

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

GIBERELA EM TRIGO: SOBREVIVÊNCIA, REAÇÃO DE
CULTIVARES E CONTROLE QUÍMICO

EDUARDO VIANA

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

Passo Fundo, março de 2013

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

GIBERELA EM TRIGO: SOBREVIVÊNCIA, REAÇÃO DE
CULTIVARES E CONTROLE QUÍMICO

EDUARDO VIANA

Orientador: Profa. Dra. Carolina Cardoso Deuner

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

Passo Fundo, março de 2013



A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação.

“Giberela em trigo: sobrevivência, reação de cultivares e controle químico”

Elaborada por

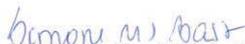
Eduardo Viana

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

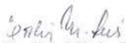
Aprovada em: 13/03/2013
Pela Comissão Examinadora



Dra. Carolina Cardoso Deuner
Presidente da Comissão Examinadora
Orientadora



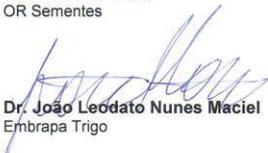
Dra. Simone Meredith Scheffer Basso
Coord. Prog. Pós-Graduação em Agronomia



Dr. Erlei Melo Reis
OR Sementes



Dr. Hélio Carlos Rocha
Diretor FAMV



Dr. João Leodato Nunes Maciel
Embrapa Trigo

CIP – Catalogação na Publicação

- V614g Viana, Eduardo
Giberela em trigo : sobrevivência, reação de cultivares
e controle químico / Eduardo Viana. – 2013.
111 f. : il., color. ; 25 cm.
- Orientador: Profa. Dra. Carolina Cardoso Deuner.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de
Passo Fundo, 2013.
1. Trigo - Doenças e pragas. 2. Trigo - Cultivo.
3. Produtividade agrícola. I. Deuner, Carolina Cardoso,
orientador. II. Título.

CDU: 633.11

Não importa o que você seja, quem você seja ou o que deseja na vida.

A ousadia em ser diferente reflete na sua personalidade, no seu caráter, naquilo que você é. E é assim que as pessoas lembrarão de você um dia.

Ayrton Senna

AGRADECIMENTOS

A Deus!

Pelo dom da vida e por colocar em meu destino tantas pessoas especiais,
obrigado!

À família!

Aos meus pais Osmar e Tânia a meu irmão Fabiano, e minha namorada Jaqueline pelo incentivo, força e paciência,
obrigado!

A professora Carolina Cardoso Deuner!

Por seu apoio, ensinamentos e pela primorosa orientação prestada,
obrigado!

À CAPES a UPF e o PPGAgro!

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

Aos meus colegas!

Anderson, Juliane, Camila, Ricardo, Roberto, Rosane, Lilian, Valéria, Sandra, Aveline, Cristina, Tânia, Andréia, Marília, Wanessa, Ana Claudia, Taiane, Liamar, Jônatas, Leandro e Josué, pelo companheirismo e pelos momentos que jamais serão esquecidos,
obrigado!

Aos professores e a banca!

Carolina Cardoso Deuner, Erlei Melo Reis, Florindo Castoldi, pela amizade, pelo auxílio fundamental nas análises estatísticas, na realização da dissertação e nas sugestões
obrigado!

Aos funcionários da UPF!

Em especial a Elaine, Cinara, Paulo e Mari, pela colaboração e paciência,
obrigado!

Aos estagiários e equipe do laboratório!

Em especial aos estagiários Ivan e Jonathas pela ajuda na execução dos experimentos, e a todos que de uma forma ou outra contribuíram para realização deste sonho,
Obrigado!

DEDICO E OFEREÇO

SUMÁRIO

| | Página |
|--|---------------|
| SUMÁRIO | Viii |
| LISTA DE TABELAS | Xi |
| LISTA DE FIGURAS | Xiii |
| RESUMO | 01 |
| ABSTRACT | 02 |
| 1 INTRODUÇÃO | 04 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 05 |
| 2.1 Etiologia..... | 05 |
| 2.2 Danos..... | 07 |
| 2.3 Sobrevivência..... | 09 |
| 2.3.1 Mecanismos de sobrevivência de <i>Fusarium</i> <i>graminearum/Gibberella zae</i> | 09 |
| 2.3.1.1 Sobrevivência em sementes..... | 09 |
| 2.3.1.2 Sobrevivência em restos culturais..... | 13 |
| 2.3.1.3 Sobrevivência como estrutura de repouso ou dormência..... | 15 |
| 2.3.1.4 Relação da sobrevivência e plantio direto..... | 16 |
| 2.4 Disseminação..... | 17 |
| 2.5 Infecção e colonização..... | 29 |
| 2.6 Sintomas e sinais..... | 21 |
| 2.7 Medidas de manejo..... | 21 |
| 2.7.1 Escalonamento de semeadura..... | 22 |
| 2.7.2 Rotação de culturas..... | 23 |
| 2.7.3 Controle cultural..... | 23 |
| 2.7.4 Tratamento de sementes..... | 24 |
| 2.7.5 Controle químico..... | 24 |
| CAPÍTULO I | |
| Ocorrência de <i>Gibberella zae</i> em restos culturais e incidência de <i>Fusarium graminearum</i> em sementes de soja | 28 |
| RESUMO | 28 |
| ABSTRACT | 29 |
| 1 INTRODUÇÃO | 30 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 34 |
| 2.1 Experimento I – Ocorrência de <i>Gibberella zae</i> em restos culturais de soja..... | 34 |

| | |
|--|----|
| 2.2 Experimento II – Incidência de <i>Fusarium graminearum</i> em sementes de soja no estado do Rio Grande do Sul na safra 2011 /2012..... | 36 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 37 |
| 3.1 Experimento I..... | 37 |
| 3.2 Experimento II..... | 43 |
| 4 CONCLUSÕES | 48 |
| 4.1 Experimento I..... | 48 |
| 4.2 Experimento II..... | 48 |
| | |
| CAPÍTULO II | |
| Reação de cultivares de trigo mediante inoculação artificial de <i>Fusarium graminearum</i> em espiguetas..... | 49 |
| RESUMO | 49 |
| ABSTRACT | 50 |
| 1 INTRODUÇÃO | 51 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 56 |
| 2.1 Experimento I – Determinação da concentração de conídios de <i>Fusarium graminearum</i> para inoculação artificial em espiguetas de trigo..... | 56 |
| 2.1.1 Cultivo das plantas de trigo..... | 56 |
| 2.1.2 Isolamento de <i>Fusarium graminearum</i> de sementes de trigo..... | 57 |
| 2.1.3 Isolamento monospórico de <i>Fusarium graminearum</i> | 57 |
| 2.1.4 Produção do inóculo de <i>Fusarium graminearum</i> | 58 |
| 2.1.5 Inoculação artificial de <i>Fusarium graminearum</i> em espiguetas de trigo..... | 59 |
| 2.1.6 Avaliações e estatística..... | 60 |
| 2.2 Experimento II - Reação de cultivares de trigo mediante a inoculação artificial de <i>Fusarium graminearum</i> em espiguetas de trigo..... | 61 |
| 2.2.1 Avaliações e estatística..... | 61 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 62 |
| 3.1 Experimento I..... | 62 |
| 3.2 Experimento II..... | 66 |
| 4 CONCLUSÕES | 69 |
| 4.1 Experimento I..... | 69 |
| 4.2 Experimento II..... | 70 |

| | |
|---|-----|
| CAPÍTULO III | |
| Controle químico da giberela em trigo..... | 71 |
| RESUMO | 71 |
| ABSTRACT | 72 |
| 1 INTRODUÇÃO | 73 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 75 |
| 2.1 Avaliações..... | 78 |
| 2.1.1 Incidência em espigas (IE), incidência em espiguetas (Ie) e a severidade (S)..... | 78 |
| 2.1.2 Grãos giberelados..... | 79 |
| 2.1.3 Peso do hectolitro (PH), peso de mil grãos (PMG) e produtividade..... | 79 |
| 2.1.4 Eficiência de controle da giberela..... | 80 |
| 2.2 Estatística..... | 81 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 81 |
| 4 CONCLUSÕES | 92 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 93 |
| APÊNDICES | 108 |

LISTA DE TABELAS

| Tabela | | Página |
|---------------------|--|---------------|
| CAPÍTULO I | | |
| 1 | Locais e datas de coleta de resíduo cultural da soja em dois municípios do Rio Grande do Sul, nos anos de 2011 e 2012. UPF, Passo Fundo, RS, 2012 | 35 |
| 2 | Relação de cultivares de soja oriundas de municípios do Estado do Rio Grande do Sul, produzidas na safra 2011/2012. UPF, Passo Fundo, RS, 2012..... | 36 |
| 3 | Densidade de restos culturais da soja e número de peritécios de <i>Gibberella zea</i> em restos culturais de soja, nas safras 2011/2012. UPF, Passo Fundo, RS. 2012..... | 40 |
| 4 | Incidência (%) de <i>Fusarium graminearum</i> em sementes de soja, produzidas em municípios do Estado do Rio Grande do Sul, na safra 2011/2012. UPF, Passo Fundo, RS. 2012..... | 45 |
| CAPÍTULO II | | |
| 1 | Incidência em espiguetas gibereladas (%) em quatro cultivares de trigo, aos 7, 14 e 21 dias após a inoculação (DAI) UPF, Passo Fundo, RS, 2012..... | 67 |
| CAPÍTULO III | | |
| 1 | Tratamentos utilizados no controle químico de giberela na cultura do trigo, cv. Mirante, UPF, Passo Fundo, RS, 2011 e 2012..... | 77 |
| 2 | Incidência da giberela em espigas (IE), incidência em espiguetas (Ie), severidade (S) e incidência de grãos giberelados (GG) da cultivar Mirante. UPF, Passo Fundo RS, safra 2011..... | 83 |

| | | |
|------------------|--|-----|
| 3 | Índice pluviométrico (mm) dos três últimos decênios do ano de 2011, e respectivas médias acumuladas e normal. UPF. Passo Fundo, RS. 2012... | 83 |
| 4 | Incidência da giberela em espigas (IE), incidência em espiguetas (Ie), severidade (S) e incidência de grãos giberelados (GG) da cultivar Mirante. UPF, Passo Fundo RS, primeira época, safra 2012..... | 85 |
| 5 | Incidência da giberela em espigas (IE), incidência em espiguetas (Ie), severidade (S) e incidência de grãos giberelados (GG) da cultivar Mirante. Passo Fundo RS, segunda época, safra 2012..... | 86 |
| 6 | Peso do hectolitro (PH), peso de mil grãos (PMG) e produtividade (Kg/ha) da cultivar Mirante. UPF, Passo Fundo RS. Safra 2011..... | 87 |
| 7 | Peso do hectolitro (PH), peso de mil grãos (PMG) e produtividade (Kg/ha) da cultivar Mirante. UPF, Passo Fundo RS, primeira época, safra 2012..... | 88 |
| 8 | Peso do hectolitro (PH), peso de mil grãos (PMG) e produtividade (Kg/ha) da cultivar Mirante. UPF, Passo Fundo, RS, segunda época, safra 2012..... | 89 |
| 9 | Controle da giberela do trigo na cultivar Mirante. UPF, Passo Fundo, RS. Segunda época safra 2012..... | 92 |
| APÊNDICES | | |
| 1 | Tabela de conversão para peso do hectolitro (PH) do trigo. Passo Fundo, 2012..... | 109 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-------------------|--|----|
| Figura | | |
| 1 | <i>Fusarium graminearum</i> (<i>Gibberella zea</i>). A e B) ascas ascosporos, C) conídios e conidióforos (BOOTH, 1971)..... | 06 |
| 2 | A) sementes de soja saudáveis. B) sementes de soja de coloração avermelhadas infectadas com <i>Fusarium graminearum</i> . C) Colônias de <i>Fusarium graminearum</i> em sementes de soja, em meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar. Fotos: Eduardo Viana, 2011..... | 13 |
| 3 | Peritécios de <i>Gibberella zea</i> formados sobre grãos de trigo. Fotos: Eduardo Viana, 2011..... | 14 |
| 4 | Antese do trigo. A) Anteras presas nas glumas do trigo. Fotos: Eduardo Viana, 2011..... | 20 |
| CAPÍTULO I | | |
| 1 | Índice pluviométrico (mm) acumulado no município de Passo Fundo, nos meses de novembro a março da safra de soja 2011/2012. Fonte: Modificado da Embrapa Trigo, 2012..... | 38 |
| 2 | Precipitação pluviométrica (mm) em 2011 no município de Passo Fundo. Fonte: Modificado Embrapa Trigo, 2012..... | 42 |
| 3 | Precipitação pluviométrica (mm) em 2012 no município de Passo Fundo. Fonte: Modificada Embrapa trigo, 2012..... | 42 |

CAPÍTULO II

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Inoculação de <i>Fusarium graminearum</i> em espiguetas de trigo, com uma micropipeta. Foto: Eduardo Viana, 2011..... | 60 |
| 2 | Efeito da concentração de inóculo de <i>Fusarium graminearum</i> sobre o número de espiguetas infectadas na cultivar Mirante. UPF, Passo Fundo, RS. 2012... | 63 |
| 3 | Efeito da concentração de inóculo de <i>Fusarium graminearum</i> sobre o número de espiguetas infectadas na cultivar BRS 177. UPF, Passo Fundo, RS. 2012. | 64 |
| 4 | Efeito da concentração de inóculo de <i>Fusarium graminearum</i> sobre o número de espiguetas infectadas na cultivar BRS 208. UPF, Passo Fundo, RS. 2012. | 64 |
| 5 | Efeito da concentração de inóculo de <i>Fusarium graminearum</i> sobre o número de espiguetas infectadas na cultivar Pampeano. UPF, Passo Fundo, RS. 2012..... | 65 |

GIBERELA EM TRIGO: SOBREVIVÊNCIA, REAÇÃO DE CULTIVARES E CONTROLE QUÍMICO

EDUARDO VIANA¹

RESUMO – A giberela é uma doença que ataca vários cereais de inverno, especialmente o trigo, sendo considerada a principal doença da espiga desse cereal. Os objetivos desse estudo foram verificar se o patógeno *Gibberella zeae* sobrevive nos seus restos culturais da soja, quantificar a incidência de peritécios nos restos culturais, quantificar a incidência de *Fusarium graminearum* em sementes de soja produzidas no Rio Grande do Sul, determinar a concentração de conídios de *F. graminearum* para inoculação artificial em espiguetas de trigo e posterior avaliação da reação de cultivares de trigo, e avaliar o controle químico da giberela no campo através do uso de fungicidas isolados ou em misturas. Os experimentos foram conduzidos em câmaras climatizadas e na área experimental da Universidade de Passo Fundo. Confirmou-se que o fungo *G. zeae* sobrevive nos restos culturais da cultura da soja. E a densidade de peritécios presente nos restos culturas de soja foi baixo, provavelmente devido ao clima desfavorável para a sua formação e maturação, nos dois anos avaliados. Avaliando a sanidade das sementes de soja, constatou-se que a incidência média de *F. graminearum* nas sementes produzidas no Rio Grande do sul na safra 2011/2012 foi de 1,0%. Com relação às concentrações de conídios de *F. graminearum* em espiguetas de trigo,

¹ Engenheiro Agrônomo, mestrando do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade de Passo Fundo (UPF), área de Concentração em Fitopatologia.

a concentração de 31×10^3 conídios.mL⁻¹ foi a que resultou no maior número de espiguetas infectadas na cultivar mais suscetível, sendo essa escolhida para ser utilizada na determinação da reação de cultivares. Para a reação de cultivares, foram testadas as cultivares Mirante, Pampeano, BRS 177 e BRS 208. As cultivares Pampeano e BRS 177 demonstram ser boas fontes de resistência do tipo II a giberela, e as cultivares Mirante e BRS 208, não demonstram ser boas fontes de resistência do tipo II. Com relação ao controle químico de giberela, não houve diferença entre as aplicações com as misturas de fungicidas e a testemunha.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L., *Gibberella zeae*, *Fusarium graminearum*.

