistema de classificação a raça 6 (STRELKOV et al., 2002) e as raças 7 e 8 (LAMARI et al., 2003).

O sistema de classificação de raças criado por Lamari & Bernier (1995) pode incluir qualquer número de raças, e é limitado somente pela singularidade e número de cultivares/linhagens de trigo utilizadas (LAMARI et al., 2003). Por enquanto, no mundo, oito raças de *D. tritici-repentis* foram caracterizadas de acordo com o tipo de toxina que produzem e habilidade de causar clorose ou necrose sobre o conjunto diferencial de genótipos de trigo (LAMARI et al., 2003). Os padrões de virulência das raças de *D. tritici-repentis* têm sido estudados, sendo que cada interação compatível entre um isolado com sua correspondente cultivar hospedeira suscetível é mediada por uma toxina seletiva do hospedeiro (STRELKOV & LAMARI, 2003).

Tomas & Bockus (1987) foram os primeiros a relatar a ocorrência de compostos tóxicos que induzem os sintomas típicos da mancha-amarela. O fungo produz diferentes toxinas, específicas e não específicas ao hospedeiro, as quais têm sido associadas com os sintomas de clorose e necrose sobre cultivares suscetíveis de trigo. Três toxinas

de *D. tritici-repentis* foram identificadas e caracterizadas, sendo elas Ptr ToxA, Ptr ToxB, e Ptr ToxC. Ptr ToxA é uma toxina protéica que induz necrose sobre genótipos sensíveis de trigo (BALLANCE et al., 1989; TOMAS et al., 1990; TUORI et al., 1995), Ptr ToxB é uma toxina protéica e causa clorose em genótipos sensíveis de trigo (STRELKOV et al., 1999), e, por fim, Ptr ToxC também induz clorose, porém, em genótipos de trigo diferentes daqueles que a Ptr ToxB induz (EFFERTZ et al., 2002). Sendo assim, Ptr ToxA causa necrose em Glenlea, Katepwa (BALLANCE et al., 1989) e ND-495 (ALI & FRANCL, 2003), Ptr ToxB causa clorose em 6B-662 e Katepwa (STRELKOV et al., 1999; STRELKOV et al., 1998; OROLAZA et al., 1995), e Ptr ToxC causa clorose em 6B-365 (EFFERTZ et al., 2002). A cultivar Salamouni é insensível às toxinas específicas já caracterizadas de *D. tritici-repentis* (DE WOLF et al., 1998). Isolados que produzem todas as combinações possíveis de Ptr ToxA, Ptr ToxB e Ptr ToxC têm sido identificados e conseqüentemente classificados nas raças 1 a 8 (LAMARI et al., 2003). As raças 2, 3 e 5 foram designadas como raças base, enquanto as outras são diferentes combinações das raças base, com exceção da raça 4, que é avirulenta (STRELKOV & LAMARI, 2003).

No entanto, é importante salientar que o fungo *D. tritici-repentis* tem sido relatado como um organismo difícil de estudar devido ao alto nível de variação nos sintomas da doença, e as significantes interações entre isolados, genótipos e ambiente (KRUPINSKY, 1992a). Por isso, estudos para identificação das raças do patógeno em território brasileiro devem ser realizados, a fim de acompanhar as variações do patógeno ao longo do tempo, estudar a virulência e permitir seleção de

genótipos de trigo em programas de melhoramento com maior nível de resistência.

2.3.6 Controle

A intensidade da mancha-amarela é favorecida em sistema de plantio direto associado à monocultura do trigo (PRESTES et al., 2002; BAILEY, 1996; BOCKUS & CLAASSEN, 1992), utilização de cultivares suscetíveis (JØRGENSEN & OLSEN, 2007), e presença de chuva, neblina ou nevoeiro, em condições que permitam molhamento foliar por períodos de 6 a 40 horas (WEGULO et al., 2012). Além disso, em anos chuvosos, os danos à cultura podem ser mais severos, por ser mais propício ao desenvolvimento da doença e ainda ser mais difícil o controle por meio de fungicidas, devido à dificuldade de entrada de máquinas no campo (PRESTES et al., 2002). Nesse sentido, o controle da mancha-amarela é obtido pelo manejo integrado, com cultivar resistente ou tolerante, semente sadia, tratamento de sementes com fungicidas, rotação de culturas e aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos (REIS & CASA, 2007).

O uso de cultivares resistentes é a medida preferencial de controle (REUNIÃO, 2013). Entretanto, as doenças ainda não são satisfatoriamente controladas por meio de cultivares resistentes (KUHNE JUNIOR et al., 2009). Existem cultivares comerciais de trigo com diferentes níveis de suscetibilidade à *D. tritici-repentis*, mas nenhuma apresenta imunidade ao patógeno.

No sistema de plantio direto há um grande impacto na disponibilidade de substrato para os organismos fitopatogênicos que

apresentam fase saprofítica, resultando alteração de sua população na lavoura (FIDELIS et al., 2003). Por isso, a rotação de culturas é essencial, principalmente no controle de manchas foliares e podridões radiculares, já que devido a disponibilidade de substrato, estas aumentam de intensidade (GOULART et al., 1998). Apenas um ano sem trigo reduz a população fúngica e o risco de epidemia na lavoura (DE WOLF, 2008; BOCKUS & CLAASEEN, 1992). Assim, o aparecimento dos fungos causadores das manchas foliares nas lavouras é retardado, mesmo em cultivares suscetíveis, e em anos climaticamente adversos, de modo que, em muitos casos, o limiar de dano não é atingido (MOREIRA et al., 2006).

O tratamento de sementes deve ser realizado sempre que o uso de sementes sadias não for possível. Sendo assim, o objetivo do tratamento de sementes, com fungicidas e doses eficientes, é eliminar os fungos veiculados a essa fonte de inóculo, evitando seu retorno aos órgãos aéreos, pelo processo de transmissão, na lavoura recém-estabelecida. A eficiência está relacionada à incidência dos fungos em sementes, fungitoxicidade, dose e qualidade da cobertura da semente pelo fungicida. Entre os produtos registrados para tratamento de sementes, os fungicidas com fungitoxicidade maior para *Bipolaris sorokiniana* e *Drechslera* spp., em ordem decrescente, são triadimenol, difenoconazol, carboxina + tiram e flutriafol. No entanto, combinações das moléculas químicas iprodiona ou difenoconazole (para os fungos *B. sorokiniana* e *D. siccans*) com carbendazim (para o fungo *Fusarium graminearum*) apresentam eficácia para o controle desses fungos associados às sementes (REUNIÃO, 2014).

Considerando o aumento na intensidade das doenças fúngicas na cultura de trigo, associados ao cenário de baixa resistência genética para mancha-amarela em áreas onde o trigo é cultivado em monocultura e sistema de plantio direto, os fungicidas apresentam-se como alternativa eficaz para manter o potencial produtivo das lavouras de trigo (JØRGENSEN & OLSEN, 2007; KUHNEM JUNIOR et al., 2009; COLSON et al., 2003). Isso se deve, principalmente, à capacidade de manutenção da vida fotossintética do dossel foliar durante o enchimento de grãos (PEPLER et al., 2005; RUSKE et al., 2003), e aos efeitos diretos dos fungicidas na fisiologia das plantas de trigo (LENZ et al., 2011).

As respostas de rendimento de trigo à aplicação foliar de fungicida depende da resistência genética do cultivar, quantidade de doença presente no campo, rendimento potencial da cultura, condições climáticas (DE WOLF et al., 2012.), virulência da raça fisiológica do patógeno (NAVARINI et al., 2005), da tecnologia de aplicação, do momento ou critério para iniciar a aplicação do fungicida (REIS & CASA, 2007), e dos fungicidas utilizados (JØRGENSEN & OLSEN, 2007).

A mistura de fungicidas dos grupos químicos triazol e estrobilurina apresentam controle melhor das doenças foliares em trigo (KUHNEM JUNIOR et al., 2009; LENZ et al., 2011), sendo que o uso de misturas é mais seguro do que o de produtos isolados, pois a redução da sensibilidade de um grupo químico a um determinado patógeno pode comprometer o controle (ARDUIM et al., 2007). Estudos recentes, que incluem a adição de mais um triazol (protioconazol) na mistura comercial, mostram que este apresenta respostas significativas para

redução da taxa de aumento das lesões e tamanho final das lesões da mancha-amarela do trigo (RANZI & FORCELINI, 2013).

Pulverizações com fungicidas, feitas entre a emergência da folha bandeira e o florescimento, resultam em melhor controle da mancha-amarela, devido a maior proteção das folhas responsáveis pela maior parte do rendimento (as duas folhas da parte superior da planta), por um período mais longo (De WOLF, 2008). No caso do cultivar Fundacep Cristalino, as maiores produtividades foram observadas com duas aplicações de fungicida no emborrachamento e no florescimento, para o controle da mancha-amarela (DEUNER et al., 2009).

Tendo em vista que o plantio direto domina as áreas tritícolas do Brasil, as lavouras devem ser manejadas de forma integrada para o controle da mancha-amarela, para diminuir o risco de epidemia, e diminuir a quantidade de fungicidas a serem utilizados durante o ciclo da cultura, a fim de obter maior sustentabilidade no processo. Nesse contexto é importante a escolha de cultivares com maior nível de resistência para mancha-amarela e adotar a prática de rotação de culturas, pois ambos manejos têm um grande impacto sobre o desenvolvimento da doença (JØRGENSEN & OLSEN, 2007).

2.4 Técnicas de restrição hídrica para inoculação de fungos em sementes

As técnicas de restrição hídrica são utilizadas na pesquisa na área de agronomia para controlar ou inibir a germinação das sementes em diferentes situações, como por exemplo, em testes de

sanidade em substrato de papel (FARIAS et al., 2003; CELANO, et al., 2012) e em meio batata-dextrose-ágar (BDA) (COUTINHO, 2000), em testes de inoculação de fungos em sementes (FARIAS et al., 2010), e para simular condições de déficit hídrico com culturas de interesse (GIROTTI et al., 2012). A restrição hídrica também pode ser chamada de condicionamento osmótico (EIRA, 1988; GUIMARÃES, 1991; BRACCINI, 1996), “priming” (HEYDECKER et al., 1975), e condicionamento fisiológico (DONI-FILHO, 1992; VAZQUEZ, 1995).

Os métodos de restrição hídrica que visam à inoculação de fungos em sementes baseiam-se no contato da semente com o inóculo sobre o meio de cultura de potencial hídrico conhecido. Desta forma, a absorção de água pela semente é limitada até que todos os processos preparatórios à germinação ocorram, sem, contudo, atingir a fase de alongamento celular e, conseqüentemente, a emissão da radícula (HEYDECKER et al., 1975; BRADFORD, 1986).

O potencial hídrico é definido como a diferença entre o potencial químico da água em um sistema, ou parte do sistema, e o potencial químico da água livre, em condições iguais de pressão atmosférica e temperatura (DUNIWAY, 1979). O potencial hídrico do meio de cultura é reduzido pela adição de substâncias polares e, ou, íons ao meio (FERREIRA, 1988), denominados solutos osmoticamente ativos, como $MgSO_4$, $MgCl_2$, glicerol, NaCl, KCl, KNO_3 , manitol e polietileno glicol (GUIMARÃES, 1991; CAMARGO, 1998; PILL, 1994). Nesse sentido, as moléculas bipolares da água são atraídas e retidas por estes solutos, induzindo a um decréscimo na atividade da água (FERREIRA, 1988).

A utilização do potencial hídrico adequado, permitido pelos solutos, é essencial para o processo de inoculação. No caso do milho, os maiores índices de infecção por *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc., *Cephalosporium acremonium* Corda, e *Fusarium moniliforme* J. Sheld. foram alcançados utilizando a técnica de restrição hídrica nos potenciais entre -0,8 e -1,2 MPa (MACHADO et al., 2001a). Em sementes de algodão, o aumento do potencial hídrico até o nível de -1,0 MPa proporcionou maiores índices de infecção, sem inviabilizar as sementes para uso posterior (MACHADO et al., 2004). Em trigo, o trabalho realizado por Farias et al. (2010) mostrou que todos os potenciais hídricos testados promoveram à infecção das sementes por *B. sorokiniana* a partir de 48 horas de inoculação.

Outro fator determinante para o sucesso da inoculação é o tempo de exposição das sementes ao inóculo. Segundo Machado et al. (2004), o tempo de exposição das sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) aos fungos *C. gossypii*, *C. gossypii* var. *cephalosporioides*, *Botryodiplodia theobromae* Pat., e *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* (G.F. Atk.) W.C. Snyder & H.N. Hansen em até 48 horas é suficiente para infecção, em função do crescimento acelerado que esses fungos apresentam. O mesmo foi observado com sementes de soja por Machado et al. (2001b). Já em sementes de milho, Machado et al. (2001a) observaram que o percentual de lesões causadas nas plântulas por patógenos foi maior quando as sementes permaneceram 120 horas em contato com o inóculo.

O estresse hídrico atua diminuindo a velocidade e a percentagem de germinação das sementes (ADEGBUYI et al., 1981). Potenciais hídricos muito negativos, especialmente no início da

embebição, influenciam a absorção de água pelas sementes, podendo inviabilizar a sequência de eventos do processo germinativo (BANSAL et al., 1980). Em canola, a redução do potencial osmótico do substrato promoveu redução significativa na germinação das sementes e no desempenho das plântulas (ÁVILA et al., 2007). Segundo Farias et al. (2003), a restrição hídrica com a utilização de manitol em papel filtro alcançou o percentual de germinação de sementes de trigo próximo a zero, em nível igual ou mais negativo que $-0,8$ MPa. No entanto, deve-se levar em conta que a intensidade da resposta germinativa ao estresse hídrico é variável entre sementes de diferentes espécies (BEWLEY & BLACK, 1994).

O crescimento micelial de fungos em meios de cultura com potencial hídrico ajustado é variável para cada espécie (DUNIWAY, 1979). Em estudo realizado por Machado et al. (2004), o crescimento micelial de *B. theobromae* e *C. gossypii* não foram prejudicados pelos diferentes potenciais hídricos utilizados. Já *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* teve seu crescimento estimulado, visto que, no meio sem restrição hídrica, o índice de crescimento micelial foi menor que nos demais potenciais. O mesmo foi observado por Machado et al. (2001b), pois a restrição hídrica promoveu efeito estimulante para o crescimento micelial dos fungos *Colletotrichum truncatum* (Schwein.) Andrus & W. D. Moore, *Phytophthora sojae* Kaufm. & Gerd., e *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Farias et al. (2004) também observaram estímulo ao crescimento de *B. sorokiniana* em meio de cultura com potencial hídrico modificado através da adição de sacarose. No entanto, em potenciais muito negativos o crescimento das colônias pode ser reduzido quando comparado a potenciais menos negativos. Nos

potenciais de -1,0 e -1,2 MPa o diâmetro de *C. acremonium* foi levemente reduzido (MACHADO et al., 2001a).

O manitol tem sido utilizado como agente osmótico para simular condições de déficit hídrico por ser um composto quimicamente inerte e não tóxico. Segundo Machado Neto et al. (2006), as soluções de KCl e NaCl manifestam toxidez às sementes de feijão, a partir de -0,6MPa, não sendo recomendadas como simuladores de deficiência hídrica.

CAPÍTULO I

FUNGOS ASSOCIADOS ÀS SEMENTES DE TRIGO

VICTÓRIA VIEIRA BERTAGNOLLI¹

RESUMO – A incidência de patógenos em sementes indica a possibilidade de foco de doenças no campo. Dessa forma, a detecção de fungos patogênicos em lotes de sementes é uma das mais importantes ferramentas no manejo fitossanitário de doenças. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo identificar os fungos associados às sementes de trigo no Rio Grande do Sul, safra 2012, de acordo com as regiões tritícolas de Valor de Cultivo e Uso (VCU I: fria/úmida/alta e VCU II: moderadamente quente/úmida/baixa). A identificação dos fungos foi realizada a partir da análise sanitária de sementes com o método de plaqueamento em meio sólido batata-dextrose-ágar. Foram identificados os gêneros *Alternaria*, *Aspergillus*, *Bipolaris*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Penicillium* e *Stagonospora* nas regiões tritícolas estudadas. *Drechslera* foi o patógeno de importância econômica conhecida mais presente nas sementes de trigo do RS. Além disso, a região de VCU I apresentou maior incidência dos gêneros *Bipolaris* e *Fusarium* em relação à região de VCU II.

Palavras-chave: análise sanitária, infecção, inóculo, *Triticum aestivum*.

¹ Agrônoma, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração Fitopatologia.

FUNGI ASSOCIATED WITH WHEAT SEEDS

ABSTRACT - The incidence of pathogens in seeds indicates the possibility of an outbreak of diseases in the field. Thus, the detection of pathogenic fungi in seed lots is one of the most important tools in plant disease management. Therefore, this study aimed to identify the fungi associated with wheat seeds in Rio Grande do Sul 2012 crop, according to the wheat growing regions of Cultivation and Use Value (CUV I: cold/wet/high and CUV II: moderately hot/humid/low). The identification of the fungi was performed by sanitary analysis of seeds with the plating method on solid potato-dextrose- agar. Seven genera of fungi were identified in wheat regions studied, which are *Alternaria*, *Aspergillus*, *Bipolaris*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Penicillium* and *Stagonospora*. *Drechslera* was the economically known pathogen more frequently present in wheat seeds in RS. Moreover, the CUV I region showed a higher incidence of *Fusarium* and *Bipolaris* when compared to the CUV II region.

Keywords: sanitary analysis, infection, inoculum, *Triticum aestivum*.

1 INTRODUÇÃO

O trigo pode ser afetado por patógenos transmitidos por intermédio das sementes (NEERGAARD, 1979), sendo os fungos os organismos encontrados em maior quantidade (BRASIL, 2009). A semente é o meio mais eficiente de disseminação de patógenos a longa distância, pois garante a sobrevivência dos patógenos desde a colheita até o plantio (BARROCAS & MACHADO, 2010). Quanto maior é a incidência do patógeno nas sementes, maior será a porcentagem de focos no campo e mais cedo terá início a epidemia (MENTEN, 1995).

A quantificação de fungos em sementes de trigo é importante, tendo em vista que a identificação destes é necessária para estabelecer padrões sanitários, direcionar desenvolvimento de produtos para tratamento de sementes, além de fornecer informações para que empresas/instituições possam direcionar a pesquisa. A quantificação e identificação de fungos em sementes permite associar práticas de manejo na lavoura, com o intuito de diminuir a incidência das doenças, de acordo com a espécie e a quantidade de inóculo presente. Além disso, a relação dos fungos ocorrentes nas sementes do Rio Grande do Sul/RS fornece informações sobre o predomínio de doenças no estado, permitindo relacionar quais os possíveis fatores ambientais favoráveis à ocorrência dos patógenos.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo identificar os principais gêneros de fungos associados às sementes de trigo do RS, safra 2012, de acordo com as regiões tritícolas de Valor de Cultivo e Uso (VCU I: fria/úmida/alta; VCU II: moderadamente quente/úmida/baixa) (CUNHA et al., 2006), por meio da análise

sanitária de sementes com o método de plaqueamento em meio sólido batata-dextrose-ágar.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Fitopatologia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo (FAMV/UPF), Passo Fundo/RS, no período de março a agosto de 2013. Foram realizadas análises sanitárias das sementes de trigo, safra 2012, doadas pela Empresa Apassul (Associação de Produtores e Comerciantes de Sementes e Mudas do Rio Grande do Sul), Laboratório de Sementes da Universidade de Passo Fundo e Lassul (Laboratório de Análises de Sementes e Comércio de Insumos Ltda.).

As sementes oriundas dessas diferentes instituições foram separadas quanto ao município de origem, totalizando 31 municípios. Foram avaliados no total 92 lotes de sementes, que compreenderam as categorias básica, certificada primeira geração (C1) e certificada segunda geração (C2), semente de primeira geração (S1) e semente de segunda geração (S2) (BRASIL, 2004).