ABSTRACT – A Fusarium Head Blight (FHB) is a disease that attacks various winter cereals, especially wheat and is considered the main spike disease of cereal. The objectives of this study were to observe if the pathogen *Gibberella zeae* survives in soybean debris, to quantify the incidence of perithecium in the debris, to quantify the incidence of *Fusarium graminearum* in soybean seeds produced in Rio Grande do Sul, to determine the concentration of conidia of *F. graminearum* for artificial inoculation into spikelets of wheat and subsequent evaluation of the reaction of wheat cultivars, and to evaluate the best chemical control for FHB in the field using only one fungicides or in mixtures. The experiments were conducted in growth chambers and in the experimental area of the University of Passo Fundo. It was observed that the fungus *G. zeae* survives in soybean

debris. The number of perithecium found in the debris was low probably due to unfavorable climate for their development and maturation, in both years of evaluation. Assessing the health of seeds, it was found that the average incidence of *F. graminearum* in seeds produced in Rio Grande do Sul in 2011/2012 season was 1.0%. The concentrations of *F. graminearum* conidia on wheat spikelets, 31×10^3 conidia.mL⁻¹ was the concentration in which there was the highest number of infected spikelets in the most susceptible cultivar, being chosen to be used in determining the response of the cultivars. The cultivars responses, the cultivars used were Mirante, Pampeano, BRS 177 and BRS 208. Pampeano and BRS 177 were good sources of FHB resistance type II, unlike Mirante and BRS 208. The chemical control for FHB, there was no differences between fungicide mixture and the control.

Keywords: *Triticum aestivum* L., *Gibberella zeae*, *Fusarium graminearum*.

1. INTRODUÇÃO

Segundo registros, o trigo (*Triticum aestivum* L.) teve sua origem na Ásia, na região dos rios Tigre e Eufrates. Com o passar dos anos, a tecnologia de produção desse cereal disseminou-se pelo mundo (BRUM & HECK, 2005). No Brasil, a cultura se desenvolveu com a vinda dos colonizadores europeus para o continente americano. A região sul do Brasil apresentou as melhores condições para o desenvolvimento do cereal em relação às outras regiões brasileiras, sendo o Rio Grande do Sul o pioneiro na produção de trigo em escala comercial e industrial (BRUM & HECK, 2005).

O trigo é uma cultura de grande importância mundial, tendo seu papel de destaque na alimentação humana como fonte de energia. Atualmente, essa cultura ocupa o segundo lugar em volume de produção mundial. Os maiores produtores são a União Européia, China, Índia, EUA e Rússia que respondem por 65% a 69% da safra mundial de trigo (ABITRIGO, 2011). Segundo a CONAB (2011), no Brasil a cultura do trigo, na safra 2010/2011, ocupou uma área de 2.149,8 mil hectares, cerca de 11,5% menor que na safra 2009/2010 de 2.428 mil hectares. As principais regiões produtoras do país são as regiões Sul (RS, SC e PR), a Sudeste (MG e SP) e a Centro-oeste (MT, GO e DF).

Porém, existe uma dificuldade grande na produção de trigo no Brasil, relacionada com as adversidades climáticas durante o período de produção (REIS, 1988a), pragas que acometem a cultura (REUNIÃO..., 2011), plantas daninhas (ROMAN et al. 2006),

problemas com fertilidade do solo e a ocorrência de doenças (CARDOSO & KIMATI, 1980; CAETANO, 1982; LUZ, 1982).

As doenças fúngicas mais comuns associadas à cultura do trigo são: ferrugens *P. triticina* Erikss; *P. striiformis* Westend, oídio (*Blumeria* (sin. *Erysiphe*) *graminis* DC. Speer f.sp. *tritici* Marchal, giberela (*Giberella zeae* (Schw.) Petch, carvão (*Ustilago tritici* (Pers.) Brunaud), brusone (*Pyricularia grisea* (Cooke) Saccardo), podridões radiculares (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker; *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) von Arx & D. Oliver var. *graminis*), septorioses (*Stagonospora nodorum* (E. Mull.) Hedjar.; *S. tritici* (Berk)) e manchas foliares (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.); *Drechslera tritici-repentis* (DIED.) Shoemaker, *D. siccans* (Drechsler) Shoemaker (CARDOSO & KIMATI, 1980; CAETANO, 1982; LUZ, 1982).

Dentre essas doenças, destaca-se a giberela, que nos últimos anos tornou-se uma das principais na cultura do trigo, causando danos em regiões tritícolas com ambientes quentes e úmidos, e com precipitações pluviais no período de floração da cultura (REIS & CASA, 2007).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Etiologia

O fungo *G. zeae* pertence à divisão Amastigomycota, classe dos Ascomycetes, subclasse dos Pirenomycetes, ordem Hypocreales e família Nectriaceae. O fungo *F. graminearum* pertence

à divisão Amastigomycota, classe dos Deuteromycetes, ordem Moniliales e família Tuberculariaceae (ALEXOPOLUS et al., 1996).

O fungo *F. graminearum* é a espécie mais predominante que causa a giberela dos cereais. Outras espécies também são detectadas, sendo elas: *F. culmorum* (W.G. Smith) Sacc, *F. avenaceum* (Fr.) Sacc, *F. equiseti* (Corda) Sacc. e *F. nivale* (Fr.) Ces. O fungo *F. graminearum* produz fiálides laterais curtas e conídios falciformes de 2,5-5 x 35-62 μm , com 3 a 7 septos (Figura 1). Os peritécios de *G. zeae* são superficiais, gregários, de coloração púrpuro-escuro e pretos, com diâmetro de 150-300 μm , com ascos clavados contendo oito ascosporos hialinos medindo de 3-5 x 17-25 μm e apresentam de 0 a 4 septos (BOOTH, 1971).

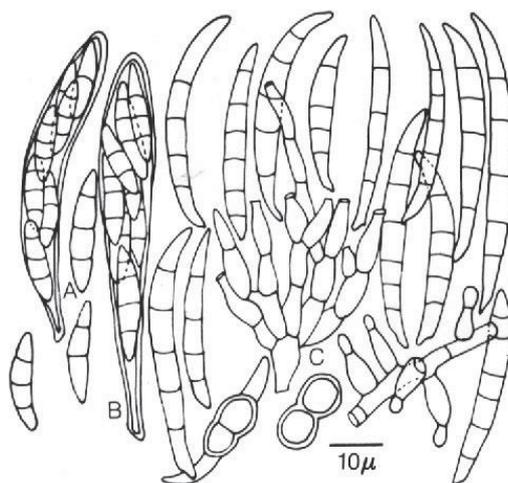


Figura 1. *Fusarium graminearum* (*Gibberella zeae*). A e B) ascas ascosporos, C) conídios e conidióforos (BOOTH, 1971).

2.2 Danos

Os danos causados pela giberela não são apenas quantitativos, mas também qualitativos, principalmente devido à produção de toxinas (REIS, 1988a; PARRY et al., 1995; BAI & SHANER, 2004).

Várias espécies de *Fusarium* são capazes de produzir micotoxinas, sendo que essas são substâncias químicas produzidas pelo fungo que são nocivas a animais, pois atuam na defesa do fungo sobre outros microorganismos (REIS & CARMONA, 2002; SCHMALE & BERGSTROM, 2003). A principal toxina produzida por *F. graminearum* é desoxinivalenol (DON), também chamada de vomitoxina, devido a seu efeito no sistema digestivo de suínos e outros animais monogástricos, sendo que em seres humanos que consomem farinha de trigo contaminado, os sintomas são náusea, febre, dor de cabeça e vômito (SCHMALE & BERGSTROM, 2003). As concentrações de micotoxinas são medidas em partes por bilhão (PPB) ou mg.L^{-1} , visto que para humanos e animais, os níveis de DON não devem ultrapassar 1 ppb

Em plantas adultas de trigo, DON parece circular no floema, com a concentração dessa molécula na planta seguindo um gradiente decrescente do ráquis para as lemas, grãos e pedúnculo. A partir do quarto dia após a inoculação, as peças florais, raquíz e pedúnculo, continham acentuadas quantidades de DON abaixo do ponto de infecção do que acima (CHAMPEIL et al., 2004). Deoxinivalenol é fitotóxico aos tecidos de trigo e causa retardo na germinação, inibe o crescimento do grão e dos tecidos do coleóptilo

(CHAMPEIL et al., 2004). Segundo Evans et al., (2000), isolados de *F. graminearum* que produziram mais DON foram mais agressivos ao trigo, reduzindo mais o peso de grãos do que isolados que produziram menos toxina na planta.

Os danos das doenças no trigo podem estar relacionados com a redução da área foliar sadia das plantas, como é o caso da ferrugem da folha do trigo (*Puccinia triticina* Erikss), outras podem afetar as raízes das plantas, como por exemplo, o mal-do-pé (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* (Sacc.) Arx & Oliv.). Por outro lado, no caso da giberela, os danos ocorrem devido à infecções na espiga, afetando diretamente o grão, deste modo, o patógeno infecta a semente podendo dar origem a uma planta doente com podridão comum das raízes do trigo (REIS & CASA, 2007).

Os danos quantitativos quantificados na Região Sul do Brasil de 1984 a 1994 foram na média de 5,4% (REIS *et al.*, 1996b). A partir da década de 90, com a adoção e difusão do sistema plantio direto em grandes áreas cultivadas, a giberela aumentou de intensidade em vários cereais de inverno como o trigo, aveia (*Avena sativa* L.), cevada (*Hordeum vulgare* L.) e triticale (*Triticum secalotricum* Meister) (PANISSON, 2000; REIS *et al.*, 2001).

Segundo Casa et al. (2004), nas safras 2001 e 2002, a incidência média de espigas infectadas por giberela aproximou-se de 60%, com dano na produtividade de 394,4 (kg.ha⁻¹), o que corresponde a 13,4% ou 6,5 sacos de trigo por hectare. Além disso, Telles Neto (2004) relatou danos na safra 2002 em Passo Fundo que chegaram a 49,6%.

2.3 Sobrevivência

Sobreviver significa manter-se viável ou vivo no período no qual o hospedeiro não está sendo cultivado (REIS & CASA, 2004). O maior risco para um patógeno neste período não é a temperatura, elevada ou baixa, e tão pouco a falta ou excesso de água, mas sim a falta de substrato e a morte por competição microbiana nos restos culturais no solo (REIS & CASA, 2007).

Segundo Reis et al., (1995), o fungo apresenta mecanismo de sobrevivência que lhe permite continuar viável numa lavoura no período que se estende desde a colheita até o início da floração do trigo na safra seguinte.

2.3.1 Mecanismos de sobrevivência de *Fusarium graminearum*/*Gibberella zeae*

2.3.1.1 Sobrevivência em sementes

A associação entre o patógeno e a semente representa a maneira mais evoluída, segura e eficiente de garantir a sobrevivência dos fitopatógenos. Nesta associação, a continuidade do ciclo é garantida, sendo que o patógeno não se separa do seu hospedeiro, de quem depende nutricionalmente (REIS & CASA, 2007).

Todos os fungos que infectam as sementes retornam aos órgãos do hospedeiro vivo pelo processo de transmissão. Dentre os fatores que afetam a transmissão do patógeno podem ser citados a espécie vegetal, as condições do ambiente, o tipo e quantidade do

inóculo nas sementes e a capacidade do patógeno sobreviver nas sementes (NEERGAARD, 1977; AGARWAL & SINCLAIR, 1997; BARBA et al., 2002). Segundo Reis (1988a), as sementes infectadas não são importantes fontes de inóculo para a infecção das espigas dos cereais de inverno, mas são para a podridão comum das raízes, que reduz a população de plantas na lavoura.

O fungo *F. graminearum* tem sido relatado em sementes de aveia (SEGALIN & REIS, 2010,) azevém (LUCA FILHO et al., 1999), centeio (WIESE, 1987), cevada (WIESE, 1987), feijão (SEGALIN & REIS, 2010), trigo (SEGALIN & REIS, 2010), triticale (MEDINA, et al., 2009), sorgo (REIS, 1990) e soja (YUYAMA & HENNING, 1999; PANISSON et al., 2000).

Com relação às sementes de trigo, Telles Neto et al. (2007) avaliaram a viabilidade de *F. graminearum* durante o armazenamento e observaram que a população do patógeno decresce com o passar do tempo de armazenamento das sementes. Os autores verificaram que a incidência inicial em sementes era de 28%, 10 meses depois alcançou 0,5%, chegando à zero em 12 meses. Fato semelhante foi observado em sementes de milho por Kabeere et al. (1997). A colheita de trigo, no Rio Grande do Sul ocorre de outubro a dezembro, e as análises fitopatológicas destas sementes são realizadas geralmente dois meses após a colheita. Depois disso, as sementes são armazenadas e na semeadura da próxima safra, a incidência de *F. graminearum* pode diminuir em função do tempo de armazenamento, que é em média de seis meses (TELES NETTO et al., 2007).

De acordo com Reis et al. (2009), em estudos com grãos vermelhos de soja, identificaram que a coloração rosada nos grãos se

tratava de *F. graminearum*. Destes grãos verificou-se a incidência de 55% de *F. graminearum* e 34 % de *Fusarium* spp. Portanto, inferiu-se que os grãos vermelhos têm origem na colonização por fungos do gênero *Fusarium*, sendo que a principal espécie envolvida foi o *F. graminearum*.

Porém, nem toda semente com coloração avermelhada pode ser considerada infectada por *F. graminearum*. Segundo Hartman et al. (1999), diversos fungos podem causar descoloração em grãos como resultado do processo de colonização. Em soja o mais comum é a doença denominada mancha púrpura do grão, causada pelo fungo *Cercospora kikuchii* Matsu. & Tomoyasu. Os grãos ostentam a coloração vermelha azulada ou purpúrea donde decorre o nome comum da doença.

Reis et al. (2009), no mesmo trabalho de etiologia e grãos vermelhos, nos isolamentos procedidos dos grãos com sintomas de *C. kikuchii* recuperou-se 76 % desse fungo, 8 % de *F. graminearum* e 30% de *Fusarium* sp., Contudo, dificilmente os grãos com descoloração causada por *C. kikuchii* poderiam ter sido confundidos com grãos tratados com fungicidas. No entanto, os grãos vermelhos, devido à colonização por *Fusarium*, podem ser confundidos com grãos tratados com agro-químicos contendo corante vermelho. Tanto a assistência técnica como os produtores devem estar atentos nas safras futuras para detectarem a presença de grãos de soja vermelhos por causa biológica

No dia 01 de Junho de 2011, registrou-se no Laboratório de Fitopatologia da FAMV/ UPF, uma amostra de soja, que apresentavam sementes de coloração avermelhada, sendo que essas

não foram aceitas para comercialização sugerindo que as mesmas eram tratadas com fungicida. As sementes foram analisadas e identificou-se que a coloração avermelhada das mesmas era causada pelo fungo *F. graminearum* que apresentou incidência de 40% (Figura 2) (VIANA & DEUNER, 2011).

Segundo Reis e Casa (2004), a fase de sobrevivência é o período mais crítico para os patógenos, e o fungo *F. graminearum* estando cada vez mais presente nas sementes de soja como relatado por Yuyama & Henning (1999), e também tornar-se patógeno da soja (MARTINELLI et al., 2004), torna o controle cultural deste patógeno cada vez mais difícil nessa fase, devido a abundante fonte de inóculo para esse fungo.

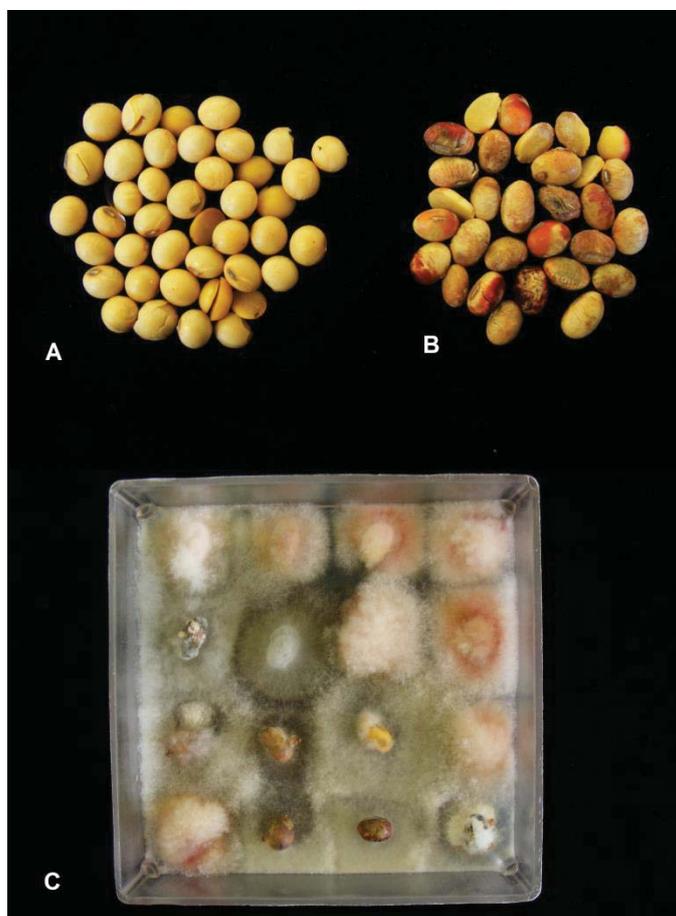


Figura 2. A) sementes de soja sadias. B) sementes de soja de coloração avermelhadas infectadas com *Fusarium. graminearum*. C) Colônias de *F. graminearum* em sementes de soja, em meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar. Fotos: Eduardo Viana, 2011.

2.3.1.2 Sobrevivência em restos culturais

Os peritécios de *Gibberella* formam-se nos restos culturais de varias plantas, isso ocorre pela sua capacidade de trocar de substrato morto no solo (habilidade de competição saprofítica) (Figura

3). Portanto, após a colheita do trigo, essas estruturas são formadas sobre glumas, grãos, ráquis, pedúnculos (REIS, 1988a). O sistema plantio direto proporciona a presença de restos culturais na área, e com isso a sobrevivência de *G. zea* em restos culturas de vários hospedeiros como milho, aveia, azevém, centeio, cevada, trigo, triticale (REIS, 1988b).



Figura 3. Peritécios de *Gibberella zeae* formados sobre grãos de trigo. Fotos: Eduardo Viana, 2011.

Já foi relatada a formação de peritécios de *G. zea* em restos culturais de plantas não hospedeiras (REIS, 1988b), e também foi relatado que todas as espécies de *Fusarium* de cereais de inverno sobrevivem em restos culturais de diferentes hospedeiros (PERRY et

al., 1995). Em 1990, Fernandez & Fernandes relataram a presença de *G. zeae* em restos culturais de soja na região Sul e Central do Brasil.

Devido à ampla gama de hospedeiro de *Fusarium/Gibberella* fica difícil controlar esse patógeno por meio da rotação de cultura. Além disso, é importante saber qual o período em que este substrato fornece nutrição ao fungo, ou seja, o tempo de decomposição de grãos e de restos culturais do trigo. No Rio Grande do Sul, estudos mostram que os restos de culturas do trigo demoram até 18 meses para se decompor (REIS & SANTOS, 1993).

2.3.1.3 Sobrevivência como estrutura de repouso ou dormência

Quando há período de escassez de nutrientes, o fungo forma estruturas de sobrevivência chamadas clamidósporos, esporos assexuados resultantes de simples divisão mitótica, que pode ocorrer nas diferentes fases do ciclo de vida do fungo (AMORIN & PASCHOLATI, 2011).

Segundo Booth (1971), em estudos para a produção de clamidósporos em diferentes substratos, foram selecionados 30 isolados de várias regiões geográficas do mundo. Os substratos utilizados foram meio de cultura batata e cenoura, batata e sacarose, e aveia e maltose. Não foi observada a formação de clamidósporo após um período de incubação de 10 semanas. No Brasil, ainda não há estudos de trabalhos relatando a ocorrência e função dos clamidósporos de *F. graminearum*.

2.3.1.4 Relação da sobrevivência e plantio direto

Alguns trabalhos já demonstraram que quando os restos culturais de milho e trigo são incorporados ao solo, não são formados os peritécios (KHONGA & SUTTON, 1988). Portanto, como no plantio direto, os restos culturais permanecem sobre o solo, propiciam condições ideais para a sua produção. Com isso, há abundante produção de peritécios sobre todos os tecidos senescidos de vários substratos até que ocorra a sua completa mineralização. Há relatos do aumento da ocorrência, intensidade e danos causados pela giberela após a adoção do sistema plantio direto (REIS, 1988a; REIS et al., 1995; ZAMBOLIN, et al., 2000; CARMONA, 2001).

No sistema plantio direto, o período de decomposição dos restos culturais é mais lento. Estudando o tempo de decomposição do milho e da soja, Reis et al. (2011), determinaram que os restos culturais demoraram aproximadamente 37 e 34,5 meses respectivamente para sua decomposição. Portanto, esta abundante massa de matéria orgânica sobre o solo facilita a sobrevivência saprofítica de *Fusarium/Gibberella* (REIS & CARMONA, 2002).

Na região Sul do Brasil, a rotação de cultura é uma medida de controle ineficiente da *Fusarium/Gibberella*, devido à grande abundância de inóculo no ambiente (REIS, 1990), além da ampla gama de hospedeiro desse patógeno. Contudo, a rotação de cultura tornou-se muito importante para controlar outras doenças na cultura do trigo como, podridões radiculares e manchas foliares (REIS & CASA, 2007).

2.4 Disseminação

O fungo *G. zae* produz dois tipos de propágulos, os conídios e os ascósporos (SUTTON, 1982; KHONGA & SUTTON, 1988; REIS, 1988a; PARRY et al., 1995).

A dispersão pode ser a curta distância pela disseminação dos macroconídios de *F. graminearum* realizada através do respingo da chuva, sendo que em tempo seco não ocorre disseminação pelo vento ficando esses cimentados ao substrato. Segundo Horberg (2002), em trabalhos conduzidos em laboratório, verificou-se que a altura máxima de dispersão de macroconídeos de *F. culmorum* e *F. poae* foi de 60 e 70 cm, respectivamente, então os restos culturais podem produzir conídios que atinjam diretamente as espigas do trigo devido ao dossel fechado da planta.

Segundo, Rossi et al. (2002), estudando flutuação de macroconídios de *Fusarium* spp. por três anos na Itália, observaram que o número de macroconídios aumentava conforme havia precipitações pluviais, atingindo o seu pico com o término das chuvas, e diminuindo a quantidade esporos conforme diminuía a umidade relativa do ar.

A longa distância, os ascósporos são transportados pelo vento, que é o principal mecanismo de dispersão de *G. zae* (REIS, 1988b). A maioria dos estudos sobre liberação e dispersão de propágulos foram realizados com ascósporos (ATANASOFF, 1920; AYERS et al., 1975; TSCHANZ et al., 1976; PAULITZ, 1996; SUTY & MAULER-MACHNIK, 1996; ROSSI et al., 2002).

De acordo com Paulitz (1996), a liberação e dispersão de ascosporos de *G. zae* em milho, verificou-se que poucos esporos foram coletados no intervalo de tempo das 08:00 às 16:00 horas, porém das 16:00 às 23:00 horas, houve um incremento no número de esporos capturados. A liberação ocorreu entre temperaturas de 11 e 30 °C e umidade relativa entre 60 e 95%. Maiores concentrações de esporos foram coletadas quatro dias após um evento de chuvas de 5 mm ou com umidade relativa constante acima de 80%. O autor concluiu que o molhamento é necessário para a formação dos peritécios, mas a umidade relativa do ar é mais importante para a liberação dos ascosporos no ar. Segundo Trail et al. (1998), sobre a liberação de ascosporos em um túnel de vento com simulação de precipitação e temperatura, não foram observadas diferenças na liberação de esporos em avaliações temporais, estimuladas por diferentes regimes de luminosidade.

Visando a determinar a quantidade de ascosporos de *G. zae* no ar, Reis (1988b), determinou que 98% dos propágulos são ascosporos e apenas 2% são macroconídios de *F. graminearum*. Por outro lado, Panisson et al. (2002) determinaram um valor superior, onde 90% dos propágulos eram de ascosporos e 10% eram macroconídios. Os esporos estão presentes no ar durante todo o ano desde que existam restos culturais de hospedeiros sobre o solo (REIS, 1988b; PANISSON et al., 2002).

Portanto, a densidade de inóculo deste fungo na região Sul do Brasil, deve ter aumentado em função do advento do sistema plantio direto, sendo que a alta população de ascosporos presentes no

ar é um indicador do potencial da doença no campo (REIS & CASA, 2007).

2.5 Infecção e colonização

Na literatura há relatos de que um dos sítios de infecção são os estômatos nas espiguetas (BUSHNELL et al. 2003), porém, Reis (1988a), cita que os sítios de infecção da giberela são as anteras presas nas espiguetas após a antese (Figura 4).

Strange et al., (1974), observaram que as espigas são resistentes antes da antese, porém são suscetíveis durante o tempo que as anteras ficam aderidas na parte externa das espiguetas. O autor cita que o fungo *F. graminearum* tende a se desenvolver nas anteras devido a compostos quaternários de amônio, os quais servem de estímulo para o crescimento do fungo. Esses compostos foram identificados como colina e betaína, que apresentam concentrações mais elevadas nas anteras e são responsáveis pelo rápido crescimento das hifas. Após a antese algumas anteras ficam retidas nas espiguetas, dando condições dos esporos do fungo se depositarem nas anteras presas, e através do filete acabam colonizado o interior da flor.

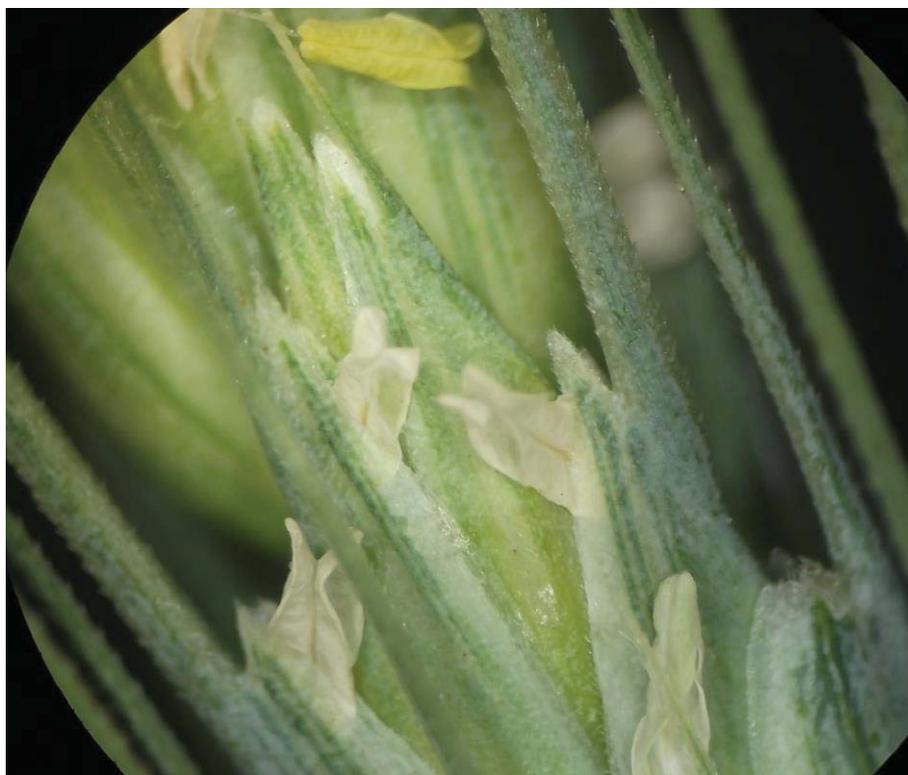


Figura 4. Antese presas entre a lema e pálea do trigo. Fotos: Eduardo Viana, 2011.

A disseminação ocorre pelo vento, onde os esporos são transportados e depositam-se sobre as flores masculinas do trigo (anteras), posteriormente infectando as espiguetas e podendo causar aborto ou má formação dos grãos (WIESE, 1987; REIS, 1988a; REIS & CARMONA, 2002). Os ascosporos se depositam sobre as anteras, germinando e atingindo o ovário, podendo permanecer viáveis quando depositadas nas glumas por um longo período esperando as anteras para que possa germinar (REIS, 1988a).

2.6 Sintomas e sinais

Após a penetração do patógeno nas espiguetas podem ser verificados os sintomas, tanto nos grãos quanto nas espigas. Nos grãos, quando a colonização é rápida não há formação, mas quando é lenta, os grãos ficam enrugados, chochos, ásperos e rosados. As espiguetas quando infectadas, apresentam-se de cor palha com as aristas arrepiadas.

Já os sinais podem ocorrer em condições de alta temperatura e umidade, onde pode haver a formação de macroconídios na base das espiguetas tornando-as de coloração rosada. Nestas condições, a infecção pode atacar o ráquis da espiga, espalhando por toda extensão da mesma (WIESE, 1987; REIS & CARMONA, 2002; REIS & CASA, 2007). Outros sinais do patógeno também podem ser observados nas espigas secas, pela formação de pontuações escuras, que são os peritécios de *G. zea* (LIMA, 2004). Pode ocorrer a formação de peritécios sobre a espiga, mesmo antes da colheita, sendo uma temperatura entre 15 e 25°C, e uma umidade relativa superior a 40% (ANDERSEN, 1948; BECHTEL et al., 1985, DUFAULT et al., 2002).

2.7 Medidas de manejo

A giberela, dentre as doenças dos cereais de inverno, é considerada de difícil controle (REIS & CASA, 2007), pois não existem cultivares com níveis adequados de resistência à giberela (BAI & SHANER, 2004). Outro fator que dificulta o controle da

doença é a habilidade que o fungo tem em colonizar restos de diversas culturas de inverno e gramíneas, tornando assim o controle pela rotação de cultura ineficiente (REIS, 1988b). A giberela é uma doença altamente influenciada pelo clima, pois em condições climáticas favoráveis durante o período de suscetibilidade (antese) vão determinar a intensidade e a ocorrência da doença (REIS & CASA, 2007). Além disso, é difícil atingir os sítios de infecção da doença (anteras presas) (REIS, 2011). Segundo Reis (1988a), existem várias medidas que podem ser usadas para o controle da doença, sendo que essas devem ser tomadas em conjunto para impedir o ciclo de relações patógeno-hospedeiro, e podem ser aplicadas na fonte de inóculo, na penetração ou na colonização do patógeno no hospedeiro.

2.7.1 Escalonamento de semeadura

Esse manejo visa que as plantas de trigo não floresçam todas no mesmo momento. Esta estratégia é um mecanismo de escape para a infecção, aumentando assim, as possibilidades de quando as condições favoráveis à doença ocorram, as plantas não estejam todas em antese na mesma área, diminuindo o desenvolvimento da doença (REIS et al., 1996b; CARMONA, 2001). Os mesmos autores ainda citam que o uso de misturas de cultivares seria uma técnica de grande valor para o controle da doença, onde cultivares que possuíssem o mesmo tempo de emergência e maturação, mas diferente momento de antese, proporcionariam um meio de escape à doença, evitando a infecção da mesma, caso ocorra chuva nesse período.

2.7.2 Rotação de culturas

A rotação de culturas tem como objetivo o controle pela supressão ou eliminação do substrato usado pelo patógeno para sua sobrevivência. *G. zae* é um fungo necrotrófico com habilidade de competição saprofítica, onde na ausência da cultura suscetível, planta voluntária e restos culturais, o patógeno não terá onde adquirir energia para sobreviver, o que leva à erradicação total ou parcial do mesmo (REIS et al., 1995).

No caso da giberela, os ascosporos de *G. zae* estão presentes no ar durante os meses nos quais ocorre a floração do trigo, independente da rotação de cultura, sendo que para o controle dessa doença ela é ineficiente (REIS, 1988a; REIS, 1988b; BAI & SHANER, 1994). Portanto, para o controle eficiente devem-se eliminar as plantas daninhas hospedeiras e as plantas suscetíveis durante o verão, diminuindo os restos culturais e em consequência, a quantidade de inóculo (REIS, 1990).

2.7.3 Controle cultural

Segundo Khonga & Sutton (1988), quando os restos culturais são incorporados no solo, não há formação dos peritécios, ou seja, neste sentido a incorporação dos restos poderia diminuir a intensidade da doença pela diminuição do inóculo, mas com a adoção do sistema plantio direto, a incorporação dos restos caiu em desuso.