O teste de sanidade de sementes escolhido foi o de plaqueamento em meio sólido batata-dextrose-ágar (BDA) (BRASIL, 2009) com modificações. Foram utilizadas 200 sementes por amostra, com quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram imersas, inicialmente, em solução de hipoclorito de sódio 1% durante dois minutos, após lavadas com água destilada esterilizada por três vezes, e submetidas a secagem rápida em papel filtro esterilizado, sendo distribuídas assepticamente sobre o meio sólido BDA. Os gerboxes com sementes foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado, em câmara de incubação, com fotoperíodo de 12 horas, na temperatura

de 25 °C por sete dias. As avaliações foram feitas inicialmente a olho nu, e foram observados a formação e o tipo de colônias desenvolvidas em volta das sementes, e, após, examinadas individualmente ao microscópio estereoscópico. Foram, ainda, observadas estruturas típicas de fungos, através da cor, textura, morfologia geral e a presença de corpos de frutificação indicativos para o reconhecimento de gêneros fúngicos, comparando com a literatura de Barnett e Hunter (1972). Os resultados foram expressos em incidência de fungos nos lotes de trigo, e incidência de fungos sobre as sementes de trigo, de acordo com as regiões tritícolas VCU I e II, propostas por Cunha et al. (2006), que as divide em fria/úmida/alta e moderadamente quente/úmida/baixa, respectivamente (Figura 1).

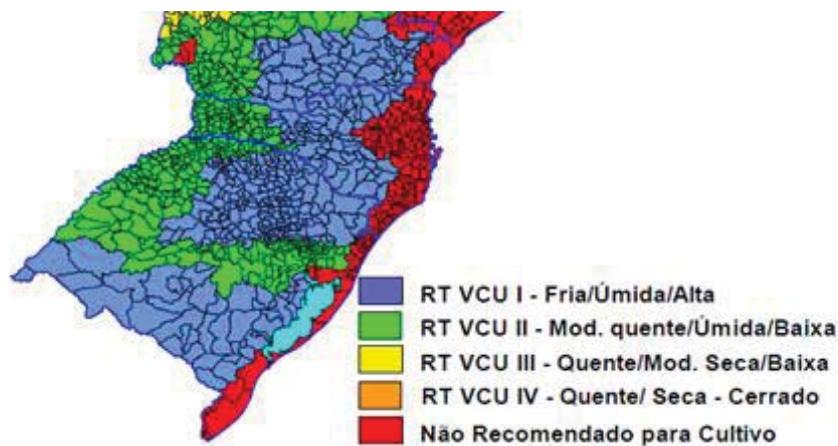


Figura 1 - Regiões de adaptação para trigo no Brasil (CUNHA et al., 2006).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em 92 lotes de sementes analisados, foram identificados sete gêneros de fungos associados às sementes de trigo nas regiões tritícolas de VCU I e II, no estado do Rio Grande do Sul/RS. Os gêneros encontrados foram *Alternaria*, *Aspergillus*, *Bipolaris*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Penicillium* e *Stagonospora*. A região de adaptação para VCU I diferencia-se da região de adaptação para VCU II quando se considera a sobreposição com o regime térmico: uma parte fria e outra quente. A primeira é considerada região fria e úmida e se concentra nas áreas de maior altitude da região Sul do país (faixa leste), e a região VCU II é considerada como moderadamente quente e úmida (com menor quantidade de frio), e limita-se à porção oeste, em locais de menor altitude (CUNHA et al., 2006).

Os gêneros encontrados no trabalho atacam a cultura do trigo em diferentes órgãos da planta e em diferentes intensidades. Sendo assim, são organismos que possuem importância de danos variável. Os principais fungos causadores de manchas foliares no sul do Brasil são *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoemaker, *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker, e *Stagonospora nodorum* (Berk.) E. Castell. & Germano (REIS, 1994), sendo responsáveis pela mancha-amarela, mancha marrom e septoriose, respectivamente. As manchas foliares podem causar redução do rendimento de grãos por afetar a eficiência do processo de fotossíntese das plantas (REIS et al., 2001). A septoriose ou mancha da gluma, causada por *S. nodorum*, pode ocasionar danos de até 30%, devido, principalmente, a não formação completa do grão (EYAL et al., 1987). Já *D. tritici-repentis* é capaz de causar danos de

até 50% (SINGH & HUGHES, 2006) e *B. sorokiniana* de até 80% no rendimento de grãos (BARROS et al., 2006). *B. sorokiniana* também pode causar podridão comum das raízes de trigo, juntamente com *Fusarium graminearum* Schwabe. A podridão comum de raízes tem potencial para causar danos no rendimento de até 20% (DIEHL, 1982). A forma teleomórfica de *F. graminearum* (*Gibberella zae* (Schwein.) Petch) é capaz de infectar flores de trigo, gerando tanto danos quantitativos, como qualitativos, principalmente devido à produção de toxinas no grão (PARRY et al., 1995). O patógeno pode de causar danos de até 39,9% no rendimento de grãos (CASA & KUHNEN, 2011).

O fungo *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. é considerado um dos agentes causais da ponta preta em sementes de trigo (BHOWMIK, 1969; MATHUR & CUNFER, 1993). Apesar de ser comumente detectado em sementes de trigo no Brasil (CASA et al., 2012; KOBAYASTI & PIRES, 2011), não é considerado como um patógeno economicamente importante. Além disso, faltam estudos a respeito dos danos provocados. Por último, *Aspergillus* spp. P. Micheli ex Haller e *Penicillium* spp. Link. são fungos de armazenamento. Os maiores efeitos do desenvolvimento fúngico em grãos e sementes armazenados são perda do poder germinativo, perda de matéria seca, produção de micotoxinas e alteração do valor nutricional (LAZZARI, 1993), sendo influenciados principalmente pelas condições de armazenamento, e pouco pelas condições climáticas durante o desenvolvimento da cultura.

Em relação à incidência de fungos em lotes de sementes (Tabela 1), *Alternaria* e *Drechslera* foram os patógenos que predominaram na região de VCU I, ambos com 100% de incidência.

Seguido a estes, *Fusarium* (68%), *Aspergillus* (32%), *Bipolaris* (30%), *Penicillium* (16%) e *Stagonospora* (2%). Na região de VCU II, *Drechslera* predominou novamente com 97,6% de incidência, seguido por *Alternaria* (95,2%), *Aspergillus* (45,2%), *Fusarium* (42,8%), *Bipolaris* (9,5%), *Penicillium* (2,3%) e *Stagonospora* (2,3%). Observa-se também, que a região de VCU I apresentou incidências mais expressivas dos patógenos *Bipolaris* e *Fusarium*, quando comparada a região de VCU II.

Tabela 1 - Incidência (%) de fungos em lotes de sementes de trigo, safra 2012, nas regiões de VCU I e II no Rio Grande do Sul. UPF, Passo Fundo, 2014

Regiões de VCU ¹	Lotes ²	Incidência (%) de fungos em lotes						
		<i>Alt.</i> ³	<i>Asper.</i> ⁴	<i>Bip.</i> ⁵	<i>Drechs.</i> ⁶	<i>Fus.</i> ⁷	<i>Peni.</i> ⁸	<i>Stag.</i> ⁹
Região I	50	100,0	32,0	30,0	100,0	68,0	16,0	2,0
Região II	42	95,2	45,2	9,5	97,6	42,8	2,3	2,3

¹Região de adaptação I, de acordo com Cunha et al. (2006). ²Número de lotes avaliados. ³*Alt.* = *Alternaria*; ⁴*Asper.* = *Aspergillus*; ⁵*Bip.* = *Bipolaris*; ⁶*Drechs.* = *Drechslera*; ⁷*Fus.* = *Fusarium*; ⁸*Peni.* = *Penicillium*; ⁹*Stag.* = *Stagonospora*.

Em relação à incidência de fungos em sementes, o trabalho mostra variação na incidência em função do local de produção, sendo que Goulart (1998), Kobayasti & Pires (2011) observaram o mesmo comportamento. Na região de VCU I (Tabela 2), os patógenos com maior incidência nas sementes foram *Alternaria* (28,10%) e *Drechslera* (10,97%), seguidos por *Penicillium* (2,33%), *Fusarium* (1,94%), *Aspergillus* (0,51%), *Bipolaris* (0,40%), e *Stagonospora* (0,01%). O município de Chapada apresentou o maior valor de incidência de *Drechslera* (21%), enquanto Vacaria apresentou o maior valor para

Fusarium (5,33%), e Ipiranga do Sul, o maior valor para *Bipolaris* (2%).

Tabela 2 - Incidência de fungos em sementes de trigo produzidas na região de adaptação I do RS, safra 2012. UPF, Passo Fundo/RS, 2013

Município	Lote ²	Região I ¹						
		Incidência de fungos (%) em sementes						
		<i>Alt.</i> ³	<i>Asper.</i> ⁴	<i>Bip.</i> ⁵	<i>Drechs.</i> ⁶	<i>Fus.</i> ⁷	<i>Peni.</i> ⁸	<i>Stag.</i> ⁹
Carazinho	6	36,33	0,67	0,42	7,50	0,08	0,00	0,00
Chapada	3	37,33	1,33	0,17	21,00	3,50	0,00	0,00
Erechim	2	26,50	0,00	0,25	18,00	1,25	0,00	0,00
Ibirubá	1	10,50	1,00	0,00	16,00	2,50	28,00	0,00
Ipiranga do Sul	2	35,25	0,00	2,00	7,00	2,00	0,50	0,00
Jari	4	48,25	0,00	0,00	9,25	2,00	0,00	0,00
Marau	1	46,00	0,00	0,00	4,00	0,50	0,00	0,00
Muitos Capões	4	34,50	2,00	0,63	3,75	7,13	0,38	0,00
Palmeira das Missões	6	33,70	0,10	0,20	3,60	0,40	0,00	0,00
Passo Fundo	2	21,25	0,50	0,75	15,25	1,00	0,50	0,00
Pontão	3	28,10	1,67	1,17	8,50	0,00	0,00	0,00
Sananduva	2	34,75	0,00	0,00	5,75	1,25	0,00	0,00
Santa Bárbara do Sul	1	22,00	0,00	1,00	16,50	1,00	1,00	0,00
Santo Antônio de Palma	1	12,50	1,00	0,50	11,00	0,00	11,00	0,00
Soledade	1	28,50	0,00	0,00	4,50	1,50	0,00	0,00
Tapera	5	18,80	1,00	0,10	20,90	1,40	0,50	0,10
Tupanciretã	3	25,00	0,00	0,00	16,83	4,17	0,00	0,00
Vacaria	3	6,50	0,00	0,00	8,17	5,33	0,00	0,00
Incidência média (%)		28,10	0,51	0,40	10,97	1,94	2,33	0,01

¹Região de adaptação I, de acordo com Cunha et al. (2006); ²Número de lotes avaliados; ³*Alt.* = *Alternaria*; ⁴*Asper.* = *Aspergillus*; ⁵*Bip.* = *Bipolaris*; ⁶*Drechs.* = *Drechslera*; ⁷*Fus.* = *Fusarium*; ⁸*Peni.* = *Penicillium*; ⁹*Stag.* = *Stagonospora*.

Na região de VCU II (Tabela 3), o patógeno com maior incidência nas sementes foi *Drechslera* (14,47%), seguido por

Alternaria (13,12%), *Aspergillus* (1,47%), *Fusarium* (0,30%), *Penicillium* (0,15%), *Bipolaris* (0,07%), e *Stagonospora* (0,04%). O município de Santiago apresentou o maior valor de incidência em sementes para *Drechslera* (21%), sendo que a menor incidência ocorreu em Santo Ângelo (6,67%). O maior valor de incidência para *Fusarium* ocorreu em Ijuí (0,88%), e, para *Bipolaris*, em Santa Maria (0,50%).

Tabela 3 - Incidência de fungos em sementes de trigo produzidas na região de adaptação II do RS, safra 2012. UPF, Passo Fundo/RS, 2013

Município	Lote	Região II ¹						
		Incidência de fungos (%) em sementes						
		<i>Alt.</i>	<i>Asper.</i>	<i>Bip.</i>	<i>Drechs.</i>	<i>Fus.</i>	<i>Peni.</i>	<i>Stag.</i>
Capão do Cipó	1	6,00	2,50	0,00	19,50	0,50	0,00	0,00
Catuípe	3	18,17	0,17	0,00	19,67	0,33	0,00	0,00
Entre-Ijuís	3	19,50	0,50	0,17	16,00	0,67	0,00	0,00
Eugênio de Castro	3	12,00	1,17	0,00	13,67	0,33	0,00	0,50
Giruí	4	11,75	3,50	0,00	16,63	0,00	0,00	0,00
Ijuí	4	19,88	0,00	0,00	17,13	0,88	0,00	0,00
Santa Maria	1	7,50	0,50	0,50	11,00	0,50	0,00	0,00
Santiago	1	8,00	0,00	0,00	21,00	0,00	2,00	0,00
Santo Ângelo	3	12,17	1,50	0,00	6,67	0,33	0,00	0,00
Santo Augusto	5	21,80	0,30	0,00	10,00	0,10	0,00	0,00
São Borja	2	9,00	4,25	0,25	11,75	0,00	0,00	0,00
São Luiz Gonzaga	11	16,77	0,27	0,05	8,55	0,27	0,00	0,00
São Miguel das Missões	1	8,00	4,50	0,00	16,50	0,00	0,00	0,00
Incidência média (%)		13,12	1,47	0,07	14,47	0,30	0,15	0,04

¹ Região de adaptação II, de acordo com Cunha et al. (2006); ² Número de lotes avaliados; ³ *Alt.* = *Alternaria*; ⁴ *Asper.* = *Aspergillus*; ⁵ *Bip.* = *Bipolaris*; ⁶ *Drechs.* = *Drechslera*; ⁷ *Fus.* = *Fusarium*; ⁸ *Peni.* = *Penicillium*; ⁹ *Stag.* = *Stagonospora*.

Com base em trabalhos de sanidade de sementes, foram propostos, pelo Grupo Técnico Permanente em Sanidade de Sementes

(GTPSS), níveis de tolerância de patógenos para sementes de trigo (Tabela 4), porém, somente para pragas não quarentenárias regulamentadas (PNQR) (BRASIL, 2004), que são pragas cuja presença em plantas para cultivo afeta o uso pretendido destas por meio de impacto econômico inaceitável, tornando-se, então, regulamentada dentro do território do país importador (FAO, 2006).

Tabela 4 - Pragas não quarentenárias regulamentadas (PNQR) potenciais do trigo e seus respectivos níveis de tolerância, aprovados pelo GTPSS. Fonte: BRASIL, 2004

PNQR potenciais	Níveis de tolerância (%)
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	5 / lote
<i>Stagonospora nodorum</i>	1 / lote
<i>Drechslera tritici-repentis</i>	5 / lote
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>Ondulosa</i>	1000 UFC* / lote

*UFC = Unidade formadora de colônia.

De acordo com os níveis de tolerância de patógenos para sementes de trigo, a incidência média de *Drechslera* em sementes passou do permitido (5% / lote) nesse levantamento de fungos em sementes do RS, safra 2012, nas regiões de VCU I e II. No entanto, *Bipolaris* e *Stagonospora* estão dentro do limite tolerado.

A semeadura de trigo no Rio Grande do Sul ocorre entre maio e julho. Dessa forma, a data de antese ocorre entre os meses de julho e outubro (CUNHA et al., 2002), sendo um período crítico para o controle de doenças na cultura, já que esses meses coincidem com períodos tipicamente chuvosos no estado.

Durante a safra de trigo 2012, o mês de julho foi marcado com precipitação acima da média climatológica no norte do estado. No

mês de agosto, as chuvas variaram de normal a acima da normal climatológica no extremo sul. Em setembro, a precipitação variou de normal a acima da normal climatológica no centro e leste do estado. Em outubro, a precipitação variou de normal a acima da normal climatológica em praticamente toda a região Sul do Brasil, principalmente na metade oeste do RS (INMET, s.d.). Sendo assim, a ocorrência de chuvas nos meses acima citados facilita a entrada de muitos patógenos na cultura e explica a alta porcentagem de *Drechslera* nos lotes e sementes de trigo nas regiões de VCU I e II, já que esse é um patógeno que depende de períodos de molhamento foliar de, pelo menos, 30 horas para causar doença (BACALTCHUK et al., 2006).

O gênero *Drechslera* não foi detectado em trabalhos de sanidade de sementes realizados no estado do Mato Grosso (KOBAYASTI & PIRES, 2011) e no estado de Minas Gerais (GOMES et al., 2012). No entanto, *Bipolaris* foi identificado em ambos os trabalhos em quantidades expressivas, diferindo deste, em que a incidência de *Bipolaris* sobre as sementes foi muito pequena para as regiões de VCU estudadas. Tal fato pode ser explicado devido às exigências climáticas dos patógenos para seu desenvolvimento. No caso da mancha-amarela, os conídios são produzidos em temperaturas entre 10 a 25 °C, sendo o ótimo 21 °C (LUZ & BERGSTROM, 1986), e os pseudotécios e ascósporos são produzidos em temperaturas de 5 a 20 °C, com o ótimo variando de 15 a 18 °C (WRIGHT & SUTTON, 1990). Essas exigências térmicas diferem das exigidas pela mancha marrom, a qual é favorecida nos processos de germinação, infecção, crescimento de lesão e esporulação quando a temperatura oscila entre 20 e 30 °C (MEHTA, 1981; LUZ & BERGSTROM, 1986). Além disso,

estados como Mato Grosso e Minas Gerais produzem trigo sobre regiões quentes e secas (CUNHA et al., 2006), não oferecendo o molhamento necessário para desenvolvimento da mancha-amarela. Dessa forma, as exigências climáticas explicam o fato da mancha-amarela da folha do trigo ser a principal mancha foliar associada às sementes no sul do Brasil e ser pouco presente em outras regiões.

Nos lotes e sementes analisados, *Drechslera* apresentou alta incidência quando comparada a outros gêneros de importância. Esse fato está ligado diretamente à dificuldade de controle da doença no sul do Brasil, sendo favorecida pelo sistema de plantio direto e pelas condições climáticas do RS (SANTANA & CHAVES, 2009). Nesse sentido, a partir da alta incidência de *Drechslera* nas sementes produzidas no Rio Grande Sul, o trabalho indica que as áreas tritícolas do estado tenham alta quantidade de inóculo, e por isso devem ser melhor manejadas, a fim de evitar uma epidemia. Assim, estratégias de controle integrado como rotação de culturas, sementes de boa qualidade sanitária, tratamento de sementes e aplicação foliar de fungicidas são ferramentas importantes para atrasar o estabelecimento das doenças no campo e reduzir o inóculo inicial (FORCELINI, 2005). Além disso, sugere-se que estudos de levantamento de fungos em sementes de trigo sejam constantes, buscando sempre um melhor posicionamento dos limites de tolerância de patógenos de acordo com as regiões climáticas sob as quais as sementes são produzidas, de modo que possa existir maior controle sanitário, sem inviabilizar o setor de produção de sementes.

4 CONCLUSÕES

Drechslera é o principal patógeno encontrado nas sementes do estado do Rio Grande do Sul. Há importantes variações de incidência de fungos entre lotes de sementes e regiões de produção, justificando a realização constante de análises sanitárias de sementes para o controle de doenças.

CAPÍTULO II

USO DA RESTRIÇÃO HÍDRICA NA INOCULAÇÃO DE *Drechslera tritici-repentis* EM SEMENTES DE TRIGO

VICTÓRIA VIEIRA BERTAGNOLLI¹

RESUMO - O objetivo do trabalho foi determinar as melhores condições para inoculação de *Drechslera tritici-repentis* em sementes de trigo pelo método de restrição hídrica com manitol. Colônias de *D. tritici-repentis* foram cultivadas sobre meios de cultura batata-dextrose-ágar com restrição hídrica, nos potenciais de -0,35, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0 e -1,2 MPa. Inicialmente, foi estudado o índice de crescimento micelial. Após, sementes de trigo foram colocadas em contato com as colônias crescidas, e estudou-se o tempo de exposição das sementes ao meio para o início do processo germinativo, além de, germinação, emergência de plântulas em solo e infecção das sementes nos tempos de inoculação de 24, 48 e 72 horas. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Houve estímulo ao crescimento micelial nos potenciais hídricos mais negativos. O tempo de exposição das sementes ao inóculo de 24 horas foi suficiente para a infecção. O potencial hídrico de -0,6 MPa, no tempo de 24 horas, além de estimular o crescimento micelial e de utilizar pequena quantidade de manitol,

¹ Agrônoma, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração Fitopatologia.

favoreceu a infecção de *D. tritici-repentis* nas sementes de trigo, sem prejudicar a germinação e a emergência de plântulas.