Estudos mostram que a preparação do solo e da rotação de cultura não apresentam grande influência na doença, pois como o

patógeno se dissemina a longas distâncias, a importância dessa técnica é relativamente baixa (MILLER et al., 1998). Mesmo com esta controvérsia, depois da introdução do sistema plantio direto, observando os trabalhos de Reis et al. (1996) e Casa et al. (2004) sobre danos do trigo causados pela giberela, pode se concluir que houve um aumento dos danos no trigo, após a adoção do sistema plantio direto, o que pode ser explicado pela maior quantidade de inóculo nos restos culturais (REIS & CARMONA, 2002).

2.7.4 Tratamento de sementes

Mesmo o fungo *F. graminearum* estando presente nas sementes, o mesmo não tem importância como inóculo para a giberela da espiga. Esse sim tem importância como inóculo inicial quando a semente permanece no campo, causando a podridão comum das raízes e morte de plântulas (REIS et al, 1988). Sendo assim, o tratamento de sementes com fungicida para o controle *F. graminearum* não é uma prática recomendável para o controle da infecção em espigas, porém este mesmo fungo é também agente causal da doença podridão comum das raízes do trigo, sendo que o tratamento de sementes é recomendado para reduzir os danos causados por essa doença (REIS & CASA, 1998).

2.7.5 Controle químico

Devido ao aumento da ocorrência e da intensidade de epidemias nos últimos anos, a giberela tem sido apontada como uma

das doenças que mais causam danos aos cereais de inverno (PANISSOM et al., 2002).

De maneira geral, o controle químico deve ser feito nas regiões onde as condições climáticas favoráveis (chuvas no período da floração, juntamente com temperaturas superiores a 20°C), ocorrem com frequência para o estabelecimento do patógeno durante a antese, ou seja, coincide com o florescimento das plantas de trigo. Além disso, deve-se ter o histórico da doença na área nos últimos anos (REIS & CARMONA, 2002).

Os primeiros trabalhos visando ao controle de giberela foram para determinar o momento de aplicação do fungicida, pois pouco se conhecia sobre o assunto. Vários trabalhos demonstraram que a aplicação de fungicida deve ser realizada a partir do início da floração estendendo-se até o final do florescimento (REIS, 1988a; MAULER-MACHNIK & ZAHN, 1994; PARRY *et al.*, 1995; MESTERHÁZY & BARTÓK, 1996; MCMULLEN, *et al.*, 1997). Essa recomendação consta na última edição da Indicação Técnica para a cultura do Trigo e Triticale (REUNIÃO..., 2011).

De acordo com REIS et al. (1996a), o melhor controle da doença é observado quando realiza-se aplicação de fungicida quando o trigo apresenta a maior proporção de espigas com anteras expostas, ou seja, aproximadamente aos 8 dias a partir do espigamento. Panisson et al. (2002), demonstraram que aplicações de fungicida em plena floração apresentaram controle médio 67%.

Deuner (2007), verificou que há efeito do momento de aplicação dos fungicidas no controle de giberela. Nesse experimento, foram aplicados fungicidas quando as plantas de trigo estavam com

50% da antese. No início da antese, todos os fungicidas testados apresentaram eficiência de controle acima de 70%, sendo que para a produtividade houve diferença estatística entre a testemunha e os tratamentos com fungicidas. Quando os fungicidas foram aplicados com 50% da antese, os fungicidas piraclostrobina + epoxiconazol (67,5 + 25 g i.a ha⁻¹), metconazol (45 g), tebuconazol (100 g), tebuconazol (150 g) e azoxistrobina + ciproconazol + propiconazol (60+24+50 g) apresentaram eficiência de controle maior que 50%, com exceção do fungicida trifloxistrobina + tebuconazol (60+120 g) que apresentou eficiência de 45%, diferindo estatisticamente em produtividade da testemunha e dos demais tratamentos.

Dessa maneira, a possibilidade de obter controle eficiente está diretamente relacionada com o momento de aplicação de fungicida. Segundo Zoldan (2008), a antese do trigo dura em torno de 15 dias em uma lavoura, então com o desenvolvimento de cultivares com floração concentrada em um curto período, favoreceria assim o controle químico já que uma maior quantidade de anteras seriam atingidas e protegidas pelo fungicida. Para Vargas & Fernández (1997), a proteção química contra a giberela baseia-se no uso de fungicidas preventivos durante a antese, onde seu objetivo é evitar a infecção quando os esporos do fungo se depositam sobre as anteras expostas.

Paralelamente aos trabalhos citados anteriormente, também foram sendo desenvolvidos trabalhos visando à eficácia agrônômica de fungicidas, que são encontrados com facilidade na literatura. Segundo Reis & Carmona (2002), o controle preventivo deve ser feito utilizando fungicidas de ação sistêmica, do grupo

químico do triazol, como o tebuconazol, metconazol ou do grupo químico do benzimidazol, como carbendazim. Esses dados concordam com os encontrados por Reis et al. (1996a), no qual, fungicidas do grupo químico do benzimidazol (carbendazim), triazol (tebuconazol e tiabendazol) e imidazol (procloraz) tiveram boa eficácia de controle de giberela quando aplicados em condições controladas.

Neto & Giordani (1989), em experimentos realizados em Cruz Alta, RS, com a cultivar CEP 11, obtiveram controle de 82% com a mistura de propiconazol (125 g i.a.ha⁻¹) + procloraz (450 g i.a.ha⁻¹).

Outros autores como Picinini & Fernandes (1997), verificaram que o fungicida tebuconazol obteve controle de 91% da doença, com um índice de giberela [(% incidência x % severidade)/100], de 5,5. Nesse mesmo trabalho com doses crescentes de azoxistrobina, os autores verificaram controle variando de 57 a 73% da doença. Da mesma forma, Panisson et al. (2002) verificaram que o fungicida tebuconazol apresentou os mesmos resultados de controle relatado por Picinini & Fernandes (1997). Esses últimos autores em outro trabalho de 1992, testando os fungicidas tebuconazol, procloraz, epoxiconazol e flutriafol, obtiveram controle de 87, 76, 75 e 67%, respectivamente.

CAPÍTULO I

OCORRÊNCIA DE *Gibberella zea* EM RESTOS CULTURAIS E INCIDÊNCIA DE *Fusarium graminearum* EM SEMENTES DE SOJA

EDUARDO VIANA¹

RESUMO – O presente trabalho teve como objetivo quantificar a densidade de peritécios de *Gibberella zea* nos restos culturais da soja e quantificar a incidência de *Fusarium graminearum* em sementes de soja produzidas no estado do Rio Grande do Sul na safra 2011/2012. O trabalho foi constituído por dois experimentos, sendo que no primeiro quantificou-se a densidade de peritécios em restos culturais da soja. Para isso realizou-se coletas de restos culturais de soja em 0,25 m² em lavouras dos municípios de Ibirubá e Passo Fundo. A palha foi pesada, picada e homogeneizada. Cinco gramas de cada amostra foi desinfestada com hipoclorito de sódio e acondicionados em gerbox plásticos, mantidos em câmara úmida a 25°C±2 por cinco dias para a formação e maturação dos peritécios. Decorrido este período, com o auxílio de microscópio estereoscópico, contabilizou-se o número de peritécios. No segundo experimento, avaliou-se a incidência de *F. graminearum* em sementes de soja produzidas no Estado do Rio Grande do Sul na safra 2011/2012. Sementes oriundas de sete municípios foram desinfestadas com

¹ Engenheiro Agrônomo, mestrando do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade de Passo Fundo (UPF), área de Concentração em Fitopatologia.

solução de hipoclorito de sódio, e em plaqueadas em caixas de plásticos contendo meio semi-seletivo para *F. graminearum*. Após o plaqueamento, as sementes foram mantidas em câmara climatizada com temperatura de $25^{\circ}\text{C}\pm 2$ por um período de 10 a 12 dias para o desenvolvimento das colônias do fungo. Decorrido este período, as sementes foram avaliadas usando o microscópio estereoscópico, identificando-se as colônias de *F. graminearum*. Os resultados foram expressos como incidência (%) do fungo nas sementes. Confirmou-se que o fungo *G. zae* sobrevive nos restos culturais da cultura da soja, e a densidade de peritécios presente nos restos culturas de soja é baixo, provavelmente devido ao clima desfavorável para a formação e maturação, nos dois anos avaliados. O fungo *F. graminearum* está presente em sementes de soja produzidas em vários municípios do Rio Grande do Sul na safra 2011/2012, com uma incidência média de 1%.

Palavras-chave: *Glycine max*, competição saprofítica, peritécio, patologia de sementes.

ABSTRACT – This study aimed to quantify the number of perithecium of *Gibberella zae* in soybean debris and the incidence of *F. graminearum* in soybean seeds produced in Rio Grande do Sul in 2011/2012 season. There were two experiments, in the first it was quantified the number of perithecium of *Gibberella zae* in soybean debris. For this purpose two soybean debris samples were taken in 0.25 m² in Ibirubá and Passo Fundo. The debris were weighed, minced and homogenized. Five grams of each sample was disinfested with sodium hypochlorite and placed in gerbox, kept in a humid chamber with

temperature of $25^{\circ}\text{C}\pm 2$ during five days for formation and maturation of perithecium. Thereafter, using a stereoscopic microscope, the number of perithecium was evaluated. The second experiment evaluated the incidence of *F. graminearum* in soybean seeds produced in Rio Grande do Sul in 2011/2012 season. Seeds from seven cities were disinfected with sodium hypochlorite and placed on gerbox containing semi-selective medium for *F. graminearum*. The gerbox with the seeds were kept in an growth chamber with temperature of $25^{\circ}\text{C}\pm 2$ for 10 to 12 days to create fungal colonies. After this period, the seeds were evaluated using a stereoscopic microscope, observing the characteristics of the *F. graminearum* colonies. The results were expressed as incidence (%) of fungus on seeds. *G. zae* fungus survives in soybean debris and the number of perithecium is low, low probably due to unfavorable climate for their development and maturation, in both years of evaluation. *F. graminearum* is in the soybean seeds produced in different cities of Rio Grande do Sul in 2011/2012 season, average incidence of 1%.

Keyword - *Glycine max*, saprophytic competition, perithecium, seed pathology.

1 INTRODUÇÃO

A giberela é uma das principais doenças da cultura do trigo no mundo e, em especial, na região sul do Brasil com primavera

quente e chuvosa, favorecendo o desenvolvimento da doença (REIS, 1988a).

A giberela é causada pelo fungo necrotrófico que na forma teleomórfica é denominado *Gibberella zeae* (Schwabe.) Petch. e a forma anamórfica *Fusarium graminearum* Schwabe (REIS, 1988a). Esse fitopatógeno apresenta a fase parasitária em plantas vivas e a saprofítica nos restos culturais (COLEY-SMITH, 1979).

Alguns parasitas necrotróficos, principalmente os classificados como fungos do solo, podem apresentar habilidade de competição saprofítica. Esse mecanismo capacita o fungo, na fase saprofítica, a trocar de substrato morto no solo na ausência do hospedeiro. Nessa condição, o patógeno sempre encontra o substrato, o que lhe permite existir indefinidamente no solo (COLEY-SMITH, 1979). O fungo *Fusarium graminearum*/*Gibberella zeae* apresenta habilidade de competição saprofítica, sendo por essa característica, capaz de sobreviver em restos culturais de plantas hospedeiras suscetíveis e de gramíneas nativas. Essa ampla gama de substratos constitui a principal fonte de inóculo e de sobrevivência para o fungo (REIS, 1990).

Segundo Parry et al. (1995), as espécies de *Fusarium* parasitas de cereais de inverno têm a capacidade de sobreviver em restos culturais de uma ampla gama de hospedeiros. Reis (1988a), estudando a sobrevivência de *G. zeae* encontrou peritécios sobre restos culturais de várias plantas cultivadas no Sul do Brasil como milho, aveia, avevém, centeio, cevada, trigo e triticales. Casa et al. (2010) relataram a presença saprofítica de peritécios de *G. zeae* em restos culturais de plantas não hospedeiras do fungo, em algumas

gramíneas como capim-rabo-de-burro, aveia preta, capim-de-rhodes, brachiarão, piatã, brachiarinha, capim-papuã, ruzizensis, aveia-louca, capim-dos-pampas, capim-colchão, azevém, sorgo, sorgo bravo e arroz.

Além disso, esse patógeno tem a capacidade de sobreviver ou associar-se às sementes. A associação entre o patógeno e a semente representa a maneira mais evoluída segura e eficiente de garantir a sobrevivência dos fitopatógenos. Nesta associação a continuidade do ciclo é garantida, visto que o patógeno não se separa do seu hospedeiro, de quem depende nutricionalmente (REIS & CASA, 2004).

Em trabalho de patologia de sementes de soja, Panisson et al. (2000), detectaram incidência de *F. graminearum*, com valores acima de 30%. Na safra de soja de 2004, no Laboratório de Fitopatologia da FAMV/UPF, foram analisados lotes de sementes de soja de coloração vermelha que foram embargadas para exportação para a China, alegando estarem tratadas com fungicidas. Após análise de patologia de sementes, concluiu-se que a coloração avermelhada era de *F. graminearum* e *Fusarium* spp. com incidências de 55 e 34% respectivamente (REIS et al., 2009). Em 1º de junho de 2011, registrou-se no Laboratório de Fitopatologia da FAMV/UPF uma amostra de sementes de soja contendo grãos vermelhos. Tais grãos, não foram aceitos para comercialização, supondo-se que haviam sido tratadas com fungicidas com corante vermelho. Após a análise de sanidade, demonstrou-se que a coloração vermelha tratava-se do fungo *F. graminearum* com incidência de 40% (VIANA & DEUNER, 2011).

O primeiro relato de *F. graminearum* em sementes de soja no Brasil foi feito por Yuyama & Henning (1999) na safra 1995/96, na Região Norte de Santa Catarina. Lotes de sementes produzidas naquela região apresentaram incidências por *F. graminearum*, variando de 1,5% a 10%. Posteriormente, o fungo foi identificado em sementes de soja nas regiões de Ponta Grossa (PR), Abelardo Luz (SC) e Passo Fundo (RS).

De acordo com trabalho de Fernandez & Fernandes (1990), pesquisando a sobrevivência de patógenos em resíduos de trigo e soja, relataram a presença *G. zae* em restos culturas da soja nos municípios de Passo Fundo – RS, Guarapuava – PR e Dourados – MS. Mais tarde Baird et al. (1997), em estudos sobre a diversidade e a longevidade da microbiota em restos de soja nos Estados Unidos, observou a sobrevivência de *F. graminearum* em hastes de soja na forma de micélio dormente. Mesmos resultados foram relatados por Hartman et al (1999) e Broders et al (2007), que observaram *F. graminearum* em hastes, vagens e sementes de soja nos Estados Unidos.

Mediante esses dados, observa-se que *G. zae* e *F. graminearum* pode ser um patógeno não específico e com habilidade de competição saprofítica, o qual se adaptou bem ao sistema plantio direto. Contudo, a soja não desempenha uma grande importância como fonte de inóculo para a giberela do trigo, pois pela característica que o fungo tem de sobreviver em diferentes substratos, ampla gama de hospedeiros e estar presente em sementes de vários cereais de inverno, e outras culturas de verão, como milho, feijão e a própria soja, e ainda pela característica dos esporos, de *G. zae* serem

pequenos, leves e facilmente carregados pelo vento, torna complexo o controle da giberela pelo manejo do inóculo em sua fase de sobrevivência.

Esse trabalho teve como objetivo quantificar a densidade de peritécios de *G. zaeae* nos restos culturais da soja nas safras 2011 e 2012, e quantificar a incidência de *F. graminearum* em sementes de soja produzidas em municípios do Rio Grande do Sul na safra 2011/2012.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi dividido em dois experimentos, ambos conduzidos no laboratório de Fitopatologia da Universidade de Passo Fundo – RS, nos anos de 2011 e 2012.

2.1 EXPERIMENTO I – OCORRÊNCIA DE *Gibberella zaeae* EM RESTOS CULTURAIS DE SOJA

Coletou-se os restos culturais de soja (hastes, vagens e folhas) em diferentes localidades dos municípios de Passo Fundo e de Ibirubá (Tabela 1).

Nas coletas da palhada foi utilizado uma moldura de madeira com área de 0,25 m² (0,50 x 0,50 m) lançada ao acaso na lavoura e com cinco pontos de coletas em cada área. Todos os restos culturais localizados dentro da área na superfície delimitada foram removidos, acomodados em sacos de papel e secados à temperatura ambiente no laboratório. Posteriormente, as amostras foram picadas e

foi tomada uma sub-amostra de 5g que foi desinfestada com uma solução aquosa de hipoclorito de sódio (1:1; v:v) por aproximadamente dois minutos e, posteriormente, enxaguada com água esterilizada para remover o excesso do desinfetante.