Palavras-chave: mancha-amarela, manitol, restrição hídrica, *Triticum aestivum*.

USE OF WATER RESTRICTION IN *Drechslera tritici-repentis* INOCULATION IN WHEAT SEEDS

ABSTRACT - The objective of this study was to determine the best conditions for inoculation of *Drechslera tritici-repentis* in wheat seeds by water restriction method with mannitol. Colonies of *D. tritici-repentis* were grown on potato-dextrose-agar medium with water restriction, under the MPa potential of -0.35, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0 and -1.2. Initially, the mycelial growth rate was studied. After, wheat seeds were placed in contact with the grown colonies, so the exposure time of seeds in the environment at the beginning of the germination process was studied as well, germination, seedling emergence in soil and seed infection in the times of inoculation of 24, 48 and 72 hours. A completely randomized design was used, and the means were compared by Tukey test at 5% significance level. Mycelial growth was favored by more negative water potential. The seeds exposure time 24 hours to the inoculum was enough for infection. The water potential of -0.6 MPa with inoculation time of 24 hours not only stimulated mycelial growth, but it also used a small amount of mannitol and favored wheat seeds

infection by *D. tritici-repentis*, all of these without harming germination and seedling emergence.

Keywords: tan spot, mannitol, water restriction, *Triticum aestivum*.

1 INTRODUÇÃO

A mancha-amarela do trigo é responsável pelas epidemias mais agressivas de manchas foliares, e apresenta-se de forma mais intensa nas lavouras em que o trigo é cultivado em monocultura e plantio direto (JØRGENSEN & OLSEN, 2007). As sementes infectadas e os restos culturais constituem as principais fontes de inóculo primário para os fungos causadores de manchas foliares em trigo (WIESE, 1987).

O estudo de métodos artificiais que possibilitam a inoculação de *D. tritici-repentis* em sementes de trigo é fundamental, pois torna possível a obtenção rápida de lotes de semente com alta incidência do patógeno, permitindo estudos a ele relacionados. O conhecimento das relações específicas entre patógenos e hospedeiros é importante para gerar pesquisa e informação em relação à transmissão e ao comportamento epidemiológico da doença, controle do patógeno e resistência de cultivares.

Os métodos mais utilizados para inocular fungos fitopatogênicos em sementes consistem no contato da semente com suspensão de esporos, ou exposição das sementes à colônia fúngica por limitado período de tempo, sendo que a maioria dos métodos utilizados inviabilizam o uso posterior da semente (CARVALHO, 1999). Até o momento, não foram descritos, na literatura, métodos de inoculação de *D. tritici-repentis* em sementes de trigo com utilização de restrição hídrica em meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA). Desse modo, o objetivo do trabalho foi determinar as melhores condições para inoculação artificial do fungo *D. tritici-repentis* em sementes de trigo,

através da técnica de restrição hídrica com manitol, levando em conta a viabilidade das sementes para uso posterior.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em 2014, no Laboratório de Fitopatologia da Universidade de Passo Fundo, em Passo Fundo/RS. Foi utilizada semente básica de trigo da cultivar TBIO Sintonia, oriunda da safra de inverno 2013. A cultivar apresenta reação moderadamente suscetível à mancha-amarela da folha do trigo de acordo com a informação disponibilizada pela empresa obtentora Biotrigo Genética. Foram realizados os testes preliminares de sanidade de sementes, emergência e vigor, para garantir a qualidade do material em teste. O inóculo utilizado de *D. tritici-repentis* foi fornecido pela micoteca do Laboratório de Fitopatologia da Universidade de Passo Fundo, oriundo de folha da cultivar BRS Guamirim, coletada no município de Coxilha/RS.

A proposta principal foi relacionar fatores que permitam a inoculação eficiente de *D. tritici-repentis* em sementes de trigo, sendo o trabalho conduzido em diferentes etapas, todas descritas a seguir.

2.1 Preparo do meio de cultura com diferentes potenciais hídricos

Foram adicionadas quantidades distintas do soluto manitol ao meio de cultura básico batata-dextrose-ágar (BDA) (39g de BDA / 1L água destilada) para a obtenção de cinco potenciais hídricos (-0,4; -0,6; -0,8; -1,0 e -1,2 MPa), mais o potencial de -0,35 MPa (BDA sem manitol), pois foi considerado o potencial hídrico do BDA de -0,35 MPa (WEARING & BURGUESS, 1979). As quantidades de manitol para obter os potenciais foram calculadas pelo software SPPM (MICHEL &

RADCLIFFE, 1995). A temperatura utilizada nos cálculos foi de 25 °C, sendo esta a temperatura da câmara de crescimento disponibilizada para o trabalho. As quantidades calculadas foram adicionadas junto ao meio de cultura antes da esterilização em autoclave.

Após o material ter sido esterilizado, foram vertidos aproximadamente 15 mL de meio BDA básico e osmoticamente modificado com manitol por placa de Petri de plástico de 9 cm de diâmetro, em câmara de fluxo laminar. Essas placas, com seis diferentes potenciais hídricos, foram utilizadas para condução das diferentes etapas do experimento.

2.2 Crescimento micelial de *Drechslera tritici-repentis* em BDA osmoticamente modificado com manitol

Discos com 4,2 mm de diâmetro foram retirados da porção mediana da colônia pura de *D. tritici-repentis* e transferidos para o centro de cada placa de Petri, as quais continham meio de cultura osmoticamente modificado com manitol nos potenciais hídricos de -0,4; -0,6; -0,8; -1,0 e -1,2 MPa e -0,35 MPa. Foram utilizadas dez placas para cada potencial hídrico, sendo as mesmas distribuídas ao acaso em câmara de crescimento, com fotoperíodo de 12 horas, e temperatura de 25 ± 2 °C. As avaliações foram realizadas diariamente, medindo-se o crescimento micelial do fungo, com a utilização de um paquímetro digital, até que a colônia ocupasse toda placa. O índice de crescimento micelial (ICM) foi determinado pela fórmula proposta por Oliveira (1991): $ICM = C_1 + C_2 + \dots + C_n / N_1 + N_2 + \dots + N_n$. Sendo: $C_1 + C_2 + \dots +$

C_n = crescimento micelial das colônias na primeira, segunda e última avaliação; $N_1 + N_2 + \dots + N_n$ = número de dias.

2.3 Tempo de exposição das sementes de trigo à *Drechslera tritici-repentis* para início do processo germinativo em BDA osmoticamente modificado com manitol

Discos com 6 mm de diâmetro foram retirados da porção mediana da colônia pura de *D. tritici-repentis* e transferidos para o centro de cada placa de Petri, as quais continham meio de cultura osmoticamente modificado com manitol para os potenciais hídricos -0,4; -0,6; -0,8; -1,0 e -1,2 MPa e -0,35 MPa (BDA sem adição de manitol). Foram utilizadas cinco placas para cada potencial hídrico. As placas foram distribuídas ao acaso em câmara de crescimento, com fotoperíodo de 12 horas na temperatura de 25 ± 2 °C, durante dez dias. Após esse período, foram adicionados dez gramas de sementes de trigo por placa, as quais foram pressionadas levemente para aumentar a superfície de contato da semente com o inóculo. As avaliações foram realizadas a cada 12 horas e, durante esse período, foi anotado o intervalo de tempo que levou para a primeira semente desenvolver radícula com comprimento de 4 mm em cada potencial hídrico e repetição.

2.4 Inoculação das sementes de trigo com *Drechslera tritici-repentis* em BDA osmoticamente modificado com manitol

Discos com 6 mm de diâmetro foram retirados da porção mediana da colônia pura de *D. tritici-repentis* e transferidos para o centro de cada placa de Petri, as quais continham meio de cultura osmoticamente modificado com manitol nos potenciais hídricos -0,4; -0,6; -0,8; -1,0 e -1,2 MPa e -0,35 MPa. Foram utilizadas cinco placas para cada potencial hídrico. As placas foram distribuídas ao acaso em câmara de crescimento, com fotoperíodo de 12 horas, na temperatura de 25 ± 2 °C, durante dez dias. Após esse período, foram adicionados 10 gramas de sementes de trigo por placa.

A partir disso, as sementes foram retiradas do meio nos tempos de inoculação de 24, 48 e 72 horas e colocadas para secar sobre papel filtro durante 24 horas, em condições de laboratório. As sementes foram submetidas aos testes de germinação em substrato de papel, emergência em solo e sanidade de sementes em meio BDA.

2.4.1 Germinação de sementes de trigo em substrato de papel

Foram utilizadas quatro repetições de cinquenta sementes por tratamento, sendo adicionado o tratamento “testemunha” (sementes não submetidas a inoculação). As sementes foram acondicionadas em rolos de papel filtro, umedecidos com água destilada 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram levados para um germinador regulado a 20 °C. As avaliações foram realizadas ao sétimo dia após incubação. Na

avaliação, foram computadas as porcentagens de plântulas normais segundo Brasil (2009).

2.4.2 Emergência de plântulas de trigo em solo

Foi semeado trigo, na profundidade de aproximadamente 1,5 cm, em bandejas plásticas, contendo areia e solo misturados na proporção de 2:1. Utilizou-se quatro repetições de 50 sementes por tratamento, sendo adicionado o tratamento “testemunha” (sementes não submetidas a inoculação). Após a semeadura, as bandejas foram distribuídas ao acaso em câmara de crescimento, com temperatura de 18 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 horas. A irrigação do substrato foi realizada de dois em dois dias, utilizando o mesmo volume de água para cada bandeja. As avaliações foram realizadas aos 14 dias após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais emergidas.

2.4.3 Análise sanitária de sementes de trigo

Realizada pelo método de plaqueamento em meio BDA, foram utilizadas quatro repetições de cinquenta sementes por tratamento, sendo adicionado o tratamento “testemunha” (sementes não submetidas à inoculação). As sementes foram desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio 1% por dois minutos. As placas foram mantidas em câmara de incubação a 25 ± 2 °C com fotoperíodo de 12 horas. Sete dias após a semeadura, procedeu-se à avaliação do teste por

meio da observação de estruturas de *D. tritici-repentis* provenientes de infecção interna nas sementes, com auxílio de um microscópio estereoscópico, comparando com a literatura de Barnett e Hunter (1972). O método descrito seguiu Brasil (2009), com modificações. O resultado foi dado em porcentagem de infecção, a qual representa a proporção de sementes infectadas em relação ao total de sementes inoculadas.

2.5 Análise estatística

Na análise estatística dos dados, foi utilizado o programa computacional SASM - Agri (CANTERI et al., 2001). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O maior índice de crescimento micelial (ICM) (Figura 1) ocorreu nos potenciais hídricos -1,0 e -1,2 MPa. Estes não diferiram estatisticamente do potencial -0,8 MPa. O menor ICM foi verificado para o potencial de -0,35 MPa, que não diferiu estatisticamente de -0,4 MPa. Assim, os valores de ICM foram maiores para os potenciais hídricos mais negativos, e a utilização de manitol para a técnica de inoculação com restrição hídrica não impediu o desenvolvimento de *D. tritici-repentis* nos potenciais hídricos testados.

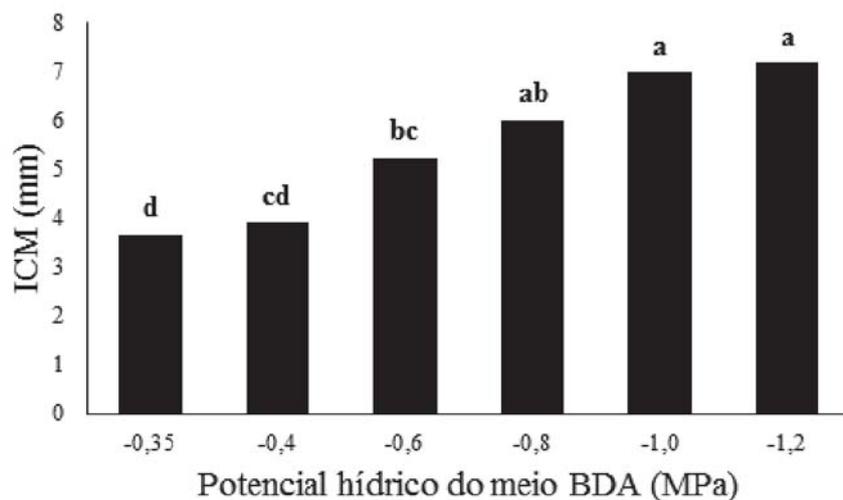


Figura 1 – ICM de *Drechslera tritici-repentis* sobre meio BDA com diferentes potenciais hídricos. UPF, Passo Fundo/RS, 2014. CV% = 19,8. Letras distintas sobre as colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Em trabalho realizado por Coutinho et al. (2001), o ICM do fungo *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli* foi maior nos tratamentos em que o meio ágar-água foi osmoticamente modificado com NaCl e KCl.

MACHADO et al. (2001b) também observou que a restrição hídrica promovida pelo soluto manitol em meio BDA estimulou o crescimento micelial dos fungos *C. truncatum*, *S. sclerotiorum*, e *P. sojae*, no entanto, é possível que, em potenciais mais negativos, *D. tritici-repentis* tenha comportamento semelhante ao ocorrido no trabalho de Carvalho et al. (2001), em que a restrição hídrica do BDA com manitol, até a faixa de -0,61MPa, estimulou o crescimento micelial de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magnus) Briosi & Cavara e, após esse potencial até -1,0 MPa, houve uma redução do ICM.

Alguns autores relacionam o maior crescimento da colônia com o uso do restritor hídrico manitol. Sommers et al. (1970) mostraram isso em trabalho com *Phytophthora megasperma* Drechsler. De acordo com Alam et al. (1996), o estímulo provavelmente se deve à absorção de solutos e a um melhor ajuste osmótico das células fúngicas.

Em relação ao tempo de exposição da semente ao inóculo para início da germinação em meio BDA osmoticamente modificado com manitol (Figura 2), todos os potenciais hídricos testados permitiram a germinação das sementes de trigo. Diferindo do trabalho realizado por Machado et al. (2003) com sementes de soja, em que a restrição hídrica com os solutos manitol, NaCl e KCl nos potenciais de -0,8 e -1,0 MPa induziram a inibição quase completa da emissão da radícula. O potencial de -0,35 MPa proporcionou o menor intervalo de tempo entre a semeadura e início da germinação, não diferindo estatisticamente dos potenciais -0,4 e -0,6 MPa. O potencial mais negativo (-1,2 MPa) foi o que proporcionou maior tempo de exposição das sementes ao inóculo, não diferindo estatisticamente de -1,0 MPa. Em todos os potenciais testados, os tempos mínimo e máximo para a

germinação da primeira semente foram de 40,8 horas e 67,2 horas, nos potenciais -0,35 MPa e -1,2 MPa, respectivamente.

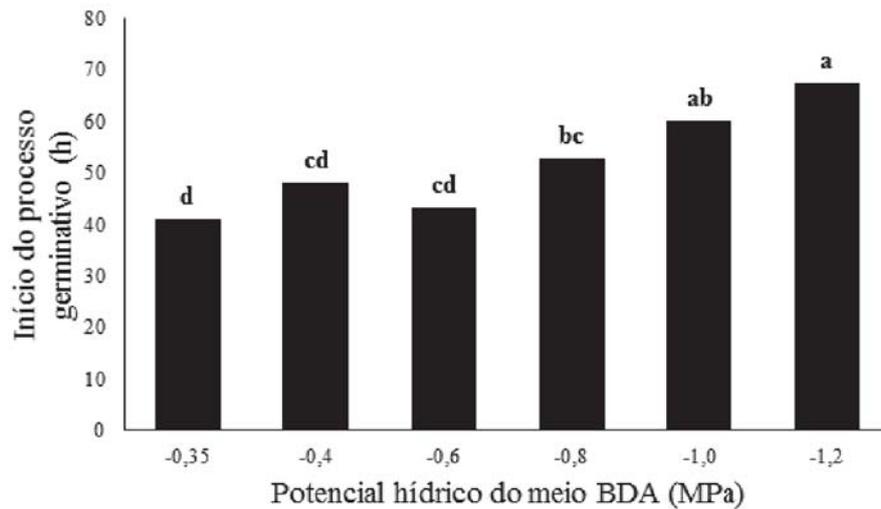


Figura 2 - Tempo para início da germinação de sementes de trigo em meio BDA com diferentes potenciais hídricos. UPF, Passo Fundo/RS, 2014. CV%=10,32. Letras distintas sobre as colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O estresse hídrico pode reduzir tanto a porcentagem como a velocidade de germinação, com uma ampla variação de respostas entre as espécies, desde aquelas muito sensíveis até as mais resistentes (BEWLEY & BLACK, 1994). No presente trabalho, apesar de todos os potenciais testados permitirem a germinação das sementes, fica claro que a restrição hídrica é capaz de atrasar o processo germinativo, sendo esse fato observado nos potenciais hídricos de -0,8, -1,0 e -1,2 MPa.

Em relação à porcentagem de plântulas normais germinadas em substrato de papel, após inoculação com *D. tritici-repentis* nos potenciais osmóticos -0,35; -0,4; -0,6; -0,8; -1,0 e -1,2 MPa,

combinados aos tempos 24, 48 e 72 horas (Figura 3), apenas os potenciais -0,35 e -0,4 MPa, ambos com tempo de inoculação de 72 horas, proporcionaram menor porcentagem de plântulas normais germinadas, diferindo dos demais tratamentos que foram estatisticamente iguais entre si. O resultado não acompanhou a tendência do trabalho realizado por Machado et al. (2004) com *C. gossypii* Southw. e *C. gossypii* var. *cephalosporioides* em sementes de algodão, visto que, o aumento do potencial hídrico do meio promoveu uma redução gradual no percentual de germinação. Sendo assim, os dados sugerem pouca influência de *D. tritici-repentis* sobre a capacidade de germinação das sementes.

Para o tempo de exposição de 24 e 48 horas não houve diferença estatística entre os potenciais hídricos. Porém, no tempo de exposição de 72 horas nos potenciais menos negativos -0,35 e -0,4 MPa, as sementes iniciaram antes o processo germinativo, como mostrado no teste que determinou o tempo (horas) de exposição das sementes ao inóculo para início do processo germinativo, e, assim, utilizaram parte das reservas, perdendo em germinação conforme aumentou o tempo de exposição destas ao patógeno.

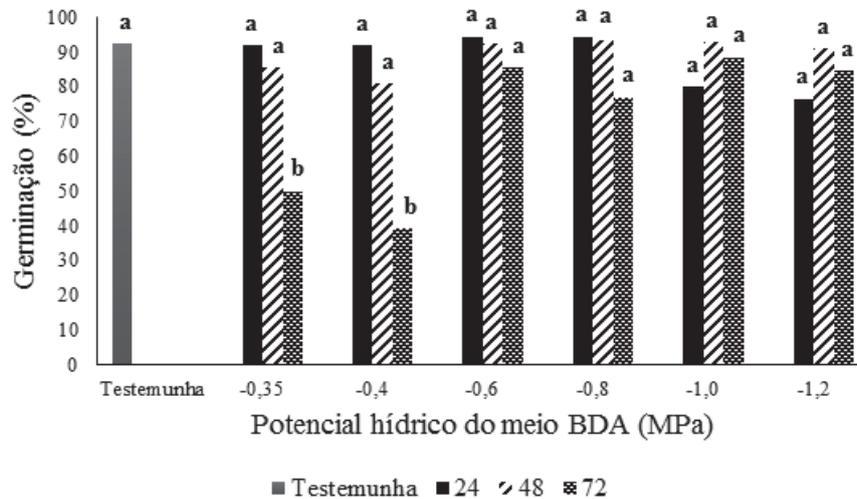


Figura 3 – Germinação de plântulas normais em substrato de papel, após inoculação com *Drechslera tritici-repentis* em diferentes potenciais hídricos do meio BDA, associado aos tempos de inoculação de 24, 48 e 72 horas. UPF, Passo Fundo/RS, 2014. CV%=8,31. Letras distintas sobre as colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Em relação à porcentagem de plântulas normais emergidas em solo (Figura 4), os melhores tratamentos foram: testemunha (não submetida à inoculação), os potenciais hídricos de -0,35, -0,4, -0,6 MPa no tempo de inoculação de 24 horas, e -0,8 MPa no tempo de inoculação de 48 horas. Estes não diferiram estatisticamente dos potenciais hídricos -0,8 e -1,0 MPa no tempo de 24 horas, e -1,2 MPa no tempo de 48 horas. Os tratamentos com potencial hídrico de -0,35 e -0,4 MPa no tempo de 72 horas foram estatisticamente inferiores aos demais tratamentos. A redução do percentual de plântulas emergidas com 72 horas de inoculação provavelmente está relacionada ao fato de que nenhum potencial foi capaz de inibir a germinação acima de 67,2 horas.

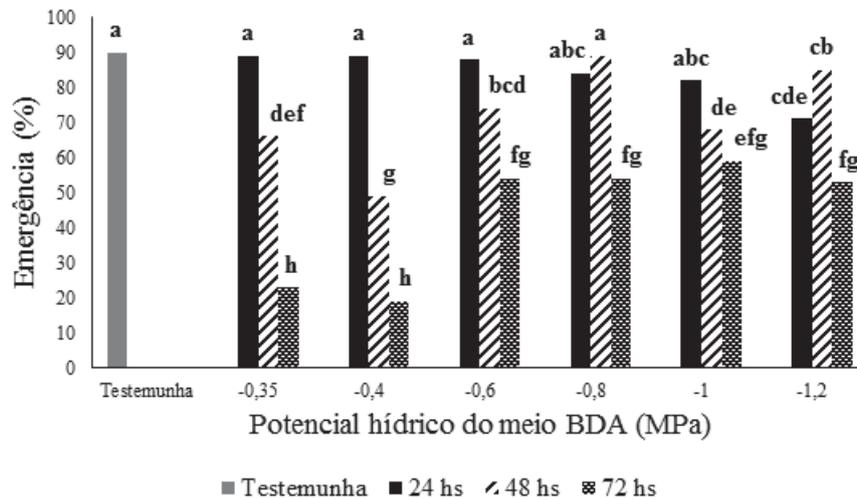


Figura 4 - Porcentagem de plântulas normais emergidas em solo, após inoculação com *Drechslera tritici-repentis* em diferentes potenciais hídricos do meio BDA, associado aos tempos de inoculação de 24, 48 e 72 horas. UPF, Passo Fundo/RS, 2014. CV%=7,87. Letras distintas sobre as colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Em relação à porcentagem de infecção de sementes de trigo com *D. tritici-repentis* (Figura 5), nos tratamentos com inoculação do patógeno, a infecção variou de 49 a 82%. Os resultados mostram que a inoculação de *D. tritici-repentis* por meio da técnica de restrição hídrica com manitol é eficiente, pois todos os tratamentos foram estatisticamente superiores à testemunha (não submetida à inoculação). A infecção do fungo foi elevada em todos os tratamentos com 24 horas de inoculação, sendo que a maior porcentagem de infecção ocorreu no potencial -0,4 MPa associado ao tempo de inoculação de 24 horas, e a menor nos potenciais -1,0 MPa com tempo de 72 horas e -1,2 MPa com

tempo de 48 horas. Esse resultado mostra que *D. tritici-repentis* apresenta crescimento rápido e penetra facilmente nos tecidos protetores das sementes, não necessitando de longos períodos de exposição da semente ao patógeno. Os resultados são diferentes dos encontrados por Machado et al. (2001a) com os fungos *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. e *Cephalosporium acremonium* Corda, os quais necessitam de maiores períodos de contato das sementes com a colônia do patógeno para apresentarem maiores percentuais de sementes infectadas.

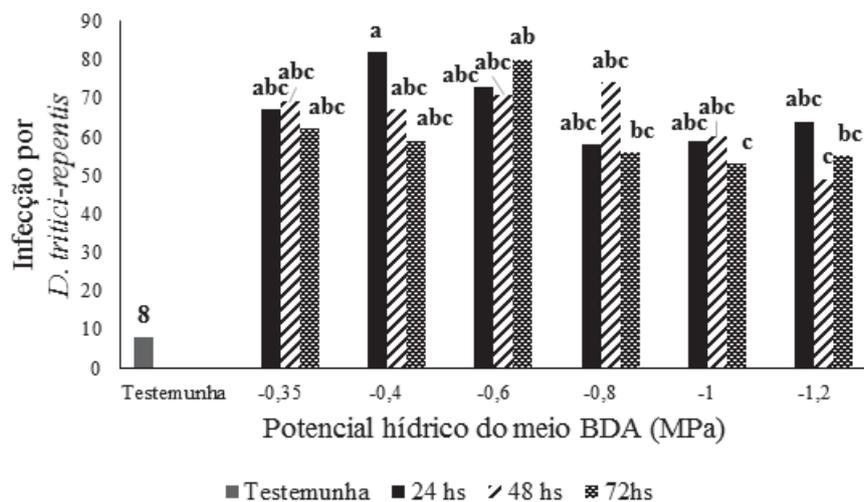


Figura 5 - Porcentagem de infecção de sementes com *Drechslera tritici-repentis*, após inoculação em diferentes potenciais hídricos do meio BDA, nos tempos de inoculação de 24, 48 e 72 horas. UPF, Passo Fundo/RS, 2014. CV%=16. Letras distintas sobre as colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

4 CONCLUSÕES

Há estímulo ao crescimento micelial nos potenciais hídricos mais elevados. O tempo de exposição das sementes ao inóculo de 24 horas é suficiente para a infecção. O potencial hídrico de -0,6 MPa, além de estimular o crescimento micelial e de utilizar pequena quantidade de manitol, favorece a infecção por *D. tritici-repentis*, sem afetar negativamente a germinação e a emergência de plântulas. Períodos de inoculação de 72 horas prejudicam a emergência de plântulas em solo, dificultando estudos posteriores.

CAPÍTULO III

IDENTIFICAÇÃO DE RAÇAS DE *Drechslera tritici-repentis*

VICTÓRIA VIEIRA BERTAGNOLLI¹

RESUMO - O objetivo do trabalho foi identificar, por avaliação fenotípica, as raças do fungo *Drechslera tritici-repentis* em isolados de folhas e sementes de trigo coletados no Rio Grande do Sul e Paraná. Em condições controladas, procedeu-se à inoculação desse fungo sobre um conjunto diferencial de genótipos de trigo. A inoculação foi realizada através da técnica de aspersão de esporos na concentração de 3000 conídios.mL⁻¹ sobre folhas de trigo com duas folhas completamente desenvolvidas. As plantas permaneceram em câmara úmida por 48 horas. Oito dias após a inoculação avaliou-se as lesões sobre as folhas no conjunto diferencial de genótipos de trigo. Inicialmente, foi avaliada a severidade dos sintomas, para verificar resistência ou suscetibilidade dos genótipos aos isolados, e, após, o tipo de sintoma (necrose ou clorose), classificando em raças previamente descritas. Foram encontradas as raças 1, 2, 4 e 7 do fungo, sendo que a raça 4 foi encontrada em maior frequência (56,25%), seguido pela raça 2 (18,75%) e 7 (18,75%), e em menor frequência a raça 1 (6,25%). É a primeira vez que se relata a presença das raças 4 e 7 no Brasil. A raça 4 foi encontrada em maior proporção em isolados obtidos de sementes, sendo este o primeiro trabalho que inclui isolados de sementes no Brasil.

Palavras-chave: inoculação, mancha-amarela, sintomas, raças.

¹ Agrônoma, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração Fitopatologia.

IDENTIFICATION OF *Drechslera tritici-repentis* RACES

ABSTRACT - The objective of this study was to identify, by phenotypic evaluation, the races of the fungus *Drechslera tritici-repentis* in isolates from leaves and wheat seeds collected in Rio Grande do Sul and Paraná. Under controlled conditions, inoculation of the fungus was made on a differential set of wheat genotypes. Spores were applied at a concentration of 3×10^3 conidia mL⁻¹ on wheat plants with two fully developed leaves. The plants were kept under high humidity for 48 hours, and eight days after inoculation, the lesions on the leaves in the differential set of wheat genotypes were evaluated. Initially the severity of symptoms was rated to verify resistance or susceptibility of the genotypes to the isolates. After that, the type of symptom (necrosis or chlorosis) was evaluated and classified according to previously described races. Races 1, 2, 4 and 7 of the fungus were identified among the isolates. Race 4 was present at the highest frequency (56.25%), followed by races 2 (18.75%) and 7 (18.75%), and race 1 (6.25%) was the least frequent. This is the first report of the identification of races 4 and 7 in Brazil. Race 4 was found more frequently in isolates collected from seeds as opposed to leaves. This is the first report of the identification of Brazilian isolates originating from seeds.

Keywords: inoculation, tan spot, symptoms, races.

1 INTRODUÇÃO

A mancha-amarela da folha do trigo é a doença que mais cresce no Cone Sul da América do Sul (KOHLI et al., 1992). Desde os anos de 1970, a doença vem se tornando um grande problema para a cultura do trigo, causando danos na produtividade das principais áreas cultivadas (REES et al., 1981; TEKAUZ 1976).

Segundo Krupinsky (1992a), o fungo *D. tritici-repentis* é um organismo difícil de ser estudado, devido à alta variação dos sintomas e das interações entre isolados, genótipos e ambiente. Além disso, *D. tritici-repentis* apresenta grande variabilidade em sua morfologia, genoma e patogenicidade (DOS SANTOS et al., 2002). O conhecimento da variação da virulência e da patogenicidade do patógeno é importante para o desenvolvimento de cultivares com resistência durável, no combate às doenças de plantas (ARAYA, 2003). No Brasil, poucos trabalhos têm sido realizados para identificação de raças de *D. tritici-repentis*. Até o momento, foram descritas as raças 1, 2 e 8 para isolados brasileiros (SANTANA et al., 2008; ALI & FRANCL, 2002).

A identificação das raças desse fungo é baseada no tipo de toxina específica ao hospedeiro produzida pelo patógeno, que resulta em sintomas de clorose ou necrose sobre um conjunto diferencial de genótipos de trigo (LAMARI et al., 2003). A pesquisa sobre as raças mais frequentes de *D. tritici-repentis* no Brasil é de suma importância, visto que essas informações são essenciais para o direcionamento dos programas de melhoramento genético de trigo, permitindo que estes possam desenvolver cultivares com maior nível de resistência, tornando

o cultivo mais sustentável, através do menor custo de produção, e menor risco ambiental.

Tendo em vista que a identificação de raças de *D. tritici-repentis* no Brasil é pouco estudada, necessita-se de mais pesquisas para identificar as raças existentes desse fungo, visando auxiliar os programas de melhoramento genético. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo identificar, por avaliação fenotípica, as raças do fungo *D. tritici-repentis* (previamente descritas por Lamari et al., 1995; 2003; Strelkov et al., 2002; Ali & Francl, 2003), através de isolados de folhas e sementes de trigo coletados no Rio Grande do Sul e Paraná.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante os anos 2013 e 2014 na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, em Passo Fundo, Rio Grande do Sul. O experimento foi realizado em diferentes etapas, todas descritas a seguir.

2.1 Obtenção dos isolados de *Drechslera tritici-repentis*

A partir das análises sanitárias com plaqueamento em meio sólido batata-dextrose-ágar (BDA) (BRASIL, 2009) de sementes de trigo utilizadas no Capítulo I, houve identificação das colônias de *Drechslera* spp. Estas foram repicadas para meio de cultura batata-sacarose-ágar (BSA) (200 g de extrato de batata descascada + 20 g de sacarose + 20 g ágar + água destilada para 1 L de meio) (BOOTH, 1971). Além disso, folhas com sintomas de mancha-amarela foram coletadas em municípios do RS e PR (Tabela 1). Estas foram submetidas à desinfestação com álcool 70% por 30 segundos, e após, com hipoclorito de sódio a 1% durante dois minutos. Foram enxaguadas com água destilada por três vezes, e após secas em papel filtro previamente esterilizado. Os tecidos foliares afetados foram recortados no tamanho de 0,5 mm² e dispostos em placas de Petri com 9 mm de diâmetro sobre o meio de cultura BSA. O material foi incubado em câmara de crescimento com temperatura de 22 °C e fotoperíodo de 12 horas, durante sete dias. Após esse período, nos locais onde foi observado o crescimento de colônias de *Drechslera* spp., estas foram

repicadas novamente para placas de Petri com meio BSA e incubadas até que atingissem 2/3 da área das placas.

Os isolados obtidos tanto de sementes como de folhas de trigo foram armazenados em refrigerador com temperatura de 10 °C.

2.2 Esporulação dos isolados de *Drechslera tritici-repentis*

Os isolados oriundos de folhas e sementes de trigo foram submetidos ao processo de esporulação, visando em primeiro momento realizar o isolamento monospórico (ALFENAS et al., 2007) para obtenção da cultura pura e para garantir que a espécie em experimento era *D. tritici-repentis*, e em outra etapa, para realizar a inoculação através da aspersão de esporos.

Fragmentos de micélio dos isolados armazenados em BSA foram transferidos para placas com meio suco V8-ágar (200 mL de suco V8 + 3 g de CaCO₃ + 20 g de ágar + 850 mL de água destilada) (PATRICK, 1955). As placas foram incubadas durante cinco dias no escuro com temperatura de 25 °C, até atingir aproximadamente 3-4 cm de diâmetro. Após esse período, foram adicionados aproximadamente 3 mL de água destilada e esterilizada por placa de Petri, e com a utilização da base do tubo de ensaio esterilizado, o micélio aéreo foi levemente pressionado e compactado. Descartou-se a água das placas e estas foram vedadas com filme plástico e incubadas por 24 horas com luz contínua a 20 °C e após mais 12 horas de escuro a 16 °C (RAYMOND et al., 1985). Quando os conídios estavam formados, foram colocados 5 mL de água destilada esterilizada por placa e os conídios foram removidos da colônia com a base do tubo de ensaio.

A suspensão foi então vertida em Becker, com posterior coleta de amostras de 10 μ L para contagem do número de conídios em microscópio óptico com magnitude de 100 vezes.

2.3 Isolamento monospórico de *Drechslera tritici-repentis*

Alíquotas de 10 μ L de água destilada contendo esporos de *D. tritici-repentis* foram colocadas sobre lâminas transparentes de microscópio para a contagem do número de conídios e posterior ajuste da suspensão para alcançar 8 conídios/10 μ L de água destilada.

Após, esse mesmo volume foi espalhado sobre a superfície de meio de cultura ágar-água (20 g ágar + 1000 mL água destilada) em placas de Petri, as quais foram incubadas em câmara de crescimento por 8 h, a 25 °C, na presença de luz. Com auxílio de microscópio e estilete, pequenas porções de meios contendo um esporo germinado foram transferidas para outras placas contendo meio de cultura BSA, sendo incubadas até o crescimento das colônias puras do fungo.

2.4 Produção de inóculo de *Drechslera tritici-repentis*

Após obter as colônias puras de *D. tritici-repentis*, estas foram submetidas ao processo de esporulação, conforme descrito anteriormente. Para cada isolado de *D. tritici-repentis*, foram utilizadas aproximadamente trinta placas de Petri para o processo de esporulação.

2.5 Inoculação de *Drechslera tritici-repentis*

Inicialmente, foi semeado o conjunto diferencial padrão de genótipos de trigo para detecção das raças. Os genótipos utilizados foram Glenlea, Katepwa, 6B-662, 6B-365, Salamouni e ND-495, doados pela Embrapa Trigo, Passo Fundo. A semeadura foi realizada em potes de plásticos transparentes, perfurados na base e preenchidos com substrato solo e areia na proporção 1:1. Em cada pote, três a quatro plântulas do mesmo genótipo foram mantidas, constituindo uma unidade experimental. O experimento foi realizado em blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições. A cada dois dias, as plantas foram irrigadas com volume conhecido de água, sendo que dez dias após o plantio foi realizada adubação com N-P-K conforme a recomendação da Sociedade Brasileira da Ciência do Solo (2004) para cultura do trigo. Aos 21 dias após a semeadura, quando as plantas estavam no estágio 1.12 (2ª folha desenrolada) (ZADOCKS, 1974), foi realizada a inoculação através da técnica de aspersão de esporos descrita a seguir.

Alíquotas de 10 µL de água destilada contendo esporos de *D. tritici-repentis* foram colocadas sobre lâmina de microscópio para contagem do número de conídios e posterior ajuste da solução para 3.10^3 conídios/mL, sendo esse valor obtido com a contagem de três alíquotas de 10 µL. Duas gotas de Tween 20 foram adicionadas à suspensão de esporos (200 ml) como surfactante.

A inoculação foi realizada sobre o conjunto diferencial de genótipos de trigo, com pulverizador manual de 500 ml sobre as plantas, as quais foram cobertas com sacos plásticos por 48 horas para formação

de câmara úmida. Após esse período, as plantas permaneceram por mais seis dias em câmara de crescimento com temperatura controlada de 18 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 horas.

O experimento foi avaliado oito dias após a inoculação, com notas de 1 a 5 (Figura 1), de acordo com a escala proposta por Lamari e Bernier (1989a): 1 = pequenas manchas com coloração marrom a preta sem necrose ou clorose; 2 = pequenas manchas marrom escuras com pequena quantidade de clorose ou necrose; 3 = pequenas manchas de coloração marrom a preta circundada por halo distinto de clorose ou necrose, não coalescidas; 4 = pequenas manchas de coloração marrom a preta, circundada por necrose bronzeada ou clorose, às vezes coalescidas; 5 = maioria das lesões coalescidas, com tecido afetado necrótico ou clorótico. Nota maior ou igual a 3 mostra que houve suscetibilidade do genótipo, sendo possível, desse modo, classificar os sintomas como necrose ou clorose. Notas inferiores a 3 consideram o genótipo resistente ao isolado testado (LAMARI et al., 2003). Após a avaliação da virulência, foi realizada a classificação em raças (Tabela 1).

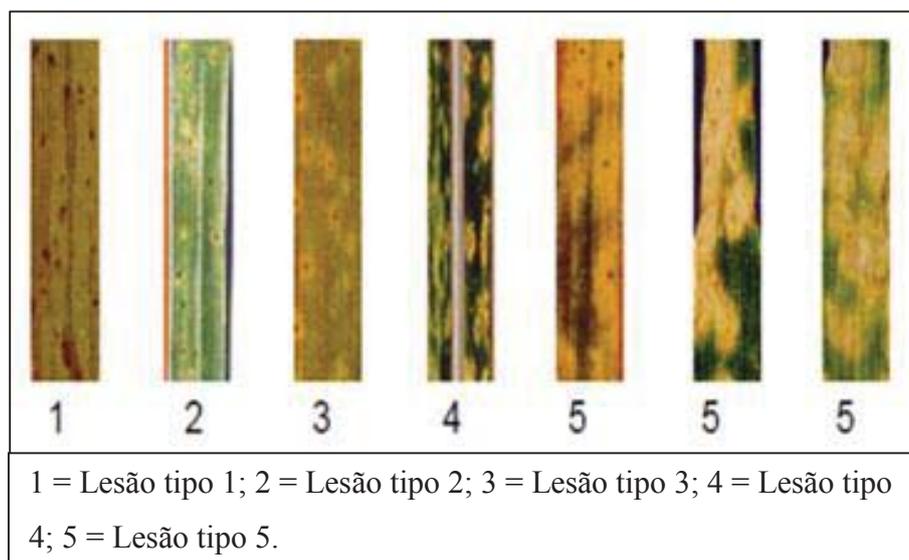


Figura 1 - Escala de notas para lesões causadas por *Drechslera tritici-repentis*, adaptado de Lamari e Bernier (1989a). Fonte: SANTANA, F. M.