Os restos foram acomodados em caixas gerbox transparente, medidas de 11 x 11 x 3,5 cm de altura, contendo no fundo uma camada de espuma de nylon (5 mm) e sobreposta com uma lâmina de papel germitex, saturado com água destilada para manter a umidade. Os tecidos vegetais foram mantidos nesta câmara úmida a aproximadamente 25°C por cinco dias para induzir a formação e maturação dos peritécios.

Tabela 1. Locais e datas de coleta de resíduo cultural da soja em dois municípios do Rio Grande do Sul, nos anos de 2011 e 2012. UPF, Passo Fundo, RS, 2012

| Ano | Local de coleta | Data de coleta |
|------|-----------------|----------------|
| 2011 | Passo Fundo | 30 de maio |
| | Ibirubá 1 | 11 de junho |
| | Ibirubá 2 | 12 de junho |
| | Ibirubá 3 | 12 de junho |
| | Ibirubá 4 | 13 de agosto |
| 2012 | Passo Fundo | 25 de Junho |
| | Ibirubá 1 | 23 de junho |
| | Ibirubá 2 | 18 de agosto |
| | Ibirubá 3 | 22 de setembro |
| | Ibirubá 4 | 22 de setembro |

Com uma lupa realizou-se o exame dos tecidos, contabilizando o número de peritécios nas 5g de tecidos de cada amostra. Estimou-se o número de peritécios de *G. zae* por grama de

palha de cada amostra e o número de peritécios por metro quadrado (m²).

2.2 EXPERIMENTO II – INCIDÊNCIA DE *Fusarium Graminearum* EM SEMENTES DE SOJA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL NA SAFRA 2011/2012.

Foram analisadas amostras de sementes provenientes de vários municípios do Rio Grande do Sul (Tabela 2). As sementes foram fornecidas pela Fundação Pró-sementes e processadas cinco meses após a colheita.

Tabela 2. Relação de cultivares de soja oriundas de municípios do Estado do Rio Grande do Sul, produzidas na safra 2011/2012. UPF, Passo Fundo, RS, 2012

| Municípios ¹ | Cultivares |
|-------------------------|-----------------|
| Ijuí | A 6411 RR |
| Jaguarão | BMX Apolo RR |
| Júlio de Castilhos | BMX Ativa RR |
| Não-me-Toque | BMX Energia RR |
| Passo Fundo | BMX Força RR |
| Pelotas | BMX Potência RR |
| Santo Augusto | BMX Turbo RR |
| | FPS Urano RR |
| | NA 4823 RR |
| | NA 5909 RG |

¹ Em cada município foram coletadas amostras das dez cultivares.

Cada amostra foi composta por 400 sementes. Primeiramente foram desinfestadas com solução aquosa de hipoclorito

de sódio (1:1; v:v) por dois minutos e enxaguadas com água esterilizada. Em seguida foram distribuídas em gerbox (25 sementes por caixa), medindo 11,5 x 11,4 x 3,4 cm de altura, contendo meio de cultura semisseletivo para *F. graminearum* (SEGALIN & REIS, 2010). Após o plaqueamento das sementes, as amostras foram mantidas em câmara de crescimento a $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12 horas. Após 10 a 12 dias de incubação, o fungo foi identificado sob microscópio estereoscópico com base em suas características morfológicas de acordo com BOOTH (1971).

Na análise dos dados foi usado o programa estatístico Assistat (SILVA & AZEVEDO, 2002), e os dados foram transformados para $X=X+C$ (onde X é o valor obtido de incidência, e o valor é de $C=0,5$), e os resultados expressos como incidência dos fungos (%).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 EXPERIMENTO I – OCORRÊNCIA DE *Gibberella zeae* EM RESTOS CULTURAIS DE SOJA

Em relação aos restos culturais remanescentes da cultura da soja (Tabela 3), a quantidade de palha no ano de 2011 foi maior que no ano de 2012, isso pelo fato de que na última ocorreu uma estiagem no período de produção da soja, havendo uma menor produção de massa verde e, conseqüentemente, menor densidade de restos culturais (Figura 1).

Quanto ao número de peritécios nos restos culturais da soja (Tabela 3), variou de 0 a 2.156,4 peritécios/ m² no ano de 2011 e 72,2 a 238,5/m² no de 2012.

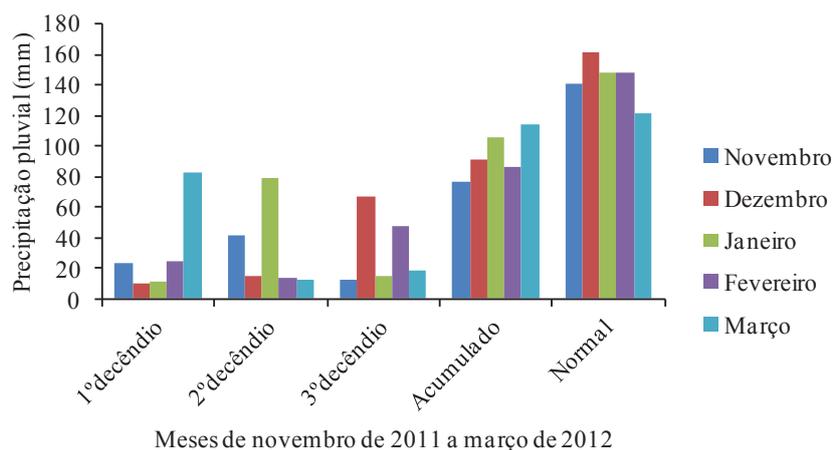


Figura 1. Índice pluviométrico (mm) acumulado no município de Passo Fundo, nos meses de novembro a março da safra de soja 2011/2012. Fonte: Modificado da Embrapa Trigo, 2012.

Somente foi observado a formação de peritécios no interior das vagens abertas após serem induzidos na incubação, não sendo encontrados peritécios nos restos de hastes, visto que os demais órgãos estavam decompostos (folhas).

Sartori (2003) quantificou a densidade de peritécios em restos culturais da aveia e determinou o número médio de 121 ascas por peritécio, em 15 peritécios avaliados. Se cada asca é capaz de formar até 8 ascosporos, então cada peritécio pode produzir até 968 ascosporos.

De acordo com Tschanz et al. (1975), um único peritécio, sob condições ambientais favoráveis, é capaz de produzir até 45.000

ascósporos. Isso levanta a hipótese de que os peritécios em sua vida útil, podem se recarregar após a liberação dos ascósporos, o que explicaria o elevado número de ascósporos produzidos por um único peritécio no trabalho do autor acima.

Porém, no presente trabalho não foi possível fazer a quantificação de ascas e ascósporos produzidos nos peritécios, por que não estavam maduros. A confirmação de que realmente se tratavam de peritécios de *G. zea* foi feita através das características das estruturas do fungo (peritécios) e pela coloração dos mesmos, quando observados ao microscópio ótico. Segundo Samuels et al. (2002), os peritécios de *G. zea* são coloridos variando de roxo escuro, preto, avermelhado e amarelo, com forma globosa ovoide, com a superfície rugosa apresentando verrugas em sua extensão.

Também foi encontrado micélio de algumas espécies de *Fusarium* spp., demonstrando que este fungo pode sobreviver como micélio dormente nos restos culturais esperando condições propícias para germinação e produção de macroconídios.

Quanto à presença de peritécios de *G. zea* nos resíduos de soja, os dados confirmam o que foi relatado por Fernandez & Fernandes (1990) ao analisar resíduos de soja na Região Sul e Central do Brasil. Martinelli et al. (2004), em estudos de isolamento de fungos dos restos culturais de soja, também relataram a presença de *G. zea* em restos culturais da soja.

Tabela 3. Densidade de restos culturais da soja e número de peritécios de *Gibberella zeae* em restos culturais de soja, nas safras 2011/2012. UPF, Passo Fundo, RS. 2012

| Safra | Local | Restos culturais (g/m ²) | Peritécios (nº/m ²) |
|-------|-------------|---|---------------------------------|
| 2011 | Passo Fundo | 408,7 | 179,3 |
| | Ibirubá 1 | 687,9 | 0 |
| | Ibirubá 2 | 748,0 | 2156,4 |
| | Ibirubá 3 | 521,9 | 474,5 |
| | Ibirubá 4 | 600,6 | 493,5 |
| 2012 | Passo Fundo | 156,4 | 96,3 |
| | Ibirubá 1 | 388,8 | 134,1 |
| | Ibirubá 2 | 462,2 | 238,5 |
| | Ibirubá 3 | 475,2 | 199,1 |
| | Ibirubá 4 | 409,4 | 72,2 |

Em comparação com outras culturas como trigo, aveia, azevém e milho que são hospedeiras de *G. zeae*, o número de peritécios quantificados nos restos culturais de soja, foi inferior aos relatados na bibliografia. Moraes (2004) quantificou o número de peritécios de *G. zeae* em restos culturais de aveia (12.937 peritécios/m²), azevém (12.936 peritécios/m²), e trigo (10.830 peritécios/m²). Sendo assim, os restos culturais dessas gramíneas são importante fonte de inóculo de *G. zeae*. Tendo este fungo sido citado também como patógeno da soja (YUYAMA & HENNING, 1999; MARTINELLI et al., 2002; MARTINELLI et al., 2004), aumenta suas oportunidades de sobrevivência e de multiplicação do inóculo. Visto que o inóculo mais abundante pode contribuir para aumentar a incidência de *G. zeae*/*F. graminearum* em cereais de inverno.

A baixa densidade de peritécios nos restos culturais da soja pode ser atribuída à baixa precipitação pluvial ocorrida na safra 2011 e 2012 (Figuras 2 e 3).

Mesmo no ano de 2011 (Figura 2), com chuvas acima da normal, pode não ter ocorrido dias consecutivos com molhamento e temperaturas favoráveis à formação dos peritécios nos restos culturais. O mesmo pode ter ocorrido em 2012 (Figura 3).

Segundo estudo realizado por Dufault et al. (2002), períodos prolongados de molhamento estão associados com o aumento na produção de peritécios de *G. zeae* sobre colmos de milho, com temperaturas de 15 a 25 °C e umidade relativa acima de 40%. Peritécios não foram formados a 30 °C ou sob umidade relativa abaixo de 40%.

Esses dados demonstram a importância do molhamento para a formação de peritécios, o que pode explicar o baixo número encontrado nos restos culturais de soja nos dois anos avaliados.

Quanto à presença de micélio de *Fusarium* spp observado nos restos culturais de soja coletados neste trabalho, resultados semelhantes foram observados por Baird et al. (1997), Hartman et al. (1999) e Broders et al. (2007) em estudos sobre sobrevivência de microorganismos em restos culturais de soja (hastes, vagens e sementes) e por Trail et al. (1997), em restos culturais de milho e trigo.

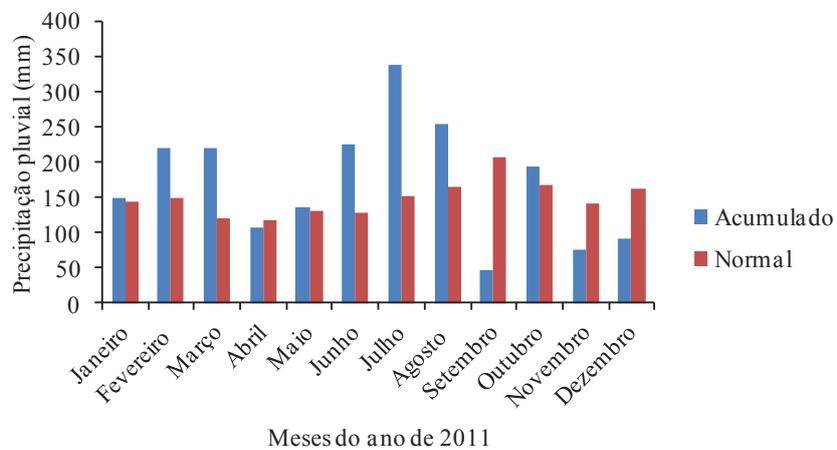


Figura 2. Precipitação pluvial (mm) em 2011 no município de Passo Fundo. Fonte: Modificado Embrapa Trigo, 2012.

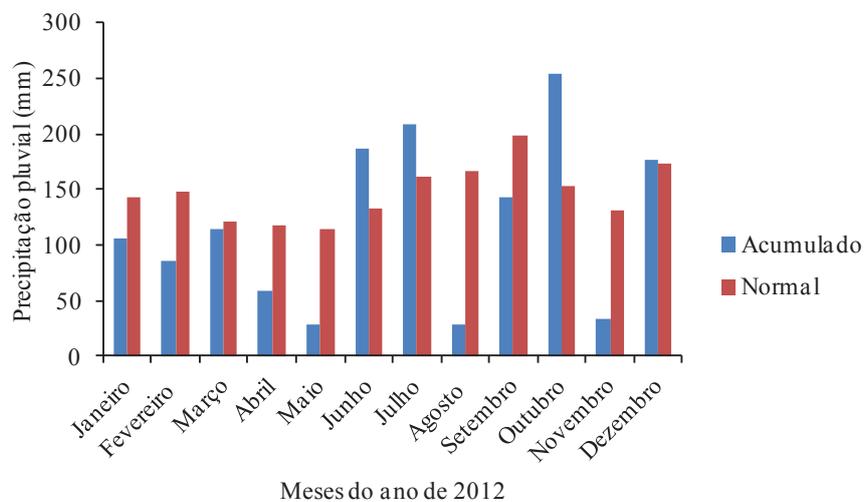


Figura 3. Precipitação pluvial (mm) em 2012 no município de Passo Fundo. Fonte: Modificada Embrapa trigo, 2012.

3.2 EXPERIMENTO II – INCIDÊNCIA DE *Fusarium Graminearum* EM SEMENTES DE SOJA PRODUZIDAS EM MUNICÍPIOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL NA SAFRA 2011/2012.

A análise da variância da incidência de *F. graminearum* em sementes de soja (Tabela 4) mostrou que os fatores cultivares e localidades foram significativos e que houve interação significativa entre eles. A média de incidência nas sementes foi de 1,0%, verificando-se a incidência de *F. graminearum* em todas as localidades, e em todas as cultivares analisadas.

Quanto aos valores de incidência de *F. graminearum* nas sementes (Tabela 4) para as cultivares procedentes do município de Pelotas, os valores de incidência variaram de 0,0 a 2,0%, para Santo Augusto de 0,0 a 1,0%, para Ijuí de 0,0 a 0,7% e para Júlio de Castilhos de 0,0 a 1,2%, Não houve diferença significativa entre as cultivares nesses quatro municípios. Nas amostras do município de Não-Me-Toque, a incidência variou de 0,0 a 4,0%, sendo que a cultivar BMX Força RR foi a que apresentou maior incidência. Nas amostras do município de Jaguarão, a incidência variou de 0,0 a 4,7%, onde as cultivares BMX Ativa RR, BMX Força RR e FPS Urano foram estatisticamente superiores às demais, com os maiores valores. No município de Passo Fundo, os valores de incidência nas amostras, variaram de 0,2 a 5,2%, onde a cultivar BMX Ativa RR, destacou-se significativamente com o maior valor de incidência.