Tabela 2 -Reação do conjunto diferencial padrão de genótipos de trigo para oito raças de *Drechslera tritici-repentis*¹

Raça	Conjunto diferencial de genótipos de trigo					
	Glenlea	Katepwa	6B-662	6B-365	Sal. ³	ND-495
1	N (ToxA) ²	N (ToxA)	R	C (ToxC)	R	N (ToxA)
2	N (ToxA)	N (ToxA)	R	R	R	N (ToxA)
3	R	R	R	C (ToxC)	R	R
4	R	R	R	R	R	R
5	R	C (ToxB)	C (ToxB)	R	R	R
6	R	C (ToxB)	C (ToxB)	C (ToxC)	R	*
7	N (ToxA)	N (ToxA) C (ToxB)	C (ToxB)	R	R	*
8	N (ToxA)	N (ToxA) C (ToxB)	C (ToxB)	C (ToxC)	R	*

¹ Elaborado de acordo com Lamari et al. (1995; 2003), Strelkov et al. (2002), Ali & Francl (2003) e Andrie et al. (2007); ²N = necrose; C = clorose; R = resistente; ToxA = presença da ToxA e produção de Ptr ToxA; ToxB = presença deToxB e produção de Ptr ToxB; ToxC = produção de Ptr ToxC, como evidenciado pela inoculação. ³Sal. = Salamouni. *Reação não estudada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos isolados de *Drechslera* spp. obtidos de folhas (39) e sementes (127), apenas oito (20,51%) e 22 (17,32%) esporularam em meio de cultura suco-V8, respectivamente. Destes, foi possível utilizar apenas sete isolados obtidos de folhas e nove obtidos de sementes, já que os demais não forneceram número suficiente de esporos para inoculação. Dentre os 16 isolados testados de *D. tritici-repentis* (Tabela 3), 56,25% resultaram em raça 4, 18,75% em raça 7, 18,75% em raça 2, e 6,25% em raça 1.

Tabela 3 -Frequência das raças de *D. tritici-repentis* sobre *T. aestivum* coletados no Rio Grande do Sul e Paraná. UPF, Passo Fundo, RS, 2014

Raças ^a	Número de isolados ^b	Frequência (%)
1	1	6,25
2	3	18,75
3	0	0,00
4	9	56,25
5	0	0,00
6	0	0,00
7	3	18,75
8	0	0,00

^a Classificados de acordo com Lamari et al. (1995, 2003), Strelkov et al. (2002), Andrie et al. (2007), Ali & Francl (2003); ^b Isolados obtidos de folhas e sementes de trigo, produzido durante as safras de inverno 2012, 2013 e 2014 no Brasil.

A raça 7 é conhecida por produzir as toxinas Ptr Tox A e Ptr Tox B, sendo que a última causa clorose em 6B-662. Já a raça 1 possui duas toxinas, iguais às da raça 7, porém, Ptr Tox B causa clorose

em 6B-365. A raça 2 carrega apenas a toxina Ptr Tox A, que causa necrose nos tecidos dos hospedeiros suscetíveis. Já a raça 4 se refere aos patógenos que não possuem genes de virulência (necrose-clorose), sendo assim não produzem nenhuma das toxinas específicas ao hospedeiro conhecidas até o momento (Ptr Tox A, Ptr Tox B, Ptr Tox C) (LAMARI & BERNIER, 2003). Neste trabalho, foi possível observar que a maior parte dos isolados da raça 4 são oriundos de sementes, sendo que o único isolado obtido de folha que resultou em raça 4 foi o F-12 (Tabela 4).

Tabela 4 -Raças dos isolados de *Drechslera tritici-repentis* obtidos de folhas e sementes, coletados no RS e PR, nas safras 2012, 2013 e 2014. UPF, Passo Fundo, RS, 2014

Isolados	Origem	Município de produção	UF	Cultivar/Linhagem	Raça ¹
S-10	Semente	São Luiz Gonzaga	RS	OR/Biotrigo Quartzo	7
S-11	Semente	São Luiz Gonzaga	RS	FUNDACEP Cristalino	4
S-13	Semente	Ibirubá	RS	OR/Biotrigo Mirante	4
S-14	Semente	Santo Antônio de Palma	RS	OR/Biotrigo Mirante	4
S-15	Semente	São Luiz Gonzaga	RS	BRS Tarumã	4
S-16	Semente	Vacaria	RS	**	4
S-17	Semente	Santo Augusto	RS	OR/Biotrigo Marfim	4
S-18	Semente	Catuípe	RS	TBIO Itaipú	4
S-19	Semente	Santa Bárbara do Sul	RS	OR/Biotrigo Quartzo	4
F-09	Folha	Coxilha	RS	BRS Guamirim	1
F-10	Folha	Santa Rosa	RS	53019*	7
F-11	Folha	Coxilha	RS	OR Ametista	2
F-12	Folha	Santa Rosa	RS	60121*	4
F-13	Folha	Arapuã	PR	TBIO Iguaçu	2
F-14	Folha	Passo Fundo	RS	TBIO Tibagi	7
F-15	Folha	Campo Mourão	PR	BRS Galha Azul	2

¹ Elaborado de acordo com Lamari et al. (1995; 2003), Strelkov et al. (2002), Ali & Franci (2003) e Andrie et al. (2007); * Genótipo não comercial; **Cultivar não especificada.

Em estudo realizado por Ali & Francl (2003) com isolados da região Nordeste de Dakota do Norte – Estados Unidos, apenas 5% dos isolados de *D. tritici-repentis* obtidos de folhas de trigo foram agrupados na raça 4. No entanto, para isolados de *D. tritici-repentis* obtidos de outras gramíneas hospedeiras do patógeno, 98% foram agrupados na raça 4. Dessa forma, afirmam que o trigo, comparado a outras gramíneas, carrega populações completamente diferentes de *D. tritici-repentis*, divergindo dos encontrados no presente trabalho, que mostram a raça 4 prevalecendo nos isolados obtidos de sementes de trigo.

Em relação aos trabalhos que estudaram as raças dos isolados brasileiros de *D. tritici-repentis*, Santana et al. (2008) encontraram a partir de 24 isolados de folhas, 50% dos isolados pertencentes à raça 1 e 50% pertencentes à raça 2. Em trabalho realizado por Ali & Francl (2002), a partir de 19 isolados de *D. tritici-repentis* obtidos de folhas de trigo produzidas no Brasil, se evidenciou que sete foram agrupados em raça 1, e o restante foi agrupado na raça 8, sendo o primeiro relato da raça 8 de *D. tritici-repentis*. Esses resultados divergem em parte dos encontrados no presente trabalho, no qual foi possível identificar as raças 1, 2, 4 e 7 em 16 isolados do Rio Grande do Sul e Paraná. No entanto, reforça a presença das raças 1 e 2 e adiciona a raça 7 como preocupação para o melhoramento genético nos estados estudados. Além disso, entre os trabalhos de raças publicados com isolados brasileiros, este é o primeiro que inclui isolados a partir de sementes.

As raças 1 e 2 são predominantes na América do Norte (ALI & FRANCL, 2003). A maior parte dos isolados identificados como raça

5 são originados do Norte da África, América do Norte e Azerbaijão (ALI et al., 1990; ALI & FRANCL, 2003; LAMARI et al., 1995, 1998; STRELKOV et al., 2002). As raças 6, 7 e 8 foram identificadas em coleções originadas do Azerbaijão, Síria, Turquia, e América do Sul (ALI & FRANCL, 2002; LAMARI et al., 2003; STRELKOV et al., 2002). Em estudo recente sobre estrutura de raças no Irã, Momeni et al. (2014) agruparam 90% dos isolados em raça 1 e 10% em raça 2.

Em trabalho realizado por Andrie et al. (2007), salienta-se que para garantir a detecção da amplitude de variação fisiológica entre os isolados de *D. tritici-repentis* para a classificação das raças, sempre que possível, os trabalhos devem incluir análises fenotípicas e genotípicas dos isolados, e eventual expansão do conjunto diferencial de genótipos de trigo. Sendo assim, sugere-se que estudos moleculares com isolados de *D. tritici-repentis* sejam realizados a fim de assegurar os resultados encontrados até o momento. No Brasil, estudos de análises morfológicas e de RAPD (Random amplified Polymorphic DNA) com isolados de *D. tritici-repentis* têm sido realizados (PUJOL et al., 2002), porém, ainda se conhece muito pouco sobre a variabilidade de isolados em função da região geográfica de origem, do manejo adotado, entre outros fatores. O acompanhamento da evolução do patógeno no tempo é essencial, pois dessa forma pode-se desenvolver tecnologia voltada para as necessidades e com menor impacto ambiental, como por exemplo, cultivares resistentes ou parcialmente resistentes a *D. tritici-repentis*.

Nesse sentido, Faries et al. (2013) salientaram a necessidade de expandir os estudos relacionados a interação entre *D. tritici-repentis* e genótipos de trigo, para permitir a criação de

ferramentas cada vez mais precisas e funcionais para caracterizar o patossistema e desenvolver genótipos de trigo resistentes à mancha-amarela.

4 CONCLUSÕES

O trabalho relata pela primeira vez as raças 4 e 7 de *D. tritici-repentis* no Brasil, sendo a raça 4 obtida em maior proporção em isolados de sementes. Sugere-se estudos moleculares para confirmar resultados obtidos até o momento.

CAPÍTULO IV

DESEMPENHO DE FUNGICIDAS PARA O CONTROLE DE MANCHA-AMARELA NA CULTURA DO TRIGO

VICTÓRIA VIEIRA BERTAGNOLLI¹

RESUMO – Buscou-se verificar a eficiência agronômica de fungicidas para o controle da mancha-amarela. O trabalho foi dividido em dois experimentos, executados de forma independente durante os anos de 2013 e 2014. O experimento I, safra 2013, foi composto por nove tratamentos, incluindo fungicidas dos grupos químicos triazol e estrobilurina aplicados no alongamento, emborrachamento e florescimento da cultura. Para esse experimento, utilizou-se o cultivar TBio Pioneiro. O experimento II, safra 2014, foi constituído de sete tratamentos, incluindo fungicidas dos grupos químicos triazol, estrobilurina, dicarboximida (iprodiona) e ditiocarbato (mancozeb) aplicados no afilhamento, alongamento, emborrachamento e florescimento da cultura. Para esse experimento, utilizou-se a cultivar OR/Biotrigo Mirante. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro. Durante a safra 2013, a adição de propiconazol à mistura trifloxistrobina + prothioconazol proporcionou maior eficiência de controle. Em relação à safra de trigo 2014, a adição do fungicida protetor (iprodiona ou mancozebe) à mistura (triazol + estrobilurina) proporcionou eficiência de controle igual ou superior a

70%. Os tratamentos com fungicidas proporcionaram um aumento significativo de rendimento e de qualidade de sementes (peso de mil sementes e peso do hectolitro).

Palavras-chave: *Drechslera tritici-repentis*, rendimento, controle químico.

FUNGICIDE PERFORMANCE FOR TAN SPOT CONTROL IN WHEAT CROP

ABSTRACT – This work intended to checked the efficacy of fungicides to control wheat tan spot. The work was divided in two experiments running independently during the years 2013 and 2014 growing seasons. The experiment I, season 2013, was composed by 9 treatments, including fungicides triazole and strobilurin, applied at elongation, booting and flowering stages. In this experiment, TBIO Pioneiro wheat cultivar was used. The experiment II, season 2014, was composed by 7 different treaments, including fungicides from chemical groups of triazole, strobilurin, dicarboximide (iprodone) and dithio-carbamates (mancozeb) applied at tillering, elongation, booting and flowering stages. In this experiment, it was used the wheat cultivar OR/Biotrigo Mirante. The design was a randomized block one, with four replications. Data were subjected to analysis of variance and the means compared by Tukey test at 5% probability. During the 2013 season, the addition of propiconazole to the mixture trifloxystrobin + prothioconazole provided greater control efficiency. Regarding the

wheat crop in 2014, the addition of protectant fungicides (mancozeb or iprodione) to the mixture (triazole + strobilurin) was able to raise the control efficacy to more than 70%. The fungicide treatments provided a significant increase in yield and seeds quality (thousand seeds weight and hectolitre weight).

Keywords: *Drechslera tritici-repentis*, yield, chemical control.

1 INTRODUÇÃO

A mancha-amarela é uma doença que ganha importância aos olhos da pesquisa e dos produtores de trigo por provocar danos de até 59% no rendimento de grãos (COLSON et al., 2003). Nesse sentido, genótipos comerciais com baixos níveis de resistência, monocultura, sistema plantio direto (JØRGENSEN & OLSEN, 2007) e condições climáticas favoráveis (SANTANA & CHAVES, 2009) são fatores que influenciam positivamente para o desenvolvimento da mancha-amarela.

Ao passo que programas de melhoramento buscam desenvolver genótipos de trigo resistentes à mancha-amarela, a utilização de fungicidas é uma das principais alternativas para manter o potencial produtivo das lavouras no sul do Brasil. As respostas de rendimento de trigo à aplicação foliar de fungicida é altamente variável, sendo influenciada por alguns fatores, que incluem a resistência genética da cultivar à doença, a quantidade de inóculo presente no campo, o rendimento potencial da cultura, as condições climáticas (DE WOLF et al., 2012.) e a virulência da raça fisiológica do patógeno (NAVARINI et al., 2005). Devido a isso, testes a campo, com diferentes ingredientes ativos e grupos químicos, devem ser realizados, para que se disponibilizem informações sobre os tratamentos mais eficazes no controle da mancha-amarela.

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi verificar a eficiência agrônômica de fungicidas para o controle da mancha-amarela do trigo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na área experimental da UPF, Passo Fundo/RS, localizada a S 28° 13' 36,6" e W 52° 23' 20,6", com aproximadamente 687 metros de altitude, durante as safras de inverno 2013 e 2014. O solo da área experimental é classificado como latossolo vermelho distrófico húmico (Embrapa, 1999). Foram utilizadas as cultivares TBIO Pioneiro na safra 2013, e OR/Biotrigo Mirante na safra 2014. Os ensaios foram conduzidos através do sistema de semeadura direta, e os tratos culturais executados de acordo as Indicações Técnicas para a Cultura do Trigo e Triticale (REUNIÃO, 2013).

A semeadura da cultivar TBIO Pioneiro foi realizada em 03/07/2013 com população de 350 plantas/m², e a semeadura da cultivar OR/Biotrigo Mirante ocorreu em 04/07/2014 com população de 330 plantas/m². Em ambos experimentos, o espaçamento entre linhas foi de 17 cm, sendo que cada parcela mediu 1 m de largura x 5 m de comprimento, com área total e útil 5 m².

Os tratamentos com fungicidas foram aplicados com pulverizador costal de precisão, pressurizado com CO₂, dotado de uma barra de pulverização com 3,0 m de largura e seis bicos tipo leque (TTJ 11003). A pressão de trabalho foi de 1,65 bar (24 libras polegada⁻²) com velocidade de caminhamento de 0,8 m/s, de modo a pulverizar 150 litros de calda por hectare.

A distribuição dos tratamentos nas parcelas seguiu o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Visando um melhor esclarecimento sobre as metodologias particulares dos

experimentos, estas estão descritas na sequência como Experimento I e Experimento II.

Experimento I - Safra 2013, cultivar TBIO Pioneiro

Os fungicidas utilizados neste experimento pertencem aos grupos químicos triazol e estrobilurina (Tabela 1).

Tabela 1 - Ingrediente ativo, produto comercial, e dose dos fungicidas utilizados nos tratamentos para o controle de mancha amarela no trigo, cv. TBio Pioneiro, safra 2013. UPF, Passo Fundo, RS, 2013

Ingrediente ativo (i. a.)	Produto comercial (p.c.)	Dose	
		g i. a. ha ⁻¹	L p.c.ha ⁻¹
Epoxiconazol + piraclostrobina ¹	Opera®	25 + 66,5	0,5
Azoxistrobina + ciproconazol ²	Priori Xtra®	60 + 24	0,3
Protioconazol + trifloxistrobina ³	Fox®	70 + 60	0,5
Propiconazol	Tilt®	100	0,4
Epoxiconazol	Rubric®	62,5	0,75

¹Adicionado Assist 0,5% v/v; ²Adicionado Nimbus 600ml.ha⁻¹; ³Adicionado Aureo 0,25% v/v.

O experimento consistiu na aplicação de nove tratamentos com fungicidas na parte aérea da cultura, mais a testemunha (ausência de fungicida) (Tabela 2), sendo as aplicações realizadas nos estádios 6 (primeiro nó do colmo visível), 10 (bainha da folha bandeira completamente desenvolvida, sem espigas visíveis) e 10.5.1 (início do florescimento), de acordo com a escala de Feekes & Large (LARGE, 1954).

Tabela 2 - Tratamentos para controle de mancha-amarela na cultura do trigo, cv. TBio Pioneiro, safra 2013. UPF, Passo Fundo, RS, 2013

Trat. ²	Estádio fenológico ¹		
	Alongamento	Emborrachamento	Floroescimento
1	Testemunha	Testemunha	Testemunha
2	epoxiconazol + piraclostrobina	epoxiconazol + piraclostrobina	epoxiconazol + piraclostrobina
3	epoxiconazol + piraclostrobina + (propiconazol)	epoxiconazol + piraclostrobina	epoxiconazol + piraclostrobina
4	epoxiconazol + piraclostrobina + (epoxiconazol)	epoxiconazol + piraclostrobina	epoxiconazol + piraclostrobina
5	azoxistrobina + ciproconazol	azoxistrobina + ciproconazol	azoxistrobina + ciproconazol
6	azoxistrobina + ciproconazol + (propiconazol)	azoxistrobina + ciproconazol	azoxistrobina + ciproconazol
7	azoxistrobina + ciproconazol + (epoxiconazol)	azoxistrobina + ciproconazol	azoxistrobina + ciproconazol
8	protioconazol + trifloxistrobina	protioconazol + trifloxistrobina	protioconazol + trifloxistrobina
9	protioconazol + trifloxistrobina + (propiconazol)	protioconazol + trifloxistrobina	protioconazol + trifloxistrobina
10	protioconazol + trifloxistrobina + (epoxiconazol)	protioconazol + trifloxistrobina	protioconazol + trifloxistrobina

¹De acordo com Feekes & Large (LARGE, 1954); ²Tratamentos.

Experimento II - Safra 2014, cultivar OR/Biotrigo Mirante

Os fungicidas utilizados neste experimento pertencem aos grupos químicos triazol, estrobilurina, dicarboximida e ditiocarbamato (Tabela 3).

Tabela 3 - Ingrediente ativo, produto comercial e dose dos fungicidas utilizados nos tratamentos para o controle de mancha-amarela no trigo, cv. OR/Biotrigo Mirante, safra 2014. UPF, Passo Fundo, RS, 2014

Ingrediente Ativo (i.a.)	Produto comercial (p.c.)	Dose		
		p.c.ha ⁻¹	Unidade	g. i.a. ha ⁻¹
Azoxistrobina + ciproconazol	Priori Xtra®	0,300	L	60 + 24
Protioconazol + trifloxistrobina	Fox®	0,495	L	86,63 + 74,25
Propiconazol	Tilt®	0,405	L	101,3
Epoxiconazol	Rubric®	0,800	L	100
Propiconazol + difeconazol	Score Flexi®	0,202	L	50,5 + 50,5
Iprodiona	Rovral®,	0,750	L	375
Mancozeb	Unizeb Gold®	1,500	kg	1125

¹Adicionado Nimbus 600ml.ha⁻¹; ²Adicionado Aureo 0,25% v/v.

O experimento consistiu em sete tratamentos com fungicidas na parte aérea da cultura, mais a testemunha (ausência de fungicida) (Tabela 4), sendo as aplicações realizadas nos estádios 3 (afilhos formados), 6 (primeiro nó do colmo visível), 10 (bainha da folha bandeira completamente desenvolvida, sem espigas visíveis), e 10.5.1 (início do florescimento), de acordo com a escala de Feekes & Large (LARGE, 1954).