Quanto aos valores de incidência de cada cultivar nas localidades (Tabela 4), BMX Apolo RR, BMX Potência RR e NS

4823 RR não apresentaram diferenças estatísticas. As cultivares A 6411 RR e BMX Ativa RR, nos municípios de Jaguarão e Passo Fundo, diferiram estatisticamente dos demais locais. Nas cultivares BMX Energia RR, FPS Urano e NS 5909 RR foram verificadas as maiores incidências em sementes de soja, em amostras do município

Tabela 4. Incidência (%) de *Fusarium graminearum* em sementes de soja, produzidas em lavouras de diversos municípios do Estado do Rio Grande do Sul, na safra 2011/2012. UPF, Passo Fundo, RS. 2012

| Cultivares | Municípios | | | | | | | | Médias |
|-----------------|------------------------|---------------|-----------|--------------------|-----------------------|-----------|-------------|--|--------|
| | Pelotas | Santo Augusto | Ijuí | Júlio de Castilhos | Não-Me-Toque | Jaguarão | Passo Fundo | | |
| A 6411 RR | AB 2,0 ns ¹ | B 0,0 ns | AB 0,5 ns | B 0,0 ns | AB 1,0 b ² | A 2,5 abc | A 2,2 bc | | 1,2 |
| BMX Apolo RR | A 2,0 | A 0,5 | A 0,0 | A 0,0 | A 1,0 b | A 1,7 bcd | A 0,2 c | | 0,8 |
| BMX Ativa RR | B 0,0 | B 1,0 | B 0,2 | B 0,2 | B 1,0 b | A 4,2a | A 5,2 a | | 1,7 |
| BMX Energia RR | B 0,0 | B 0,0 | B 0,2 | B 0,0 | B 0,0 b | A 2,5 abc | AB 0,7 c | | 0,5 |
| BMX Força RR | B 1,7 | B 0,0 | B 0,7 | B 0,0 | A 4,0 a | A 4,5 a | B 0,2 c | | 1,6 |
| BMX Potência RR | A 0,5 | A 0,0 | A 0,5 | A 1,2 | A 0,7 b | A 1,2 bcd | A 0,5 c | | 0,7 |
| BMX Turbo RR | B 1,5 | B 0,0 | B 0,0 | B 0,0 | B 0,2 b | B 0,2 cd | A 4,2 ab | | 0,9 |
| FPS Urano | B 0,0 | B 0,0 | B 0,0 | B 1,0 | B 0,7 b | A 4,7 a | B 1,7 c | | 1,2 |
| NS 5909 RG | C 0,0 | C 0,0 | BC 0,2 | C 0,0 | AB 2,2 ab | A 2,7 ab | BC 0,2 c | | 0,8 |
| NS 4823 RR | A 0,7 | A 0,2 | A 0,2 | A 1,0 | A 2,0 ab | A 0 d | A 1,5 c | | 0,8 |
| Médias | 0,8 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 1,3 | 2,4 | 1,7 | | |
| Média Geral (%) | | | | | | | | | 1,0 |
| CV (%) | | | | | | | | | 17,4 |

¹ns não significativo, ²Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Dados transformados para X=X+C (onde X é o valor obtido como incidência, e o valor de C=0,5)

de Jaguarão. Comportamento semelhante foi verificado para a cultivar BMX Turbo RR para o município de Passo Fundo. Para a cultivar BMX Força RR, a incidência de *F. graminearum* nas sementes variou de 0,0 a 4,5%, sendo que nos municípios de Não-Me-Toque e Jaguarão a incidência diferiu estatisticamente dos demais municípios com os maiores valores.

Segundo Yuyama e Henning (1999), na safra de 1995/96, a incidência de *F. graminearum* em sementes de soja oriundas do norte de Santa Catarina variaram de 1,5 a 10%. Panisson et al. (2000) em patologia de sementes de soja produzidas na área experimental da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, com incidência superior a 30%. Reis et al. (2004), detectaram incidência de 55% de *F. graminearum* em sementes de soja que seriam exportadas para a China, no ano de 2011. Em outras amostras de sementes de soja foram determinadas incidência de 40% (VIANA & DEUNER, 2011).

Nos Estados Unidos, *F. graminearum* também foi relatada infectando sementes causando sintomas rosados nos grãos, descoloração do revestimento das sementes e conseqüentemente acúmulo de desoxinivalenol (DOM) (WICKLOW et al., 1987;. JACOBSEN et al., 1995; RODRIGUES FILHO et al., 2002).

Segundo Martinelli et al. (2004), em trabalho com inoculação artificial de *F. graminearum* em soja, observaram que todas as inoculações resultaram em lesões nas vagens e, em alguns casos, não ocorreu a formação de sementes. Quando houve formação de sementes, essas apresentaram sintomas de infecção por *F. graminearum* Essa característica de ser patogênica à soja, a habilidade

de sobreviver em restos de diversas culturas, associado à prática do plantio direto que mantêm os restos culturais na superfície do solo, facilita a sobrevivência e a disseminação de *Gibberella zae/Fusarium graminearum* podendo explicar por que houve aumento dos danos causados pela giberela em trigo. Além disso, tem ocorrido um aumento da incidência de *F. graminearum* em sementes, não só da soja, mas também de outras culturas como aveia (SEGALIN & REIS, 2010,) azevém (LUCA FILHO et al., 1999), centeio (WIESE, 1987), cevada (WIESE, 1987), feijão (SEGALIN & REIS, 2010), trigo (SEGALIN & REIS, 2010), triticale (MEDINA, et al., 2009) e sorgo (REIS, 1990).

A qualidade das sementes de soja pode ser influenciada tanto por condições ambientais no período de maturação, por ataque de percevejo e patógenos, bem como após a colheita nas etapas de beneficiamento, secagem, armazenamento e transporte, além de fatores genéticos (BRACCINI et al, 2001).

Se no período de maturação fisiológica as condições climáticas forem favoráveis à qualidade da semente (baixa umidade e molhamento), os problemas de deterioração serão amenizados. Porém, se entre o período de maturação fisiológica e a colheita ocorrerem índices elevados de chuva, flutuações de umidade relativa do ar e variações da temperatura ambiental, poderão resultar em reduções da qualidade sanitária da semente produzida (COSTA et al., 1995).

Sendo o molhamento essencial para a germinação dos esporos e conseqüentemente colonização dos órgãos das plantas, os dados apresentados por Costa et al. (1995), podem explicar a variação na incidência de *F. graminearum* de uma safra para outra. Em

algumas safras, os lotes podem apresentar incidências de 55% (REIS et al, 2004), e em outras, médias gerais de 1,0% como demonstrado no presente trabalho.

4 CONCLUSÕES

4.1 EXPERIMENTO I

Confirmou-se que o fungo *G. zeae* sobrevive nos restos culturais da cultura da soja.

A densidade de peritécios presente nos restos culturais de soja é baixa, provavelmente devido ao clima desfavorável para a formação e maturação, nos dois anos avaliados.

4.2 EXPERIMENTO II

O fungo *F. graminearum* está presente em sementes de soja produzidas em vários municípios do Rio Grande do Sul na safra 2011/2012, com uma incidência média de 1%.

CAPÍTULO II
REAÇÃO DE CULTIVARES DE TRIGO MEDIANTE
INOCULAÇÃO ARTIFICIAL DE *Fusarium graminearum* EM
ESPIGUETAS

EDUARDO VIANA¹

RESUMO – Este trabalho teve como objetivo determinar a concentração de conídios de *Fusarium graminearum* para inoculação em espiguetas de trigo e posterior avaliação da reação de cultivares de trigo. O trabalho foi composto por dois experimentos, sendo que no primeiro determinou-se a concentração de conídios para inoculação em espiguetas de trigo. Para isso, testou-se com cinco concentrações, 5×10^3 , 15×10^3 , 25×10^3 , 35×10^3 e 40×10^3 conídios.mL⁻¹. Foram avaliadas quatro cultivares de trigo, sendo a Pampeano, Mirante, BRS 177 e BRS 208, inoculando-se a espiguetas central da espiga na antese, através do método de seringa dosadora modificado. Após a inoculação, as plantas foram mantidas em câmara úmida por 48 horas e à temperatura de 25 °C. Vinte e um dias após a inoculação quantificou-se a incidência de *F. graminearum* em espiguetas, contando o número de espiguetas infectadas por espigas e o número total de espiguetas na espiga. Através da análise de regressão, determinou-se que a concentração de 31×10^3 conídios.mL⁻¹ foi a que apresentou o maior número de incidência em espiguetas na cultivar mais suscetível. No segundo experimento, avaliou-se a reação das

¹ Engenheiro Agrônomo, mestrando do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade de Passo Fundo (UPF), área de Concentração em Fitopatologia.

cultivares de trigo mediante inoculação artificial, utilizou-se a mesma metodologia e a concentração de conídios de 31×10^3 conídios.mL⁻¹. As avaliações foram feitas aos 7, 14 e 21 dias após a inoculação contando o número de espiguetas infectadas e o número de espiguetas totais por espiga, determinando assim a incidência em espiguetas gibereladas. As cultivares Pampeano e BRS 177 apresentaram os menores valores de incidência em espiguetas, diferindo estatisticamente das cultivares BRS 208 e Mirante.

Palavras-chave: *Gibberella zae*, concentração de inóculo, resistência tipo II.

ABSTRACT – This work aimed to determine the concentration of *Fusarium graminearum* conidia to inoculation in wheat spikelets and further evaluation of the response of wheat cultivars. The study consisted of two experiments; in the first the conidia concentration for inoculation into wheat spikelets was determined. It was tested five concentrations, 40×10^3 , 35×10^3 , 25×10^3 , 15×10^3 and 5×10^3 conidia.mL⁻¹. Four wheat cultivars were evaluated, Pampeano, Mirante, BRS 177 and BRS 208 by inoculating the central spikelet at anthesis, using the method of dosing syringe, modified. After inoculation, the plants were kept in a humid chamber for 48 hours at 25 °C. Twenty-one days after inoculation, the number and severity of infected spikelets was quantified. Through regression analysis, it was determined that the concentration of 31×10^3 conidia.mL⁻¹ had the highest number of infected spikelets on the most susceptible cultivar. The second experiment evaluated the response of wheat cultivars by artificial

inoculation, using the same method and conidia concentration of 31×10^3 conidia.mL⁻¹. Assessments were made at 7, 14, and 21 days after inoculation by counting the number of infected spikelets and the total number of spikelets, determining the disease severity. Cultivars Pampeano and BRS 177 showed the lowest values of infected spikelets, differing statistically from the cultivars BRS 208 and Mirante.

Keywords: *Gibberella zeae*, inoculum concentration, type II resistance.

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma cultura de grande importância mundial, sendo o segundo cereal de maior produção em volume.

Os maiores produtores mundiais são a União Européia, China, Índia, Estados Unidos e Rússia (ABITRIGO, 2011). O Brasil produz 5 milhões de toneladas de trigo, sendo a região sul, a maior produtora. O Rio Grande do Sul é o segundo estado com maior produção, com área plantada de aproximadamente 932,4 mil de hectares (ABITRIGO, 2011; CONAB, 2011). Apesar da grande produtividade do Estado, o ambiente na primavera é quente e com precipitações pluviais elevadas no período de floração da cultura, condições ideais para a ocorrência da giberela (REIS & CASA, 2007).

A giberela tem como agente causal o fungo *Gibberella zeae* (Schwabe.) Petch (*Fusarium graminearum* Schwabe), sendo

considerada a principal doença da espiga do trigo no sul do Brasil. Esse fungo é necrotrófico capaz de sobreviver nos restos culturais de gramíneas hospedeiras e nativas (DEL PONTE et al., 2004; REIS & CASA, 2007).

Nos últimos anos, essa doença vem ganhando importância, devido aos danos causados nas lavouras tritícolas, não apenas quantitativos, mas também qualitativos. Com relação aos danos qualitativos, destaca-se a produção de micotoxinas nos grãos, que quando fornecidos aos animais e humanos, causam sérios problemas gástricos e de intoxicação por toxinas causadas pelo fungo *F. graminearum* (SCHMALE & BERGSTROM, 2003). Em relação aos danos quantitativos, observa-se a redução de produtividade das lavouras, sendo que no Rio Grande do Sul houve redução de 5,4 % entre os anos de 1984 a 1994 (CASA & KUHNEM JUNIOR, 2011), antes da adoção do sistema plantio direto. Após a adoção dessa prática cultural, houve um aumento nos casos de giberela, devido a sua sobrevivência em restos culturais, chegando o dano a 39,8 % (CASA et al., 2007; REIS & CASA, 2007, CASA & KUHNEM JUNIOR, 2011).

Para o manejo de uma determinada doença, existem várias estratégias que podem ser utilizadas, porém, nunca de uma forma isolada. Os melhores resultados são observados utilizando um conjunto de ações que se completem, visando impedir o ciclo das relações patógeno-hospedeiro, que podem ser aplicados na sobrevivência, com a redução da fonte de inóculo através da rotação de cultura e o controle cultural tentando reduzir a quantidade de restos culturais como fonte de inóculo para o fungo e conseqüentemente a

disseminação do fungo, na penetração, com o uso do controle químico, tentando evitar que o patógeno chegue até os sítios de infecção reduzindo a possibilidade de haver a colonização e a reprodução do patógeno (REIS & CASA, 2007).

O fungo *G. zaeae*, por sua característica de sobrevivência em restos culturais, a sua ampla gama de hospedeiros e a presença de inóculo no ar durante todo o ano, faz com que algumas estratégias de manejo não sejam muito eficientes, como por exemplo, a redução ou eliminação do inóculo primário e a rotação de culturas (REIS, 2011; VIANA & DEUNER, 2011). As estratégias de manejo recomendadas são semeadura escalonada, controle químico e o uso da resistência genética.

A estratégia de escalonamento da semeadura tem como objetivo principal, evitar que as plantas na lavoura floresçam na mesma época, dessa forma gerando uma forma de escape quando as condições ambientais forem favoráveis à doença (REIS, 2011).

O controle químico, que a curto prazo é a estratégia que apresenta o melhor controle da doença, deve ser atrelado a uma melhor tecnologia de aplicação visando atingindo os sítios de infecção, juntamente com um fungicida potente (REIS, 2011; BRUSTOLIN et al., 2011).

E por último a resistência genética, que em muitos casos é o método mais barato e que obtém o melhor resultado para reduzir os danos causados por alguns patógenos (REIS, 2011). Porém, quando observa-se o patossistema giberela/trigo, nível de resistência das cultivares de trigo disponíveis no mercado, não é satisfatório. Não existem cultivares de trigo com resistência completa ou imunidade à

giberela, mas sim, cultivares com diferentes níveis de reação à doença. No Brasil, a maioria das cultivares é moderadamente suscetíveis (MS) ou moderadamente resistentes (MR) à giberela de acordo com as Informações Técnicas para a cultura do Trigo e Triticale (REUNIÃO..., 2011).

Segundo Rudd et al. (2001), os mecanismos de resistência genética para o gênero *Fusarium* em trigo são classificados em morfológicos ou fisiológicos, sendo que ambos são governados por expressões genéticas. Sendo assim, genótipos com aristas, pedúnculo curto e uma espiga compacta, tem a tendência de, após o patógeno se instalar, se espalhar mais rapidamente do que em genótipos sem aristas com pedúnculo longo e uma espiga fechada. A característica porte também pode influenciar na resistência à doença. Logo, as plantas de porte mais baixo podem ser mais infectadas do que plantas de porte alto.

De acordo com Schroeder & Christensen (1963) foram descritos cinco mecanismos de resistência a giberela, sendo esses: Tipo I: a resistência à infecção inicial; Tipo II: a resistência à propagação na espiga via ráquis; Tipo III: redução do acúmulo de deoxinivalenol (DON); Tipo IV: resistência dos grãos à infecção (mesmo que a espiga esteja infectada) e Tipo V: tolerância (menor perda de produtividade, mesmo com elevada infecção). Segundo Bai e Shaner (1994), as resistências dos Tipos I e II são as mais estudadas, e várias metodologias têm sido desenvolvidas para avaliar e distinguir esses tipos de resistência pelos melhoristas de plantas. A variedade chinesa Sumai 3, Nobeoka Bozu, Ning 894037, Wangshuibai, Ning 7840, Shinchu-naga, são consideradas as melhores fontes de

resistência do tipo II, e a cultivar Frontana é considerada como fonte de resistência do tipo I (PARRY et al.,1995).

Quanto à metodologia usada para avaliar a resistência de cultivares de trigo, pode-se citar o método usado por Sartori (1989), no qual é pulverizada uma suspensão de conídios de *F. graminearum*, a partir do espigamento em casa de vegetação e em campo. Essa mesma metodologia também foi utilizada em trabalhos de Teles Neto (2004), Zoldan (2008) e Alves (2010). Outra metodologia utilizada para inoculação artificial é através do método de seringa, na qual, injeta-se uma gota de suspensão de conídios em uma espiguetas central na fase de antese (SARTORI, 1989; SCHUSTER & ELLNER, 2008; ALVES, 2010; PACHECO & NASCIMENTO JUNIOR, 2010).

Com relação à concentração de conídios utilizada em trabalhos de inoculação artificial em trigo, Sartori (1989) usou uma suspensão com 4×10^3 conídios.mL⁻¹, inoculada 0,1 mL na espiguetas central. Pacheco & Nascimento Junior (2010), avaliando espigas de triticale e centeio, inocularam 0,02 mL com suspensão contendo 5×10^5 conídios.mL⁻¹. Alves (2010), em testes de reações de cultivares de trigo à giberela, inoculou na espiguetas central 10 µL da suspensão de conídios com concentração de 5×10^4 conídios.mL⁻¹. Já, Schuster & Ellner (2008), em inoculações dentro das flores do trigo (entre a pálea e a lema) e no exterior das flores, usaram concentrações de 60×10^3 e 50×10^4 conídios.mL⁻¹.

O objetivo desse trabalho foi determinar a concentração de conídios de *Fusarium graminearum* para inoculação artificial em espiguetas de trigo e posterior avaliação da reação de cultivares de trigo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi dividido em dois experimentos, ambos conduzidos no laboratório de Fitopatologia/Micologia e em câmaras climatizadas da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo – RS, nos anos de 2011 e 2012.

2.1 EXPERIMENTO I – DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CONÍDIOS DE *Fusarium graminearum* PARA INOCULAÇÃO ARTIFICIAL EM ESPIGUETAS DE TRIGO

2.1.1 Cultivo das plantas de trigo

Foram testadas quatro cultivares de trigo: Mirante, Pampeano, BRS 208 e BRS 177, sendo classificadas como suscetível (S), moderadamente resistente (MR), moderadamente suscetível (MS) e moderadamente resistente (MR) a giberela, respectivamente segundo as Informações Técnicas para Trigo e Triticale (REUNIÃO..., 2011).

As sementes de cada cultivar foram tratadas com os fungicidas carbendazim (Derosal 500 SC) 500 g.i.a./L, na dose de 200 mL de p.c./100 kg de sementes, iprodiona (Rovral SC) 500 g.i.a./L, 100 mL de p.c./100 kg de sementes e com o inseticida imidacloprido (Gaucho FS) 600 g.i.a./L, 60 mL de p.c./100 kg de sementes.

Após o tratamento, as sementes foram semeadas em vasos plásticos contendo solo hortado. Foram semeadas cinco sementes por

vaso e mantidas em câmara climatizada com temperatura de 18°C, umidade relativa inferior a 70% e fotoperíodo de 12 horas.

2.1.2 Isolamento de *Fusarium graminearum* de sementes de trigo

O inóculo foi obtido a partir de sementes de trigo da cultivar BRS Guamirim, oriundas de lavouras no município de Saldanha Marinho – RS, no ano de 2011, no Laboratório de Fitopatologia da FAMV/ UPF.

O micélio de *F. graminearum* foi transferido para placas de petri, contendo o meio de cultura ¼ BSA (50g de batata, 5 g de sacarose e 15 g de ágar para cada 900 mL de meio de cultura) acrescido de antibiótico (sulfato de estreptomicina 0,2 g em 100 mL de água destilada-esterilizada), totalizando 1000 mL de meio de cultura (FERNANDEZ, 1993). As placas foram incubadas a 25°C ± 2°C e com fotoperíodo de 12 horas até obter-se esporulação abundante do fungo. Em seguida, o fungo foi preservado na micoteca do Laboratório de Fitopatologia/Micologia da Universidade de Passo Fundo.

2.1.3 Isolamento monospórico de *Fusarium graminearum*

Posteriormente à esporulação do fungo foi adicionado em cada placa de petri com colônias puras do fungo, 10 mL de água destilada e esterilizada para remover os conídios com um pincel. Dessa suspensão foi pipetado 1 mL e mantido em placas de petri contendo ágar-água a 1%. As placas foram incubadas a 25 °C ± 2°C

com fotoperíodo de 12 horas durante 8 horas. Decorrido esse tempo, observou-se a germinação dos conídios e procedeu-se o isolamento monospórico. Com uma espátula esterilizada foram cortados pequenos cubos de ágar-água contendo um único conídio germinado, observado ao microscópio. Cada cubo foi transferido para uma placa de petri contendo meio de cultura $\frac{1}{4}$ BSA (FERNANDEZ, 1993). As placas foram incubadas a $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e com fotoperíodo de 12 horas durante 7 dias até ocorreu esporulação abundante.

2.1.4 Produção do inóculo de *Fusarium graminearum*

A partir das colônias desenvolvidas do isolamento monospórico, preparou-se uma suspensão de conídios adicionando-se 10 mL de água destilada na placa sobre a colônia pura do fungo, pincelando-a para a liberação dos conídios.

A densidade de inóculo foi determinada numa gota com volume de 0,01 mL de um micropipetador, realizando a contagem de quatro gotas, considerando cada uma como repetição. Os dados foram expressos como número de conídios por mL da suspensão.

Inicialmente obteve-se a maior concentração de 40×10^3 conídios.mL⁻¹ e, posteriormente, procedeu-se a diluição para obter as concentrações de 5×10^3 , 15×10^3 , 25×10^3 e 35×10^3 conídios.mL⁻¹.

2.1.5 Inoculação artificial de *Fusarium graminearum* em espiguetas de trigo

Na inoculação foi usado o método de injeção com seringa dosadora modificado (SARTORI, 1989), que consta da injeção da suspensão de conídios na espiguetta central da espiga na fase de antese. Nesse trabalho foi substituída a seringa por uma micropipeta, depositando-se uma gota de 0,01 mL entre a pálea e a lema diretamente sobre o ovário da espiguetta central da espiga, nas duas espiguetas de cada lado da espiga, ou seja, foram depositadas duas gotas por espiga (Figura 1). A inoculação foi realizada em plantas mantidas em câmara de crescimento quando estavam no período de antese, sendo a inoculação realizada nas espigas com desenvolvimento e floração uniformes.

Foram utilizadas cinco concentrações de conídios: 5×10^3 , 15×10^3 , 25×10^3 , 35×10^3 e 40×10^3 conídios.mL⁻¹ e uma testemunha com água. Para cada cultivar foram usados três vasos por concentração e inoculadas cinco espigas por vaso, totalizando 15 espigas por concentração. Após a inoculação, as plantas foram mantidas em câmara climatizada, garantindo o molhamento desejado das espigas por um período de 48 horas e com temperatura de $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1^\circ$. Ao término desse período, as plantas foram mantidas na temperatura de $18 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2^\circ$ e umidade relativa do ar abaixo de 70%. O material permaneceu nesse ambiente até serem realizadas as avaliações.



Figura 1. Inoculação de *Fusarium graminearum* em espiguetas de trigo, com uma micropipeta. Foto: Eduardo Viana, 2011.

2.1.6 Avaliações e estatística

As avaliações foram realizadas aos 21 dias após a inoculação, contado o número de espiguetas gibereladas por espiga, e contando também o número total de espiguetas na espiga, determinando-se assim a incidência de giberela em espiguetas.

O experimento foi conduzido em câmara de crescimento, no delineamento experimental inteiramente casualizado com três repetições. Cada unidade experimental foi composta de um vaso contendo cinco plantas.

Os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial com o uso do software Microsoft Office Excel 2007.

2.2 EXPERIMENTO II - REAÇÃO DE CULTIVARES DE TRIGO MEDIANTE A INOCULAÇÃO ARTIFICIAL DE *F. graminearum* EM ESPIGUETAS DE TRIGO

Para o cultivo de plantas de trigo, isolamento de fungo *F. graminearum* de sementes de trigo, isolamento monospórico, produção de inóculo e inoculação artificial em espiguetas de trigo, seguiu-se a mesma metodologia descrita no experimento I.

Porém, nesse experimento utilizou-se apenas uma concentração de conídios que foi determinada no experimento I.

2.2.1 Avaliações e estatística

As avaliações foram realizadas aos 7, 14 e 21 dias após a inoculação, quantificando-se o número de espiguetas gibereladas por espiga, e ao final da última avaliação, foram contadas o número total de espiguetas de cada espiga, para determinar a incidência de giberela nas espiguetas de trigo(%).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com arranjo fatorial 4x3 (cultivares x momentos de avaliação) com seis repetições. As unidades experimentais foram constituídas por seis vasos com cinco plantas cada. Cada espiga foi identificada com uma etiqueta contendo um número para sua localização. O experimento foi repetido duas vezes.

Os dados foram analisados usando o software Assistat (SILVA & AZEVEDO, 2002), e as médias submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 EXPERIMENTO I - DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CONÍDIOS DE *Fusarium graminearum* PARA INOCULAÇÃO ARTIFICIAL DE ESPIGUETAS DE TRIGO

Para a concentração de conídios, observou-se que à medida que ela aumentou, ocorreu um incremento na incidência em espiguetas gibereladas, independente da cultivar, atingindo o nível mais alto (ponto máximo) no gráfico da variável avaliada, para posteriormente, diminuir com o aumento da concentração de inóculo (Figuras 2, 3, 4 e 5).

Com as concentrações de 5×10^3 , 15×10^3 , 25×10^3 , 35×10^3 e 40×10^3 conídios.mL⁻¹, verificou-se 100% de infecção das espiguetas inoculadas para todas as cultivares. Isso se deve pela eficiência do método de inoculação empregado, no qual se depositou diretamente o inóculo sobre o ovário dentro da espiguetas, facilitando assim, a colonização da flor e, posteriormente, da a espiguetas. Resultado semelhante ao desse trabalho foi observado por Schuster e Ellner (2008), que ao inocularem a suspensão de conídios de *F. graminearum* no ovário das espiguetas, verificaram que os sintomas de infecção foram mais evidentes do que quando inoculados fora da espiguetas, demonstrando que a infecção foi mais eficiente.

A maior incidência em espiguetas gibereladas ocorreu na cultivar Mirante (Figura 2), na qual se obteve a equação: $y = -5E -08x^2$

+ 0,0031x, obtendo-se como o maior valor 31×10^3 conídios.mL⁻¹. Da mesma maneira procedeu-se para as demais cultivares, sendo que para a cultivar BRS 177 (Figura 3), obteve-se a equação: $y = -3E-08x^2 + 0,0014x$, obtendo-se concentração de 23.5×10^3 conídios.mL⁻¹. Já para a cultivar BRS 208 (Figura 4), obteve-se a equação: $y = -7E-08x^2 + 0,0034x$, obtendo-se a concentração de 24.5×10^3 conídios.mL⁻¹. Enfim, para a cultivar Pampeano (Figura 5), obteve-se a equação: $y = -3E-08x^2 + 0,0015x$, obtendo-se a concentração de 25×10^3 conídios.mL⁻¹, resultando na menor incidência de espiguetas gibereladas por espiga.

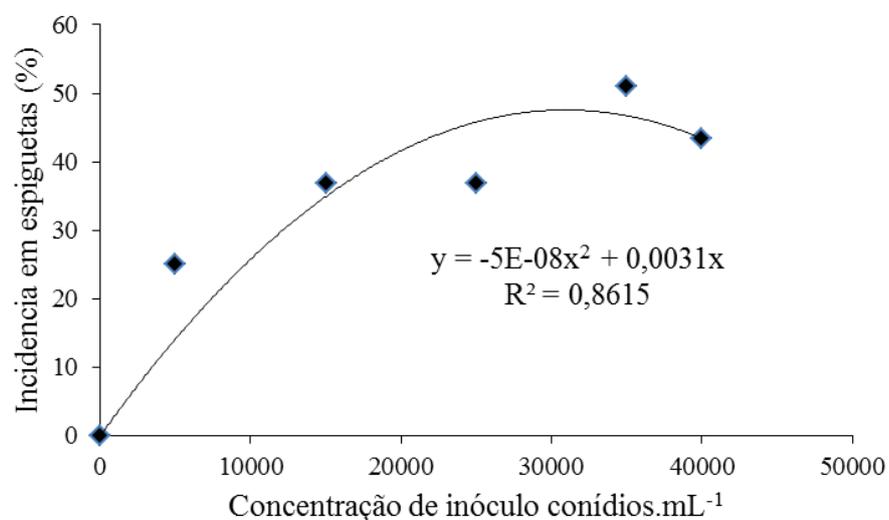


Figura 2. Efeito da concentração de inóculo de *Fusarium graminearum* sobre a incidência de espiguetas gibereladas na cultivar Mirante. UPF, Passo Fundo, RS. 2012.

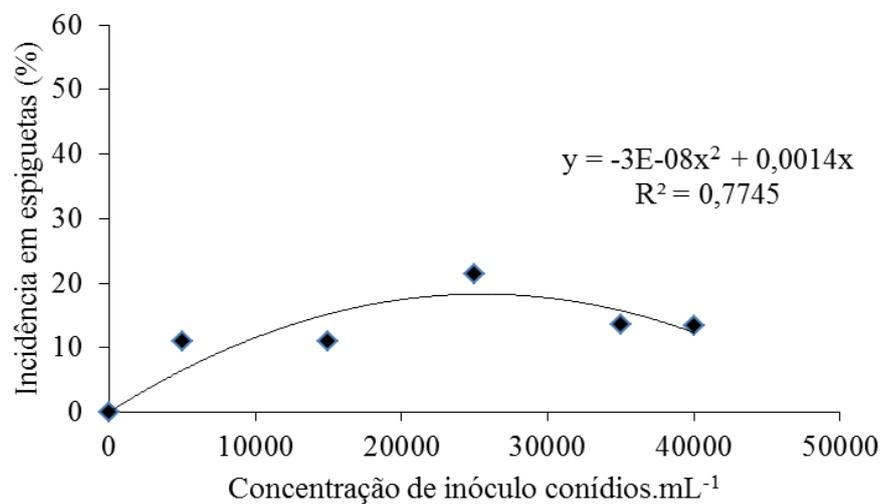


Figura 3. Efeito da concentração de inóculo de *Fusarium graminearum* sobre a incidência de espiguetas gibereladas na cultivar BRS 177. UPF, Passo Fundo, RS. 2012.

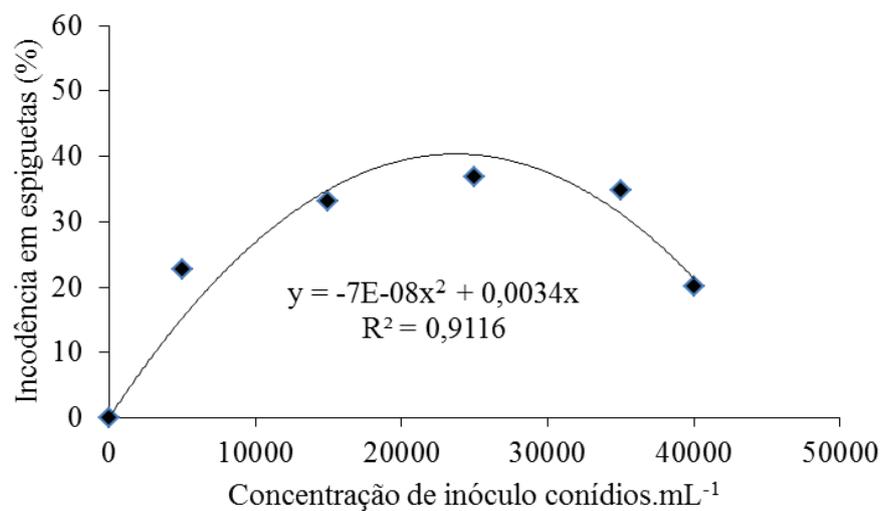


Figura 4. Efeito da concentração de inóculo de *Fusarium graminearum* sobre a incidência de espiguetas gibereladas na cultivar BRS 208. UPF, Passo Fundo, RS. 2012.

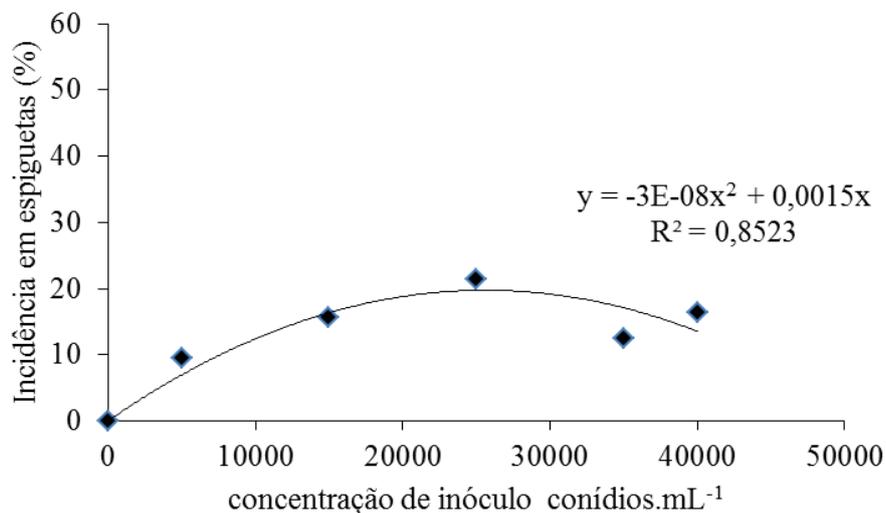


Figura 5. Efeito da concentração de inóculo de *Fusarium graminearum* sobre a incidência de espiguetas gibereladas na cultivar Pampeano. UPF, Passo Fundo, RS. 2012.