Tabela 4 -Tratamentos para controle de mancha-amarela na cultura do trigo, cv. OR/Biotrigo Mirante, safra 2014. UPF, Passo Fundo, RS, 2014

Trat. ²	Estádios fenológicos ¹			
	Afilhamento	Alongamento	Emborrachamento	Florescimento
1	Testemunha	Testemunha	Testemunha	Testemunha
2	Protioconazol + trifloxistrobina	Protioconazol + trifloxistrobina	Protioconazol + trifloxistrobina	Protioconazol + trifloxistrobina
3	Azoxistrobina + ciproconazol + (propiconazol)	Azoxistrobina + ciproconazol + (propiconazol)	Azoxistrobina + ciproconazol	Azoxistrobina + ciproconazol
4	Protioconazol + trifloxistrobina + (propiconazol)	Protioconazol + trifloxistrobina + (propiconazol)	Protioconazol + trifloxistrobina	Protioconazol + trifloxistrobina
5	Protioconazol + trifloxistrobina + (epoxiconazol)	Protioconazol + trifloxistrobina + (epoxiconazol)	Protioconazol + trifloxistrobina	Protioconazol + trifloxistrobina
6	Protioconazol + trifloxistrobina + (propiconazol + difeconazol)	Protioconazol + trifloxistrobina + (propiconazol + difeconazol)	Protioconazol + trifloxistrobina	Protioconazol + trifloxistrobina
7	Protioconazol + trifloxistrobina + (iprodiona)	Protioconazol + trifloxistrobina + (iprodiona)	Protioconazol + trifloxistrobina	Protioconazol + trifloxistrobina
8	Protioconazol + trifloxistrobina + (mancozebe)	Protioconazol + trifloxistrobina + (mancozebe)	Protioconazol + trifloxistrobina	Protioconazol + trifloxistrobina

¹De acordo com a escala de Feeks & Large (1954); ²Tratamentos.

2.1 Avaliações

A partir da amostragem de cinco plantas de trigo por parcela, foram realizadas quatro avaliações da severidade da mancha-amarela em ambos os ensaios, sempre nove dias após as aplicações com fungicidas. No caso da cultivar TBio Pioneiro, que contou com três

aplicações de fungicidas, a quarta avaliação foi realizada aos 18 dias após a última aplicação. Além disso, foram elaborados gráficos que mostram o desenvolvimento da doença no tempo, a partir dos valores médios de severidade nas quatro avaliações.

A mancha-amarela ocorreu em condições naturais, sem utilização de inoculação artificial. A colheita das parcelas foi realizada no dia 17 de novembro de 2013 para a cultivar TBio Pioneiro e 11 de novembro de 2014 para a cultivar OR/Biotrigo Mirante.

A partir dos valores de severidade das quatro avaliações, foram calculadas as Áreas Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), de acordo com Ribeiro do Vale et al. (2004). Tais áreas representam a quantidade total de doenças ocorrida durante o ciclo da cultura, utilizando a fórmula: $AACPD = \sum \{(S_t + S_{t-1})/2\} \times \Delta t$, onde S_t é a intensidade da doença no tempo t , S_{t-1} é a intensidade da doença no tempo $t-1$ e Δt é o intervalo de tempo, em dias, entre as avaliações. A eficiência de controle foi calculada para a terceira avaliação de severidade no experimento I, e para a quarta avaliação de severidade no experimento II, utilizando-se a fórmula de Abbot (1925).

Após a colheita das parcelas, foram determinados o percentual de umidade das sementes, o peso de mil sementes (g) e o peso do hectolitro ($Kg.hl^{-1}$) e foi calculado o rendimento de sementes ($kg.ha^{-1}$), corrigido para umidade de 13%. O rendimento relativo de cada tratamento foi calculado em relação à média do rendimento de sementes da testemunha por meio da seguinte fórmula: $RR (\%) = (RS_P \times 100) / RS_T$ onde: RR = rendimento relativo, RS_P = rendimento de sementes da parcela, RS_T = rendimento médio da testemunha.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro. Na análise estatística dos dados, foi utilizado o programa computacional SASM - Agri (CANTERI et al., 2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I - Safra 2013, cultivar TBio Pioneiro

A maior severidade de mancha-amarela foi observada no tratamento 1 (testemunha) (17,6%) (Tabela 5), não diferindo estatisticamente dos tratamentos 5 (3 aplicações de azoxistrobina + ciproconazol) e 7 (3 aplicações de azoxistrobina + ciproconazol, adicionado epoxiconazol na primeira aplicação). A menor severidade ocorreu no tratamento 9 (3 aplicações de protioconazol + trifloxistrobina, com adição de propiconazol na primeira aplicação), sendo que este diferiu estatisticamente do tratamento 1 (testemunha).

Em relação à eficiência de controle, esta variou entre os tratamentos. Apesar de todas as misturas com estrobilurina + triazol apresentarem controle a partir de 34% neste experimento, e embora o fato de serem relatadas como eficazes por Correa et al. (2013), a adição de maior quantidade de triazol a mistura (estrobilurina + triazol) pode garantir maior eficiência no controle, sendo isso detectado no presente trabalho.

O tratamento 9 foi o que apresentou maior eficiência de controle (72%), sendo que os dois tratamentos que apresentaram menor eficiência foram os tratamentos 5 e 7 (34%), ambos com aplicações de azoxistrobina + ciproconazol, porém, o tratamento 7 teve adição do fungicida epoxiconazol na primeira aplicação. A explicação para o resultado de menor eficiência de controle apresentada pelos dois tratamentos descritos acima é a menor quantidade de triazol na formulação, pois a dose de ciproconazol é de 24 g i.a./ha, comparado,

por exemplo, com o protioconazol (tratamento 9) que apresenta 70 g i.a./ha, e segundo Navarini & Balardin (2012), as manchas foliares são melhor controladas pelos triazóis.

De acordo com Reunião Técnica da Cultura do Trigo e Triticale (2006), um bom controle das doenças do trigo é atingido quando o fungicida apresenta eficiência superior a 70%, e um controle regular é quando a eficiência fica entre 50 a 70%. Portanto, o tratamento que apresentou um bom controle, em conformidade com os critérios acima descritos, foi o tratamento 9, e todos os outros, exceto os tratamentos 5 e 7, apresentaram um controle regular, com eficiência variando de 58 a 66%.

As menores áreas abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) ocorreram nos tratamentos 2 (3 aplicações de epoxiconazol + piraclostrobina) e 9, as quais não diferiram estatisticamente dos tratamentos 3, 4, 6, 8 e 10. A maior AACPD ocorreu no tratamento 1 (testemunha), conforme previsto, porém, não diferiu dos tratamentos 5, 6 e 7. O trabalho realizado por Fiallos et al. (2011) mostrou que a aplicação de piraclostrobina + epoxiconazol + óleo vegetal com ponta de pulverização de XR 11001 e piraclostrobina + epoxiconazol + óleo vegetal com ponta de pulverização AIRMIR 11001 proporcionou maior eficácia no controle da mancha-amarela.

Tabela 5 – Severidade, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e eficiência de controle (EC) de *Drechslera tritici-repentis*, safra 2013, c.v. TBio Pioneiro.UPF, Passo Fundo, RS, 2013

Tratamento	Severidade (%)	EC (%)	AACPD
1 Testemunha	17,6 a ¹	-	294,1 a
2 3x(epoxi+pira) ²	7,0 bc	60	137,7 d
3 1x(epoxi+pira+(propi) ³)+2x(epoxi+pira)	7,0 bc	60	142,7 cd
4 1x(epoxi+pira+(epoxi) ⁴)+2x(epoxi+pira)	7,4 bc	58	160,4 bcd
5 3x(azoxis+cipro) ⁵	11,6 ab	34	247,7 ab
6 1x(azox+cipro+(propi))+2x(azox+cipro)	11,2 b	36	214,1 abcd
7 1x(azox+cipro+(epoxi))+2x(azox+cipro)	11,7 ab	34	241,5 abc
8 3x(protio+triflo) ⁶	7,0 bc	60	157,0 bcd
9 1x(protio+triflo+(propi))+2x(protio+triflo)	4,8 c	72	124,1 d
10 1x(protio+triflo+(epoxi))+2x(protio+triflo)	6,9 bc	60	147,0 cd
C.V. (%)	27		22

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro; ²Epoxiconazol+piraclostrobina; ³Propiconazol; ⁴Epoxiconazol; ⁵Azoxistrobina+ciproconazol; ⁶Protioconazol+trifloxistrobina.

Em relação ao progresso da doença (Figura 1), pode se observar que testemunha sofreu inicialmente maior pressão de doença do que os outros tratamentos com fungicidas, indicando presença de inóculo na área no início do alongamento ou antes. A partir do dia 06 de outubro aumentou a pressão de doença nas plantas, a qual voltou a cair somente no final do ciclo da cultura. A quantidade de chuva durante os períodos de avaliação estiveram próximo a normal pluviométrica da área, com total de 184 mm acumulados em setembro e 186,4 mm acumulados em outubro.

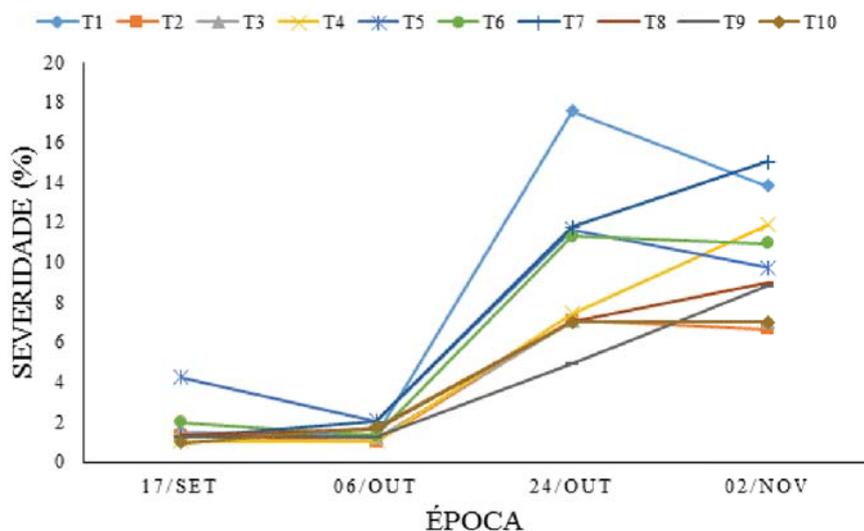


Figura 1- Progresso da doença mancha-amarela da folha do trigo na cultivar TBio Pioneiro, safra 2013, durante as quatro épocas de avaliações da severidade na cultura. UPF, Passo Fundo, RS, 2014.

Os maiores rendimentos (Tabela 6) foram observados nos tratamentos 2 (5.034,1 kg/ha), 3 (5.072,5 kg/ha) e 9 (4955,0 kg/ha), apesar de esses não diferirem estatisticamente dos demais tratamentos. O maior rendimento relativo foi obtido no tratamento 3 (30,57%), o qual produziu 1.187,5 kg/ha a mais do que o tratamento 1 (testemunha) (3885,0 Kg/ha). Fungicidas com epoxiconazol e piraclostrobina em sua constituição atuam na fisiologia da planta, incrementando os teores de micronutrientes nos tecidos e prolongando o tempo que a cultura permanece com área foliar fotossinteticamente ativa (LENZ et al., 2011), e como consequência permite maior produção de fotoassimilados e maior rendimento. Dessa forma, a utilização de fungicidas é uma ferramenta importante para minimizar os danos

causados pelas doenças, sendo uma medida emergencial, rápida e eficiente.

O peso do hectolitro não apresentou diferença estatística entre os tratamentos testados, assim como o peso de 1000 sementes.

Tabela 6 - Rendimento, rendimento relativo (RR), peso hectolitro (PH) e peso de 1000 sementes (PMS), safra 2013, cv. TBio Pioneiro. UPF, Passo Fundo, RS, 2014

Tratamento	Rendimento (kg.ha ⁻¹)	RR ¹ (%)	PH	PMS (g)
0 Testemunha	3885,0 b ⁷	-	81 ns ⁸	33 ns
2 3x(epoxi+pira) ²	5034,1 a	129	80	34
3 1x(epoxi+pira+(propi) ³)+2x(epoxi+pira)	5072,5 a	130	82	32
4 1x(epoxi+pira+(epoxi) ⁴)+2x(epoxi+pira)	4616,6 ab	118	82	33
5 3x(azoxis+cipro) ⁵	4877,5 ab	125	81	32
6 1x(azox+cipro+(propi))+2x(azox+cipro)	4694,1 ab	120	81	34
7 1x(azox+cipro+(epoxi))+2x(azox+cipro)	4934,1 ab	127,	81	30
8 3x(protoio+triflo) ⁶	4778,3 ab	122	81	36
9 1x(protoio+triflo+(propi))+2x(protoio+triflo)	4955,0 a	127	81	33
¹ 0 1x(protoio+triflo+(epoxi))+2x(protoio+triflo)	4317,5 ab	111	81	33
C.V. (%)	9,19		1,28	7,69

¹Rendimento relativo em relação à testemunha; ²Epoxiconazol+piraclostrobina; ³Propiconazol; ⁴Epoxiconazol; ⁵Azoxistrobina+ciproconazol; ⁶Protioconazol+trifloxistrobina; ⁷Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro; ⁸Não significativo.

Experimento II - Safra 2014, cultivar OR/Biotrigo Mirante

Em relação aos valores de severidade (Tabela 7), os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si. No entanto, houve um bom controle da doença nos tratamentos 7 (quatro aplicações de protioconazol + trifloxistrobina, adicionada as duas primeiras

iprodiona) e 8 (quatro aplicações de protioconazol + trifloxistrobina, adicionada as duas primeiras mancozebe), e controle regular nos tratamentos 4 (quatro aplicações de protioconazol + trifloxistrobina, adicionada as duas primeiras propiconazol), 5 (quatro aplicações de protioconazol + trifloxistrobina, adicionada as duas primeiras epoxiconazol) e 6 (quatro aplicações de protioconazol + trifloxistrobina, adicionada as duas primeiras propiconazol + difeconazol), conforme a consideração da Reunião (2006). Isso pode ser explicado com base na inclusão de mais um grupo químico aos tratamentos 7 e 8, pois foram utilizados os grupos químicos triazol e estrobilurinas nas quatro aplicações, mais a utilização de um fungicida de contato (iprodiona ou mancozebe) nas duas primeiras aplicações, assegurando um maior espectro de ação nos tratamentos e melhor controle da mancha-amarela. Tanto o mancozebe como a iprodiona são fungicidas protetores, e estes apresentam amplo espectro de ação antifúngica, atuando em doses relativamente elevadas (CAMARGO, 2011).

O trabalho realizado por Pereira et al. (2012a) com mancozebe na cultura do milho, mostrou que a severidade da doença cercospora, causada por *Cercospora zae-maydis* Tehon & E.Y. Daniels, diminuiu com duas aplicações de mancozebe. Também na cultura do milho, mancozebe foi eficiente no controle da mancha branca (*Phaeosphaeria maydis* (Henn.) Rane, Payak & Renfro) (PEREIRA et al., 2012b), e da ferrugem causada por *Puccinia polysora* Underw. (ALMEIDA PINTO, 2004).

O menor controle ocorreu no tratamento 2 (4 aplicações de protioconazol + trifloxistrobina), com eficiência de 40,36%. Isso se

explica devido a menor dose de triazol no tratamento 2, quando comparado aos tratamentos 3, 4, 5 e 6, pois apresenta até 53,9% menos triazol. O triazol é mais importante do que a estrobilurina para o controle de expansão da lesão (RANZI, 2012), e, dessa forma, o controle responde positivamente à adição de mais triazol. Esse manejo é fundamental em cenários favoráveis a manchas foliares, que apresentam cultivares suscetíveis, monocultura de trigo e condições ambientais favoráveis.

A maior AACPD ocorreu para o tratamento 1 (testemunha) (262,4), e a menor AACPD ocorreu no tratamento 8 (105,6), sendo esta 59,75% menor que a testemunha.

Em trabalho realizado por Ranzi (2012), os fungicidas mais eficazes para impedir ou diminuir o processo de expansão da lesão incluem os ingredientes ativos propiconazol, piraclostrobina + epoxiconazol, trifloxistrobina + prothioconazol. No entanto, apesar de este trabalho mostrar um bom desempenho desses fungicidas, deixa claro que a adição de mais um fungicida de contato à mistura (triazol + estrobilurina), ou adição de maior quantidade de triazol contribui para que os tratamentos apresentem controle superior.

Tabela 7 - Severidade, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e eficiência de controle (EC) de *Drechslera tritici-repentis*, safra 2014, c.v. OR/Biotrigo Mirante.UPF, Passo Fundo, RS, 2014

Tratamento	Severidade (%)	EC (%)	AACPD
1 Testemunha	23,1 ns ⁸	-	262,4 a ⁹
2 4x(prot+tri) ¹	13,7	40	233,0 ab
3 2x(azo+cipro+(prop) ²)+2x(azo+cipro) ³	12,8	44	160,6 ab
4 2x(prot+tri+(prop))+2x(prot+tri)	8,3	63	164,7 ab
5 2x(prot+tri+(epo) ⁴)+2x(prot+tri)	10,5	54	136,0 ab
6 2x(prot+tri+(prop+dife) ⁵)+2x(prot+tri)	9,6	58	213,0 ab
7 2x(prot+tri+(ipro) ⁶)+2x(prot+tri)	5,6	75	152,7 ab
8 2x(prot+tri+(manc) ⁷)+2x(prot+tri)	6,8	70	105,6 b
C.V. (%)	69,3		35,0

¹Protioconazol+trifloxistrobina; ²Propiconazol; ³Azoxistrobina+Ciproconazol; ⁴Epoxiconazol; ⁵Propiconazol+Difeconazol; ⁶Iprodiona; ⁷Mancozebe; ⁸Não significativo; ⁹Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Em relação ao progresso de doença no tempo (Figura 2), é possível observar que houve um aumento na quantidade de doença a partir do dia 2 de outubro para todos os tratamentos, com exceção do tratamento 7 (quatro aplicações de protioconazol + trifloxistrobina, adicionada as duas primeiras iprodiona), indicando um período de maior pressão de doença sobre as plantas. No entanto, a partir dessa data, o progresso da doença foi visivelmente reduzido nos tratamentos com fungicidas, quando comparado ao tratamento testemunha.

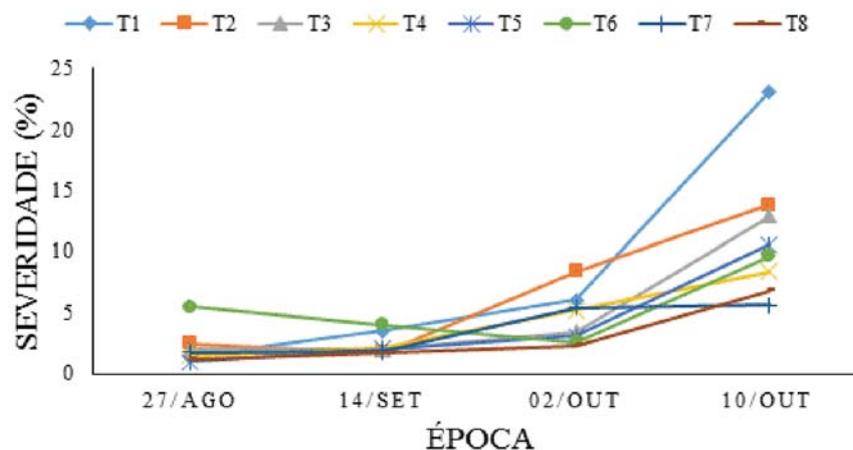


Figura 2 – Progresso da doença mancha-amarela da folha do trigo sobre a cultivar OR/Biotrigo Mirante, safra 2014, durante as quatro épocas de avaliação da severidade na cultura. UPF, Passo Fundo, RS, 2014.

Em relação ao rendimento, todos os tratamentos com fungicidas foram estatisticamente iguais entre si, e superiores à testemunha (Tabela 8). Kuhnem Junior et al. (2009) também não observaram diferença significativa entre os fungicidas testados para rendimento com a cultivar Ônix.

O aumento mínimo de rendimento devido à utilização de fungicidas foi de 114 % (1.200,96 Kg/ha) no tratamento 2, e o máximo de 174 % (1.822,37 Kg/ha) no tratamento 6. Em trabalho realizado por Kuhnem Junior et al. (2009), o maior aumento de rendimento devido ao uso de fungicidas, em relação à testemunha, foi de 166%.

Assim como o rendimento, o peso do hectolitro diferiu estatisticamente apenas para o tratamento 1 (testemunha), o qual foi inferior a todos os tratamentos com fungicidas. O peso de mil sementes (PMS) foi significativamente superior nos tratamentos 3, 4, 5, 6, 7 e 8,

diferindo estatisticamente do tratamento 1. O tratamento 2 foi estatisticamente igual a todos os tratamentos.

O uso de fungicidas promoveu incremento no rendimento de grãos, peso hectolitro e peso de mil sementes, concordando com a tendência dos resultados de outros autores. De acordo com Navarini & Balardin (2012), tratamentos com fungicidas proporcionam um aumento significativo de rendimento, e de qualidade de grãos (peso de mil grãos, peso hectolitro e força de glúten). Kuhnem Junior et al. (2009) mostraram que o controle com fungicida proporcionou incremento significativo no rendimento e no peso de grãos, comparados à testemunha (sem aplicação de fungicidas).

Tabela 8 - Rendimento, rendimento relativo (RR), peso hectolitro (PH) e peso de 1000 sementes (PMS), safra 2014, cv. OR/Biotrigo Mirante. UPF, Passo Fundo, RS, 2014

Tratamento	Rendimento (Kg.ha ⁻¹)	RR ⁹ (%)	PH	PMS (g)
1 Testemunha	1044,7 b ⁸	-	54 b	18,2 b
2 4x(prot+tri) ¹	2245,7 a	214	64 a	24,0 ab
3 2x(azo+cipro+(prop) ²)+2x(azo+cipro) ³	2485,9 a	237	66 a	26,2 a
4 2x(prot+tri+(prop))+2x(prot+tri)	2582,0 a	247	66 a	25,8 a
5 2x(prot+tri+(epo) ⁴)+2x(prot+tri)	2717,3 a	260	65 a	25,5 a
6 2x(prot+tri+(prop+dife) ⁵)+2x(prot+tri)	2867,1 a	274	65 a	25,2 a
7 2x(prot+tri+(ipro) ⁶)+2x(prot+tri)	2606,3 a	249	66 a	25,9 a
8 2x(prot+tri+(manc) ⁷)+2x(prot+tri)	2562,0 a	245	66 a	26,1 a
C.V.(%)	18,1		4,3	9,9

¹Protiocanazol+trifloxistrobina; ²Propiconazol; ³Azoxistrobina+Ciproconazol; ⁴Epoxiconazol; ⁵Propiconazol+Difeconazol; ⁶Iprodiona; ⁷Mancozebe; ⁸Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro; ⁹Rendimento relativo.

O ano de 2014 foi chuvoso durante os meses de setembro e outubro, com precipitação acima da normal (INMET, s.d.). Sendo

assim, sugere-se que o uso de fungicidas em anos que apresentam chuvas acima da normal respondam mais à utilização de fungicidas na cultura do trigo do que em anos menos chuvosos, no que se refere ao aumento do rendimento relativo, peso do hectolitro e peso de mil sementes. Além disso, Ranzi & Forcelini (2013) salientam a necessidade de um manejo preventivo para as manchas foliares, com a inclusão de cultivares menos suscetíveis, da rotação de culturas, do tratamento de sementes e da aplicação de fungicida, no máximo, até o aparecimento dos sintomas iniciais da doença.

4 CONCLUSÕES

A adição de propiconazol, mancozeb ou iprodiona na mistura (protioconazol + trifloxistrobina) apresenta potencial para controle de mancha-amarela igual ou maior que 70%. Em anos chuvosos, a resposta de aumento de rendimento a aplicação de fungicidas é significativamente superior em relação à testemunha, podendo interferir em qualidade de grãos/sementes, através do aumento de peso do hectolitro e peso de mil sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, Annapolis, v. 18, n. 1, p. 265-267, 1925.

ADEGBUYI, E.; COOPER, S. R.; DON, R. Osmotic priming of some herbage grass seed using polyethyleneglycol (PEG). *Seed Science & Technology*, Zurich, v. 9, n. 3, p. 867-78, 1981.

ALAM, S.; JOYCE, D.; WEARING, A. Effects of equilibrium relative humidity on in vitro growth of *Botrytis cinerea* and *Alternaria alternata*. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, Collingwood, v. 36, n. 3, p. 383-388, 1996.

ALFENAS, A. C.; FERREIRA, F. A.; MAFIA, R. G.; GONÇALVES, R. C. Isolamento de fungos fitopatogênicos. In: ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. *Métodos em fitopatologia*. Viçosa: UFV, 2007. p. 53-86.

ALI, S. FRANCL, L. J. A new race of *P. tritici-repentis* from Brazil. *Plant Disease*, Fargo, v. 86, n. 9, p. 1050, 2002.

_____. Population race structure of *Pyrenophora tritici-repentis* prevalent on wheat and noncereal grasses in the great plains. *Plant Disease*, Fargo, v. 87, n. 4, p. 418-422, 2003.

ALI, S.; FRANCL, L. J.; DE WOLF, E. D. First report of *Pyrenophora tritici-repentis* race 5 from North America. *Plant Disease*, Fargo, v. 83, p. 591, 1990.

ALMEIDA PINTO, N. F. J. Controle químico de doenças foliares em milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 3, n. 1, p. 134-138, 2004.

ANDRIE, R. M.; PANDELOVA, I.; CIUFFETTI, L. M. A combination of phenotypic and genotypic characterization strengthens *Pyrenophora tritici-repentis* race identification. *Phytopathology*, Corvallis, v. 97, p. 694 -701, 2007.

ARAYA, C. M. Coevolución de interacciones hospedante patógeno en frijol común. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 28, p. 221-228, 2003.

ARDUIM, G. S.; REIS, E. M.; BARCELLOS, A. L. Sensibilidade de *Puccinia triticina* quando tratadas curativamente com diferentes fungicidas *in vivo*. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 32, n. 0424, 2007.

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; FAGLIARI, J. R.; SANTOS, J. L. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 29, n. 1, p. 98-106, 2007.

BAILEY, K. L. Diseases under conservation tillage system. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v. 76, p. 635–6399, 1996.

BALANCE, G. M.; LAMARI L.; BERNIER C. C. Purification and characterization of a host-selective necrosis toxin from *Pyrenophora tritici-repentis*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, Michigan, v. 35, n. 3, p. 203-213, 1989.

BANSAL, R. P.; BHATI, P. R.; SEN, D.N. Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. *Biologia Plantarum*, Praga, v. 22, n. 5, p. 327-31, 1980.

BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. *Illustrated genera of imperfect fungi*. 3. ed. Minneapolis: Burgess Publishing Company, 1972. 241 p.

BARROCAS, E. N.; MACHADO, J. C. Introdução a patologia de sementes e testes convencionais de sanidade de sementes para a detecção de fungos fitopatogênicos. *Informativo ABRATES*, Londrina, v. 20, n. 3, 2010.

BARROS, B. C.; CASTRO, J. L.; PATRÍCIO, F. R. A. Resposta de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) ao controle químico das principais doenças fúngicas da cultura. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 32, n. 3, 2006.

BEDENDO, I. P. Manchas foliares. In: AMORIN, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. *Manual de fitopatologia*. 4. ed. São Paulo: Ceres, 2011. p. 459.

BEDENDO, I. P.; AMORIN, L. Ambiente e doença. In: AMORIN, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. *Manual de fitopatologia*. 4. ed. São Paulo: Ceres, 2011. p. 133-147.

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

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. Nova York: Plenum Press, 1994, 445p.

BHOWMIK, T.P. *Alternaria* seed infection of wheat. *Plant Disease*, Fargo, v. 53, p. 77-80, 1969.

BOCALTCHUK, B.; CHAVES, M. S.; LIMA, M. I. P. M.; COSTAMILAN, L. M.; MACIEL, J. L. N.; SALVADORI, J. R.; GAMBATTO, A. *Características e cuidados com algumas doenças do trigo*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. (Documentos online, 64).

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

BOOTH, C. *The Genus Fusarium*. Surrey: Commonwealth Mycological Institute, 1971, 237p.

BRACCINI, A. L. *Relação entre potencial hídrico, condicionamento osmótico e qualidade fisiológica de sementes de soja (Glycine max (L.) Merrill)*. 1996. 135 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996. Disponível em: <http://www.posfitotecnia.ufv.br/?page_id=66>. Acesso em: 13 maio 2014.

BRADFORD, K. J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *Hortscience*, Alexandria, v. 21, n. 5, p. 1105-1112, 1986.

BRASIL. Decreto nº 5.153, 2004, de 23 de julho de 2004. Aprova o Regulamento da Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas - SNSM, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 23 de julho de 2004, 183º da Independência e 116º da República.

_____. Projeto de instrução normativa SDA nº, de 2004. Padrões fitossanitários nas sementes – proposta de regulamentação. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, nº 3, 6 jan. 2004.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de Análise Sanitária de Sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 200 p.

BRUM, A. L.; HECK, C. R. A economia do trigo no Rio Grande do Sul: breve histórico do cereal na economia do estado. *Análise*, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 29-44, 2005.

BRUM, A. L.; HECK, C. R.; LEMES, C. L. As políticas brasileiras de fomento à cultura do trigo: uma revisão histórica. *Redalyc*, Ijuí, v. 2, n. 3, p. 95-117, 2004.

CAMARGO, L. E. A. Controle Genético. IN: AMORIN, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. *Manual de Fitopatologia*. 4. ed. São Paulo: Ceres, 2011. p. 349.

CAMARGO, R. *Condicionamento fisiológico de sementes de cafeeiro (Coffea arabica L.)*. 1998. 108 f. Dissertação (Mestrado Agronomia / Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/10820/2624>>. Acesso em: 04 ago. 2014.

CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM - Agri : Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. *Revista Brasileira de Agrocomputação*, Ponta Grossa, v. 1, n. 2, p. 18-24, 2001.

CARVALHO, J. C. B. *Uso da restrição hídrica na inoculação de Colletotrichum lindemuthianum em sementes de feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.)*. 1999. 98 f. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br>>. Acesso em: 09 abr. 2014.

CARVALHO, J. C. B.; MACHADO, J. C.; VIEIRA, M. G. G. C. Crescimento micelial de *Colletotrichum lindemuthianum* em relação à restrição hídrica do substrato agarizado. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 25, n. 4, p. 999-1005, 2001.

CASA, R. T.; KUHNEM JUNIOR, P. R. Danos causados nos hospedeiros. In: REIS, E. M. *Seminário sobre giberela em cereais de inverno*. Coletânea de trabalhos. Passo Fundo: Berthier, p. 73-86, 2011.

CASA, R. T.; KUHNEM JUNIOR, P. R.; BOGO, A.; BELANI, A. M. M.; BOLZAN, J. M.; OLIVEIRA, F. S.; BLUM, M. M. C. Survey, survival and control of *Alternaria alternata* in wheat seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 34, n. 3 p. 358-365, 2012.

CELANO, M. M.; MACHADO, J. C.; JACCOUD FILHO, D. S.; GUIMARÃES, R. M. Avaliação do potencial de uso da restrição hídrica em teste de sanidade de sementes de trigo visando à detecção de fungos. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 34, n. 4, p. 613-618, 2012.

CIUFFETTI, L. M.; TUORI, R. P. Advances in the characterization of the *Pyrenophora tritici-repentis*-wheat interaction. *Phytopathology*, Corvallis, v. 89, p. 444-449, 1999.

COLSON, E. S.; PLATZ, G. J.; USHER, T. R. Fungicidal control of *Pyrenophora tritici-repentis* in wheat. *Australasian Plant Pathology*, Murdoch, v. 32, p. 241-246, 2003.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB Estudos de prospecção de mercados: safra 2012/2013. Brasília: Levantamento Agosto/2012, p. 136-148, 2012.

_____. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Safra 2014/15 (Segundo Levantamento)*. Brasília, n. 2, p. 1-98, 2014.

CORREA, D.; NAKAI, E. H.; JUNIOR, J. M.; COSTA JUNIOR, A. C. Eficiência de fungicidas no controle de doenças foliares do trigo no Paraná. *Acta Iguazu*, Cascavel, v. 2, n. 1, p. 20-28, 2013.

COUTINHO, W. M. *Uso da restrição hídrica no controle da germinação de sementes de arroz (Oryza sativa L.) e feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) em testes de sanidade*. 2000. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br>>. Acesso em: 09 ago. 2014.

COUTINHO, W. M.; MACHADO, J. C.; VIEIRA, M. G. G. C.; GUIMARÃES, R. M.; FERREIRA, D. F. Uso da restrição hídrica na inibição ou retardamento da germinação de sementes de arroz e feijão submetidas ao teste de sanidade em meio ágar-água. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 23, n. 2, p. 127-135, 2001.

CUNHA, G. R.; MALUF, J. R. T.; HAAS, J. C.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M. B. M. *Regionalização climática e suas implicações para o potencial de rendimento de grãos de trigo no Rio Grande do Sul*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 23 p.

CUNHA, G. R.; SCHEEREN, P. L.; PIRES, J. L. F.; MALUF, J. R. T.; PASINATO, A.; CAIERÃO, E.; SÓ E SILVA, M.; DOTTO, S. R.; CAMPOS, L. A. C.; FELÍCIO, J. C.; CASTRO, R. L. de; MARCHIORO, V.; RIEDE, C. R.; ROSA FILHO, O.; TONON, V. D.; SVOBODA, L. H. *Regiões de adaptação para trigo no Brasil*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 10 p. (Circular Técnica Online, 20).

DANELLI, A. D.; VIANA, E.; FIALLOS, F. G. Fungos patogênicos detectados em sementes de trigo de ciclo precoce e médio, produzidas em três lugares do Rio Grande do Sul, Brasil. *Scientia Agropecuaria*, Trujillo, v. 1, p. 67-74, 2012.

DANELLI, A. L. D.; REIS, E. M.; FIALLOS, F. R. G. Etiologia e intensidade de manchas foliares em cultivares de trigo em três locais do Rio Grande do Sul, Brasil. *Scientia Agropecuaria*, Trujillo, v. 2, p. 149-155, 2011.

DE WOLF E. D.; EFFERTZ R. J.; ALI, S.; FRANCL, L. J. Vistas of tan spot research. *Canadian Journal of Plant Pathology*, Ottawa, v. 20, p. 349-370, 1998.

DE WOLF, E.; BOCKUS, W.; SHOUP, D.; EDDY, R.; DUNCAN, S.; SHROYER, J. *Evaluating the need for wheat foliar fungicides*. Disponível em: <<http://www.ksre.ksu.edu/bookstore/pubs/MF3057.pdf>>. Acesso em: abr. 2013.

DE WOLF, E. D. Tan Spot. Disponível em: <<http://www.plantpath.ksu.edu/doc1186.ashx>>. Acesso em: 15 nov. 2013.

DEUNER, C.C.; SIMIONI, D.; CHAVARRIA, G.; TAZZO, I. F.; SEIDEL, G.. Resposta das cultivares de trigo ao controle químico. In: CONGRESSO DE FITOPATOLOGIA, 42., 2009, Rio de Janeiro. *Resumos...* Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/59848/1/Avaliac_ao_fungicidas.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2013.

DHINGRA, O. O. Prejuízos causados por microorganismos durante o armazenamento de sementes. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, n. 7, v. 1, p. 139-146, 1985.

DIEHL, J. A. Reação de cultivares de trigo à podridão comum das raízes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 17, n. 12, p. 1733-1735, 1982.

DONI-FILHO, L. *Efeito do condicionamento fisiológico no comportamento de sementes de feijão (Phaseolus vulgaris L.)*. 1992. 108 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba: ESALQ/USP, 1992. Disponível em: <http://cascavel.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1217>. Acesso em: 18 abr. 2014.

DOS SANTOS, A. M. P. V.; MATSUMURA, A. T. S.; VAN DER SAND, S. T. Intraspecific genetic diversity of *Drechslera tritici-repentis* as detected by a random amplified polymorphic DNA analysis. *Genetic and Molecular Biology*, Ribeirão Preto, v. 25, p. 243-250, 2002.

DUNIWAY, J. M. Water relations of water molds. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v. 17, n. 1, p. 431-460, 1979.

EFFERTZ, R. J.; MEINHARDT, S. W.; ANDERSEN, J. A.; JORDAHL, J. G.; FRANCL, L. J. Identification of a chlorosis-inducing toxin from *Pyrenophora tritici-repentis* and the chromosomal location of an insensitivity locus in wheat. *Phytopathology*, Corvallis, v. 92, p. 527-533, 2002.

EIRA, M. T. S. *Condicionamento osmótico de sementes de alface (Lactuca sativa L.): efeitos sobre a germinação e desempenho sobre estresses hídrico, salino e térmico*. 1998. 90 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"-USP, Piracicaba, 1998. Disponível em: <<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/busca?b=ad&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22EIRA,%20M.%20T.%20S.%22>>. Acesso em: 12 ago. 2014.

ELLIS, M. B. *Dematiaceous Hyphomycetes*. Surrey: Commonwealth Mycological Institute, 1971, 608 p.

EMBRAPA. *Trigo*. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/trigo1>>. Acesso em: 07 nov. 2014.

EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solo*. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999, 412 p.

EYAL, Z.; SCHAREN, A. L.; PRESCOTT, J. M.; VAN GINKEL, M. *The septoria diseases of wheat: concepts and methods of disease management*. México (DF): CIMMYT, 1987, 52 p.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA – FAO. *FAO Statistical Yearbook 2013: World food and agriculture*. Roma: FAO, 2012, 160 p.

_____. *Normas internacionais para medidas fitossanitárias*. Disponível em: <https://www.ippc.int/largefiles/NIMF_16_2002_PTFINAL_0_0.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2014.

_____. *Food and agricultural commodities production*. 2012. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 09 dez. 2014.

_____. *Production*. 2013. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/E>>. Acesso em: 09 dez. 2014.

FARIS, J. D.; LIU, Z.; XU, S. S. Genetics of tan spot resistance in wheat. *Theoretical and applied genetics*, Stuttgart, v. 126, n. 9, p. 2197-2217, 2013.

FARIAS, C. R. J.; DEL PONTE, E. M.; CORRÊA, C. L.; AFONSO, A. P.; PIEROBOM, C. R. Infecção de sementes de trigo com *Bipolaris sorokiniana* pela técnica de restrição hídrica. *Tropical plant pathology*, Brasília, v. 35, n. 4, p. 253-257, 2010.

FARIAS, C. R. J.; DEL PONTE, E. M.; CORRÊA, C. L.; PIEROBOM, C. R. Crescimento radial de *Bipolaris sorokiniana* em resposta a indução de restrição hídrica por solutos osmóticos em meio agarizado. *Revista brasileira de agrociência*, Pelotas, v. 10, n. 4, p. 457-460, 2004.

_____. Inibição de germinação de sementes de trigo e milho em teste de sanidade em substrato de papel. *Revista brasileira de agrociência*, Pelotas, v. 9, n. 2, p. 141-144, 2003.

FERREIRA, L. G. R. *Fisiologia vegetal: relações hídricas*. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1988. 137 p.

FIALLOS, F. R. G.; BOLLER, W.; FERREIRA, M. C.; DURÃO, C. F. Eficiência de fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do trigo, em resposta à aplicação com diferentes pontas de pulverização. *Scientia Agropecuaria*, Trujillo, v.2, p. 229-237, 2011.

FIDELIS, R. R.; ROCHA, R. N. C.; LEITE, U. T.; TANCREDI, F. D. Alguns aspectos do plantio direto para a cultura da soja. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 19, n. 1, p. 23-31, 2003.

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, p. 55-60, 2005.

GIROTTO, L.; ALVES, J. D.; DEUNER, S.; ALBUQUERQUE, A. C. S.; TOMAZONI, A. P. Tolerância à seca de genótipos de trigo utilizando agentes indutores de estresse no processo de seleção. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 59, n. 2, p. 192-199, 2012.

GLOBO RURAL. *Importação de trigo dos EUA pelo Brasil cairá 'drasticamente' em 2015*. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2014/10/importacao-de-trigo-dos-eua-pelo-brasil-caira-drasticamente-em-2015.html>>. Acesso em: 5 set. 2014.

GOMES, D. P.; ROCHA, V. S.; PEREIRA, O. L.; SOUZA, M. A. Sanidade de sementes de trigo provenientes do programa de melhoramento da UFV. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E X ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 14, 2012, São José dos Campos. Anais...São José dos Campos: Univap, 2012.

GOULART, A. C. P. *Qualidade sanitária de sementes de trigo, soja e milho produzidas em Mato Grosso do Sul*. Dourados: Embrapa-CPAO, 1998. (Boletim de Pesquisa, 7).

GUIMARÃES, R.M. *Efeito do condicionamento osmótico sobre a germinação e desempenho de sementes de algodão (Gossypium hirsutum L.) sob condições ideais e de estresse térmico, hídrico e salino*. 1991. 78 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras: ESALQ/UFLA, 1991. Disponível em: < <http://www.prpg.ufla.br/fitopatologia/pesquisa-e-publicacoes/>>. Acesso em: 20 dez. 2014.

MOMENI, H.; ABOUKHADDOUR, R.; JAVAN-NIKKHAH, M.; RAZAVI, M.; NAGHAVI, M. R.; AKHAVAN, A.; STRELKOV, S. E. Race identification of *Pyrenophora tritici-repentis*. *Journal of Plant Pathology*, Pisa, v. 96, n. 2, p. 287-294, 2014.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, Y. J. Invigoration of seeds. *Seed Science and Technology*, Zurique, v. 3, n. 3, p. 881-888, 1975.

HOSFORD, Jr., R. M. A form of *Pyrenophora trichostoma* pathogenic to wheat and other grasses. *Phytopathology*, Corvallis, v. 61, p. 28-32, 1971.

_____. Tan spot of wheat and related diseases. Fargo: North Dakota Agricultural Experiment Station, 1982. 24p.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. *Boletim agroclimatológico mensal*. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/arq/upload/BOLETIM-AGRO_MENSAL_2012.pdf>. Acesso em 12 dez. 2014.

JØRGENSEN, L. N.; OLSEN L. V. Control of tan spot (*Drechslera tritici-repentis*) using cultivar resistance, tillage methods and fungicides. *Crop Protection*, Slagelse, v. 26, p. 1606–1616, 2007.

KHAN, T. N. Effect of light on sporulation in *Drechslera tritici-repentis*. *Transactions of the British Mycological Society*, London, v. 56, n. 2, p. 309-311, 1971.

KOBAYASTI, L.; PIRES, A. P. Levantamento de fungos em sementes de trigo. *Pesquisa agropecuária tropical*, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 572-578, 2011.

KOHLI, M. M.; MEHTA, Y. R.; DE ACKERMANN, M. D. Spread of tan spot in the Southern Cone Region of South America. In: FRANCL, L.; KRUPINSKY, J., J. M.; MCMULLEN, M. P. *Advances in Tan Spot Research*. Fargo: Proceedings of the second international tan spot workshop, 1992. p. 25-26.

KRUPINSKY, J. M. Aggressiveness of isolates *Pyrenophora tritici-repentis* obtained from wheat in the northern Great Plains. *Plant Disease*, Fargo, v.76, p. 87-91, 1992a.

_____. Grass hosts of *Pyrenophora tritici-repentis*. *Plant disease*, Fargo, v. 76, n. 2. p. 92-95, 1992b.

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

LAGO, H. M. S.; DAMASO, L. F.; COSTA, F. R.; RIBEIRO, M. C.; CARVALHO, D. D. C.; RODRIGUES, F. Incidência de fungos fitopatogênicos em sementes de sorgo em pós-colheita. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012. Águas de Lindóia. *Anais... Águas de Lindóia*, 2012.

LAMARI, L., SAYOUD, R., BOULIF, M.; BERNIER, C. C. Identification of a new race of *Pyrenophora tritici-repentis*: Implications for the current pathotype classification system. *Canadian Journal of Plant Pathology*, Ottawa, v. 17, p. 312-318, 1995.

LAMARI, L.; BERNIER, C. C. Evaluation of wheat lines and cultivars to tan spot (*Pyrenophora tritici-repentis*) based on lesion type. *Canadian Journal of Plant Pathology*, Ottawa, v. 11, p. 49-56, 1989a.

_____. Virulence of isolates of *Pyrenophora tritici-repentis* on 11 wheat cultivars and cytology of the differential host reactions. *Canadian Journal of Plant Pathology*, Ottawa, v. 11, p. 284-290. 1989b.

_____. Toxin of *Pyrenophora tritici-repentis*: Host-specificity, significance in disease, and inheritance of host reaction. *Phytopathology*, Corvallis, v. 79, p. 740-744, 1989c.

LAMARI, L.; STRELKOV, S.; 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*, Corvallis, v. 93, p. 391-396, 2003.

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

LARGE, E.C. Growth stages in cereals: illustration of the Feekes scale. *Plant Pathology*, Londres, v. 3, p. 128-129, 1954.

LAZZARI, F.A. A redução da qualidade pela atividade fúngica. In: SIMPÓSIO DE PROTEÇÃO DE GRÃOS ARMAZENADOS, 1993, Passo Fundo. *Anais...* Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, p.70-78, 1993.

LENZ, G.; COSTA, I.F.D.; ARRUE, A.; CORADINI, C.; DRESSLER, V. L.; MELLO, P. A. Severidade de doenças e manutenção da área foliar verde em função da aplicação de micronutrientes e fungicidas em trigo. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 37, n. 2, p. 119-124, 2011.

LOUGHMAN, R.; DEVERALL, B. J. Infection of resistant and susceptible cultivars of wheat by *Pyrenophora tritici-repentis*. *Plant Pathology*, Londres, v. 35, p. 443-450, 1986.

LUTTRELL, E. S. Parasitismo of fungi on vascular plants. *Mycologia*, Lawrence, v. 66, 1974. 15p.

LUZ, W. C.; BERGSTROM, G. C. Effect of temperature on tan spot development in spring wheat cultivars differing in resistance. *Canadian Journal of Plant Pathology*, Ottawa, v. 8, p. 451-454, 1986.

MACHADO NETO, N. B.; CUSTÓDIO, C. C.; COSTA, P. R.; DONÁ, F. L. Deficiência hídrica induzida por diferentes agentes osmóticos na germinação e vigor de sementes de feijão. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 28, n. 1, p. 142-148, 2006.

MACHADO, J. C.; OLIVEIRA, J. A.; VIEIRA, M. G. G. C.; ALVES, M. C. Controle da germinação de sementes de soja em testes de sanidade pelo uso da restrição hídrica. *Revista brasileira de sementes*, Londrina, v. 25, n. 2, 2003.

_____. Uso da restrição hídrica na inoculação de fungos em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*). *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 26, n. 1, p. 62-67, 2004.

_____. Uso da restrição hídrica na inoculação de fungos em sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 23, n. 2, p. 88- 94, 2001a.

_____. Inoculação artificial de sementes de soja por fungos, utilizando solução de manitol. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 23, n. 2, p. 95-101, 2001b.

MATHUR, S.B.; CUNFER, B.M. *Seed-borne diseases and seed health testing of wheat*. Oxfordshire: Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries, 1993. 168 p.

MEHTA, Y. R. Produção de conídios, período de esporulação e extensão da lesão por *Helminthosporium sativum* nas folhas-bandeiras de trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.16, p.77-79, 1981.

MENTEN, J. O. M. *Patógenos em sementes*. São Paulo: Ciba Agro, 1995. 321 p.

MICHEL, B. E.; RADCLIFFE, D. A. Computer program relating solute potential to solution composition for five solutes. *Agronomy Journal*, Madison, v. 87, p. 126-130, 1995.

MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; TRINDADE, M. G.; CÁNOVAS, A. D. *A cultura do trigo irrigado no Sistema Plantio Direto*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa. 2006. (Circular técnica, 78).

NAVARINI, L.; DALLAGNOL, L. J.; BALARDIN, R. S.; DIDONE, H. T.; RUBIN, G. Controle químico das doenças foliares em cultivares de trigo. *Revista da FZVA*, Uruguaiiana, v. 12, n. 1, p. 34-43, 2005.

NAVARINI, L.; BALARDIN, R.S. Doenças foliares e o controle por fungicidas no rendimento e qualidade de grãos de trigo. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 38, n. 4, p. 294-299, 2012.

NEERGARD, P. *Seed pathology*. 2. ed. London: Mc Millan Press, v. 1, 1979.

OLIVEIRA, J. A. *Efeito do tratamento fungicida em sementes e no controle de tombamento de plântulas de pepino (Cucumis sativus L.) e pimentão (Capsicum annuum L.)*. 1991. 111 f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) - Lavras: ESAL/UFLA, 1991. Disponível em: <<http://www.prrg.ufla.br/fitopatologia/pesquisa-e-publicacoes/>>. Acesso em: 06. Abr. 2014.

OROLAZA, N. P., LAMARI, L.; BALLANCE, G. M. Evidence of a hostspecific chlorosis toxin from *Pyrenophora tritici-repentis*, the causal agent of tan spot of wheat. *Phytopathology*, Corvallis, v. 85, p. 1282-1287, 1995.

PARBERY, D. G. Trophism and the ecology of fungi associated with plants. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, Oxford, v. 71, p. 473-527, 1996.

PARRY, D. W.; JENKINSON, P.; MCLEOD, L. Fusarium ear blight (scab) in small grain cereals – a review. *Plant Pathology*, Londres, v. 44, p. 207-238, 1995.

PATEL, J. S.; MEINHARDT, S. W.; SIEROTZKI, H., STAMMLER, G., GUDMESTAD, N. C.; ADHIKARI, T. B. A two-step molecular detection method for *Pyrenophora tritici-repentis* isolates insensitive to QoI fungicides. *Plant Disease*, Fargo, v. 95, p. 1558-1564, 2011.

PATRICK, M. M. V-8 juice agar as a general purpose medium for fungi and bacteria. *Phytopathology*, Corvallis, v. 45, p. 461-462, 1955.

PEPLER, S.; GOODING, M. J.; FORD, K. E.; ELLIS, R. H. A temporal limit to the association between flag leaf life extension by fungicides and wheat yields. *European Journal of Agronomy*, Taastrup, v. 22, n. 4, p. 363-373, 2005.

PEREIRA, J. L. A. R.; SOUZA, L. T.; REZENDE, E. S. J.; SOUZA, T. T.; VALE, O. R.; SILVA, L. L. R. Eficiência do mancozeb no controle químico da mancha de cercospora na cultura do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012. *Anais... Águas de Lindóia: Embrapa Milho e Sorgo*, 2012a.

PEREIRA, J. L. A. R.; UZAN, J.; REZENDE, E. S. J.; UZAN, B. Z.; ALEXANDRE, N. O.; BATISTA, E. C. Controle químico da mancha branca na cultura do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012. *Anais... Águas de Lindóia: Embrapa Milho e Sorgo*, 2012b.

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. C. Controle das doenças de trigo In: CUNHA, G. R.; BACALTCHUK, B. *Tecnologia para produzir trigo no Rio Grande do Sul*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 200. (Série culturas, 2).

PILL, W. G. Low water potential and pressing germination treatments to improve seed quality. In: BARSA, A. S. (Ed.). *Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications*. New York: Food Products Press, 1994. p. 319-359.

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

PUJOL, V. S. A. M.; SANTOS, M. A. T., VAN DER SAND, S. T. Intraspecific genetic diversity of *Drechslera tritici-repentis* as detected by random amplified polymorphic DNA analysis. *Genetics and molecular biology*, Ribeirão Preto, v. 25, p. 243-250, 2002.

RANZI, C. *Influência de cultivares, do ambiente e fungicidas na expansão de lesão da mancha-amarela do trigo*. 2012. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2012. Disponível em: <<http://www.ppgagro.upf.br/index.php/dissertacoes-teses>>. Acesso em: 07 dez. 2014.

RANZI, C.; FORCELINI, C. A. Aplicação curativa de fungicidas e seu efeito sobre a expansão de lesão da mancha-amarela do trigo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 43, n. 9, p. 1576-1581, 2013.

RAYMOND, P. J.; BOCKUS, W. W.; NORMAN, B. L. Tan spot of winter wheat: procedures to determine host response. *Phytopathology*, Corvallis, v. 75, p. 686-690, 1985.

REES, R. G.; MAYER, R. J.; PLATZ, G. J. Yield losses in wheat from yellow spot: a disease loss relationship derived from single tillers. *Australian Journal of Agricultural Research*, Collingwood, v. 32, p. 851-859, 1981.

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

REIS, E. M.; CASA, R. T. *Doenças do Trigo VI: mancha-amarela da folha*. Passo Fundo: Bayer S. A., 1996. 16 p.

_____. *Doenças dos cereais de inverno: diagnose, epidemiologia e controle*. 2. ed. rev. e atual. Lages: Graphel, 2007. 176 p.

_____. *Patologia de sementes de cereais de inverno*. 1. ed. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1998. 85p.

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

REIS, E. M.; SANTOS, H. P.; 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: CONGRESO INTERAMERICANO DE SIEMBRA DIRECTA, 2., 1992, Villa Giordino. *Anais...* Villa Giordino: Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, 1992. p. 217-236.

REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. *Informações técnicas para a safra 2007, trigo e triticales*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. (Documento técnico, 71).

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. *Informações técnicas para trigo e triticales, safra 2013*. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 2013. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/TrigoTriticale2013.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2014.

_____. *Informações técnicas para trigo e triticales, safra 2015*. Brasília: Embrapa Trigo, 2014. 229 p.

RIBEIRO DO VALE, F. X.; JÚNIOR, W. C. J.; ZAMBOLIM, L. *Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas*. Belo Horizonte: Editora Perfil, 2004. 531 p.

RUSKE, R. E.; GOODING, M. J.; JONES, S. A. The effects of triazole and strobilurin fungicide programmes on nitrogen uptake, partitioning, remobilization and grain N accumulation in winter wheat cultivars. *The Journal of Agricultural Science*, Ottawa, v. 140, n. 4, p. 395-407, 2003.

SANTANA, F. M.; CHAVES, M. S. *Cultivo de trigo*. Passo Fundo: Embrapa, 2009. (Sistemas de Produção, 4).

SANTANA, F. M.; CLEBSCH, C. C.; FRIESEN, T. L. *Caracterização de raças de *Pyrenophora tritici-repentis*, agente etiológico da mancha-amarela do trigo, no sul do Brasil*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 60). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp60.htm>. Acesso em: 05 maio 2014.

SANTANA, F. M.; FRIESEN, T. L. *Mancha-amarela do trigo: caracterização de raças*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. (Documentos Online, 83). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do83.htm>. Acesso em: 15 maio 2014.

SCHILDER, A. C. *Tan spot*. Disponível em: <<http://www.apsnet.org/edcenter/advanced/topics/EpidemiologiaPort/Pages/Disease%20Progress.aspx>>. Acesso em: 02 jan 2014.

SHABEER, A.; BOCKUS, W. W. Tan spot effects on yield and yield components relative to growth stage in winter wheat. *Plant Disease*, Fargo, v. 72, p. 599-602, 1988.

SINGH, P. K.; HUGHES, G. R. Genetic similarity among isolates of *Pyrenophora tritici-repentis*, causal agent of tan spot of wheat. *Phytopathology*, Corvallis, v. 154, p. 178-184, 2006.

SINGH, P. K.; SINGH, R. P. E. DUVEILLER, M.; MERGOUM, T. B. ADHIKARI •E. M. ELIAS. Genetics of wheat–*Pyrenophora tritici-repentis* interactions. *Euphytica*, Wageningen, v. 171, p. 1-13, 2010.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. *Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. 10. ed. Porto Alegre: SBCS, 2004. 400 p.

SOMMERS, L.E., HARRIS, R.F., DALTON, F.N.; GARDNER, W.R. Water potential relations of three root-infecting *Phytophthora* species. *Phytopathology*, Corvallis, v. 60, p. 932-934, 1970.

STRELKOV, S. E.; LAMARI, L. Host-parasite interactions in tan spot (*Pyrenophora tritici-repentis*) of wheat. *Canadian Journal of Plant Pathology*, Ottawa, v. 25, p. 339-349, 2003.

STRELKOV, S. E.; LAMARI, L.; BALANCE, G. M. Characterization of a host-specific protein toxin (Ptr ToxB) from *Pyrenophora tritici-repentis*. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, Saint Paul, v. 12, p.728-732, 1999.

STRELKOV, S. E.; LAMARI, L.; BALLANCE, G. M.; OROLAZA, N. P. Isolation and mode of action of Ptr chlorosis toxin from *Pyrenophora tritici-repentis*. In: KOHMOTO, K.; YODER, O. C. *Molecular Genetics of Host-Specific Toxins in Plant Disease*. Tottori: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 137-138.

STRELKOV, S. E.; LAMARI, L.; SAYOUD, R.; SMITH, R. B. Comparative virulence of chlorosis-inducing races of *Pyrenophora tritici-repentis*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, Ottawa, v. 24, p. 29-35, 2002.

TEKAUZ, A. Distribution, severity and relative importance of leaf spot disease of wheat in western Canada in 1974. *Canadian Plant Disease Survey*, Ontario, v. 56, p. 36-40, 1976.

TOMAS, A.; BOCKUS, W. W. Cultivar specific toxicity of culture filtrate of *Pyrenophora tritici-repentis*. *Phytopathology*, Corvallis, v. 77, p. 1337-1366, 1987.

TOMAS, A.; FENG, G. H.; REECK G. R.; BOCKUS, W. W.; LEACH, J. E. Purification of a cultivar-specific toxin from *Pyrenophora tritici-repentis*, causal agent of tan spot of wheat. *Molecular Plant-Microbe Interactions Journal*, Saint Paul, v. 3, p. 221-224, 1990.

TONIN, R. B.; REIS, E. M. Incidência de *Drechslera* sp.em folhas de trigo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 42., 2009, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: CBFito, 2009.

TONIN, R. F. B.; REIS, E. R.; DANELLI, A. L. D. Etiologia e quantificação dos agentes causais de manchas foliares na cultura do trigo nas safras 2008 a 2011. *Summa phytopathologica*, Botucatu , v. 39, n. 2, 2013.

TUORI, R. P.; WOLPERT, T. J.; CIUFFETTI L. M. Purification and immunological characterization of toxin components from cultures of *Pyrenophora tritici-repentis*. *Molecular Plant-Microbe Interactions Journal*, Saint Paul, v. 8, n. 1 p. 41-48, 1995.

VASQUEZ, G. H. *Condicionamento fisiológico de sementes de soja: efeitos sobre a germinação, vigor e potencial de armazenamento*. 1995. 138 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Piracicaba: ESALQ/USP, 1995. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

WEARING, A. H.; BURGESS, L. W. Water potential and the saprophytic growth of *Fusarium roseum* "graminearum". *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v. 11, n. 6, p. 661-667, 1979.

WEGULO, S. N. *Tan spot of cereals*. Disponível em: <<http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/ascomycetes/Pages/TanSpot.aspx>>. Acesso em: 05 abr. 2011.

WEGULO, S. N.; KLEIN, R. N.; HARVESON, R. M. *Tan spot of wheat*. Disponível em: <<http://www.ianrpubs.unl.edu/epublic/live/g429/build/g429.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2014

WIESE, M. V. *Compendium of wheat diseases*. Saint Paul: American Phytopathological Society, 1977. 106 p.

_____. *Compendium of Wheat Diseases*. Saint Paul: The American Phytopathological Society, 1987. 112 p.

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

ZADOCKS, J. C.; GHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, Oxford, v. 14, p. 415-421, 1974.

ZAUZA, E. A. V.; ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. Esterilização, preparo de meios de cultura e fatores associados ao cultivo de fitopatógenos. In: ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. *Métodos em fitopatologia*. Universidade Federal de Viçosa: UFV, 2007. p. 35.