Mesmo obtendo-se diferentes concentrações para todas as cultivares, o que era esperado pelo diferente nível de resistência delas, optou-se por utilizar a maior concentração, de 31×10^3 conídios.mL⁻¹, objetivando assegurar que todas as cultivares expressassem a resistência.

Dados semelhantes ao desse trabalho foram obtidos por Stack (1989) e Telles Neto (2004), os quais testaram diferentes concentrações de ascósporos de *G. zae* e de macroconídios de *F. graminearum*, que resultaram no aumento crescente da intensidade da giberela com o aumento da concentração de inóculo, e que após atingir o nível mais alto de severidade da doença, gerou uma redução. Dados semelhantes também foram observados por Barba (2000) no patossistema *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) x trigo, e por Camera

(2012) no patossistema *Cercospora sojina* Hara. x soja. Esse aumento, e posterior decréscimo na severidade das doenças citadas acima, podem ser atribuídos ao fato de que, altas densidades de inóculo podem produzir um efeito antagônico na germinação dos esporos e/ou vários esporos podem participar de uma única infecção. A intensidade da doença pode aumentar proporcionalmente com o aumento da concentração de esporos, até um ponto em que no qual, dependendo do patossistema, pode ocorrer a redução ocasionada pela autoinibição da germinação dos esporos ou por um número limitado de sítios de infecção (BARBA, 2000).

3.2 EXPERIMENTO II - REAÇÃO DE CULTIVARES DE TRIGO MEDIANTE A INOCULAÇÃO ARTIFICIAL DE *F. graminearum* EM ESPIGUETAS DE TRIGO

A análise da variância para os valores médios de espiguetas infectadas mostrou que os fatores cultivares e dias após a inoculação (DAI) foram significativos e que houve interação significativa entre eles (Tabela 1).

Com relação à incidência de espiguetas gibereladas com *F. graminearum*, observou-se que aos 7 DAI não houve diferença estatística entre as cultivares (Tabela 1). Aos 14 e 21 DAI, as cultivares BRS 177 e Pampeano apresentaram as menores incidências em espiguetas, diferindo estatisticamente das cultivares Mirante e BRS 208, os quais apresentaram os maiores valores de incidência em espiguetas gibereladas.

Com relação ao progresso da doença nas cultivares (Tabela 1), observou-se que as cultivares Mirante e BRS 208 apresentaram as maiores incidências de *F. graminearum* em espiguetas aos 21 DAI diferindo estatisticamente dos 7 e 14 DAI. Para a cultivar BRS 177 não houve diferença estatística aos 7 e 14 DAI, porém aos 21 DAI apresentou a maior incidência em espiguetas infectadas. Para a cultivar Pampeano, não houve diferença estatística independente do tempo das avaliações.

Tabela 1. Incidência em espiguetas gibereladas (%) em quatro cultivares de trigo, aos 7, 14 e 21 dias após a inoculação (DAI) UPF, Passo Fundo, RS, 2012

| Cultivares | Reação a giberela ¹ | DAI | | |
|-----------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | 7 | 14 | 21 |
| Mirante | S | A 13,8 a ² | B 33,3 b ² | C 61,7 b ² |
| BRS 208 | MS | A 15,6 a | B 35,6 b | C 57,0 b |
| BRS 177 | MR | A 12,9 a | AB 18,2 a | B 30,1 a |
| Pampeano | MR | A 12,8 a | A 16,2 a | A 21,3 a |
| C.V.(%) | | 32,39 | | |

¹Segundo as Reunião... (2011); ²Médias seguidas por mesmas letras, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro.

Quanto à incidência em espiguetas gibereladas nas cultivares (Tabela 1), o resultado obtido pela cultivar Pampeano também foi observado por Alves (2010). Esse autor demonstrou que, em trabalhos de reações de cultivares, a cultivar Pampeano juntamente com as cultivares Ônix, Rubi, Abalone, BRS 179, BRS Louro, BRS Guamirim, CEP 50, CD 114, CD 120 e CDF 2002116 apresentaram a maior resistência do tipo II. Essa reação de resistência do tipo II

demonstrada pela cultivar Pampeano, pode ser atribuída pela herança genética da cultivar, que tem em sua genealogia o cultivar chinês Sumai 3, muito estudado e conhecido como fonte de resistência à giberela (VAN GINKEL et al., 1996; BAI et al., 2000). Van Ginkel et al. (1996) utilizando cultivares de trigo derivadas de Sumai 3, observaram dois genes dominantes para resistência do tipo II. Portanto, pela herança genética da cultivar Pampeano, pode ter genes para a resistência do tipo II, explicando assim a sua reação.

Para os resultados obtidos com a cultivar Mirante, classificada como suscetível à giberela (REUNIÃO..., 2011), observou-se essa característica nas inoculações. Pois, quando as espiguetas foram inoculadas, a infecção atingiu rapidamente o ráquis, comprometendo toda a espiga, não ficando restrita somente ao ponto de inoculação, mas estendendo-se nela. Em eventuais ocasiões, a infecção atingiu o pedúnculo através da formação de micélio e alteração na coloração do mesmo, passando a ter uma coloração de palha seca.

Alves (2010), avaliando a reação de cultivares de trigo à resistência do tipo II em casa de vegetação, verificou que a cultivar Frontana, utilizada em programas de melhoramento como fonte de resistência a giberela (MESTERHAZY, 1997; BAN, 2001), não demonstrou resistência para expansão da doença na espiga. Por outro lado, Singh et al (1995) relataram baixa incidência da doença nessa cultivar no campo. Esses resultados demonstram que, cultivares com bons níveis de resistência à giberela no campo, podem não apresentar esses resultados quando o fungo é inoculado artificialmente em ambientes controlados. Sendo assim, cultivares que apresentam

resistência do tipo I, ou seja, resistência à infecção inicial, podem não apresentar mecanismos que impeçam a progressão da doença.

Para a safra 2011, a cultivar Pampeano era indicada para o cultivo no Brasil, porém para a safra 2012, essa cultivar não foi mais indicada (REUNIÃO..., 2010; REUNIÃO..., 2011). Apesar disso, continua sendo importante como fonte de resistência à giberela podendo ser utilizada em programas de melhoramento genético.

As Informações Técnicas para Trigo e Triticale para a safra 2012 (REUNIÃO..., 2011), classifica a reação das cultivares de trigo baseadas na resistência do tipo I, ou seja, resistência à infecção inicial, que no de campo é mais comumente identificada (REUNIÃO..., 2011). Porém, nas Informações não consta a reação das cultivares à resistência do tipo II, o que poderia ser de utilidade para buscar fontes de resistência a serem utilizadas em programas de melhoramento de trigo.

4 CONCLUSÕES

4.1 EXPERIMENTO I

Há um aumento do número de espiguetas infectadas com o aumento da concentração de inóculo até um ponto limite, e após diminuiu com o aumento da concentração.

Cada cultivar teve uma concentração ótima de conídios, sendo que para a cultivar Mirante, a concentração é de 31×10^3 conídios.mL⁻¹, para a cultivar BRS 177 é de 23.5×10^3 conídios.mL⁻¹,

para a cultivar BRS 208 é de 24.5×10^3 conídios.mL⁻¹ e para a cultivar Pampeano é de 25×10^3 conídios.mL⁻¹.

Com a concentração de 31×10^3 conídios.mL⁻¹ é a concentração, na qual se obteve a maior incidência de espiguetas gibereladas na cultivar mais suscetível, sendo essa escolhida para ser utilizada na determinação da reação de cultivares.

4.2 EXPERIMENTO II

As cultivares Pampeano e BRS 177 são boas fontes de resistência do tipo II à giberela. A cultivar Pampeano, pela sua herança genética da cultivar Sumai 3, apresenta menor variação de incidência de espiguetas gibereladas ao longo do tempo de avaliação, demonstrando ter mecanismos que impedem a expansão da doença na espiga.

As cultivares Mirante e BRS 208, não são boas fontes de resistência do tipo II à giberela.

CAPÍTULO III

CONTROLE QUÍMICO DA GIBERELA EM TRIGO

EDUARDO VIANA¹

RESUMO – A giberela é a principal doença de espigas do trigo no Rio Grande do Sul, sendo que o controle químico é, a curto prazo, a medida mais eficiente e economicamente viável. Esse trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do controle químico da a giberela no campo através do uso de fungicidas isolados ou em misturas. Foi utilizada a cultivar de trigo Mirante, suscetível à giberela, plantada em uma época na safra 2011 e em duas na safra 2012. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por uma testemunha sem fungicida e diferentes fungicidas. Todas as aplicações foram realizadas no estágio fenológico (EC 60), início da floração, e em dois tratamentos foram realizadas duas aplicação, cinco dias após a primeira no estágio fenológico EC 65. As avaliações da incidência em espigas (IE), incidência em espiguetas (Ie) e severidade foram realizadas no estágio fenológico (EC 83) grão massa mole e a incidência em grãos giberelados no estágio fonológico (EC 90) maturação. Na safra 2011, houve uma baixa intensidade da giberela resultante da baixa precipitação pluvial, não havendo diferença

¹ Engenheiro Agrônomo, mestrando do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade de Passo Fundo (UPF), área de Concentração em Fitopatologia.

estatística entre os fungicidas e a testemunha para as variáveis Incidência em espigas (IE), Incidência em espiguetas (Ie), severidade (S) e incidência de grãos giberelados (GG). Na safra 2012, na primeira época, houve comportamento semelhante à safra 2011, porém houve diferença significativa entre fungicidas e testemunha para a variável GG. Para a segunda época de plantio, de maneira geral, aplicação dos fungicidas reduziu a intensidade da doença, porém não houve diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha.

Palavras-chave: Floração, *Gibberella zeae*, *Triticum*.

ABSTRACT – The fusarium head blight (FHB) is the main disease of wheat spikes in Rio Grande do Sul, where chemical control is the most efficient and economically viable method. This study aimed to determine the best chemical control for FHB in the field by using only one fungicides or in mixtures. It was used Mirante wheat cultivar, susceptible to FHB, sowed in 2011 and twice in 2012. The experimental design was a randomized block with seven treatments and four repetitions. The treatments consisted of a control without fungicide, and different fungicides. All applications were made in EC 60 stage, early flowering, and, in two treatments, it was performed two application five days after the first application at EC 65 stage. Assessments of the spikes affected (IE), spikelets affected (Ie) and severity (S) were performed at EC 83 stage and the number of infected grains (GG) in EC 90 stage. In the 2011 season, there was a low intensity of FHB resulting from reduced rainfall, with no statistical difference between the fungicides and the control for IE, Ie, and S and

GG. In the 2012 season, first crop, the behavior was similar to the 2011 season, but for the variable there was significant difference between fungicides and control to GG. In the second crop in 2012, in general the fungicide application reduced the disease intensity, but without statistical difference between the treatments and the control.

Keywords: Flowering, *Gibberella zeae*, *Triticum*.

1 INTRODUÇÃO

A giberela ou fusariose do trigo, causada pelo fungo *Gibberella zeae* (Schwabe) Petch (forma perfeita) e *Fusarium graminearum* Schwabe (forma imperfeita) é uma doença que ataca todos os cereais de inverno, especialmente o trigo. Essa doença ocorre em todas as regiões tritícolas do mundo (DEL PONTE et al., 2004; REIS & CASA, 2007). No Brasil ocorre com maior frequência na região Sul onde o clima na primavera é quente e com precipitações pluviais na floração da cultura. Atualmente é considerada a principal doença da espiga do trigo no Rio Grande do Sul (DEL PONTE et al., 2004; REIS & CASA, 2007).

Os danos causados pela giberela não são apenas quantitativos, mas também qualitativos relacionados à presença de toxinas causadas por várias espécies de *Fusarium* (REIS, 1988a; BAI & SHANER, 1994; PARRY et al., 1995). A principal toxina encontrada nos grãos de trigo é a desoxinivalenol (DON) produzida

pelo fungo *F. graminearum* e pode causar vômito em suínos e outros animais monogástricos (SCHMALE & BERGSTROM, 2003).

O Brasil, desde a década de 70, tem um limite de tolerância estabelecido para aflatoxinas (AFLs) totais, mas não para as demais micotoxinas (SCUSSEL, et al., 2011). No entanto, no ano de 2011, houve uma atualização na legislação, e segundo a Resolução nº 07, de 18/02/2011, onde os limites foram estabelecidos para as toxinas ocratoxina A (OTA), desoxinivalenol (don), zearalenona (ZON) e aflatoxinas (AFLs), tanto em cereais, como em alimentos industrializados (BRASIL, 2011).

Quanto aos danos quantitativos, nos anos de 1984 a 1994, foram de 5,4% (REIS et al., 1996b), isso em virtude da incorporação dos restos culturais no solo pelo plantio convencional. A partir da década de 90, com a adoção do sistema plantio direto, a giberela aumentou de intensidade, não somente no trigo, como em aveia (*Avena sativa* L.), cevada (*Hordeum vulgare* L.) e triticale (*X Triticosecale* Wittmack) (PANISSON, 2001; REIS et al., 2001). No ano de 2007, Casa et al. (2007) relataram a redução de 39,8% na produtividade de trigo, causado pela giberela no município de Lages – SC.

Dentre as estratégias de manejo da doença, o controle químico é, a curto prazo a única medida eficiente e economicamente viável capaz de garantir alta produtividade e qualidade de produção (CHUABE & SINGH, 1991). Apesar da boa eficiência dos fungicidas, comprovados em trabalhos de fungitoxidade (potência) *in vitro* (90%), quando usados no campo apresentam uma baixa eficiência (40-50%) (REIS, 2011). Isso se deve principalmente, pela dificuldade de aplicar

os fungicidas no momento correto (MESTERHÁZY & BARTÓK, 1996) e também de atingir os sítios de infecção (REIS et al., 1996b).

Os fungicidas como metconazol, tebuconazol, procloraz, tiabendazol e misturas de estrobilurinas com triazois são eficientes no controle da giberela, mas no de campo seu controle varia de 60-70% (REIS & CASA, 2007).

Tendo em vista que a giberela é considerada uma das doenças do trigo de mais difícil controle e que causa danos significativos à produção, este trabalho teve como objetivo avaliara eficiência do controle químico da giberela no campo através do uso de fungicidas isolados ou em misturas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, a uma latitude de 28°15', longitude de 52°24' e altitude de 684 metros acima do nível do mar (PASINATO & CUNHA, 2012), na safra 2011 e 2012. A cultivar de trigo utilizada foi o Mirante, que segundo as Informações Técnicas para Trigo e Triticale – Safra 2012, é suscetível à giberela (REUNIÃO..., 2011).

A semeadura da safra 2011 foi feita no dia 12 de julho, utilizando-se 350 sementes viáveis por metro quadrado, distribuídas em linhas, com espaçamento de 0,20 m. Cada parcela mediu 1 m de largura por 5 m de comprimento com área útil de 5 m².

Na safra 2012, a semeadura foi realizada em duas épocas, uma no dia 25 de junho e outra no dia 13 de julho.

A distribuição dos tratamentos nas parcelas seguiu o delineamento em blocos casualizados com sete tratamentos e quatro repetições, totalizando 28 parcelas. Os tratamentos foram compostos por uma testemunha sem fungicida e diferentes fungicidas, isolados ou combinados (Tabela 1).

A primeira aplicação da safra 2011 foi realizada no dia 11 de outubro quando as plantas trigo estavam no início da floração (EC 60) de acordo com a escala fenológica de Zadoks et al. (1974). Para os tratamentos com duas aplicações, também iniciaram no dia 11 de outubro e após seis dias procedeu-se segunda aplicação (17 de outubro) quando as plantas estavam no estágio fenológico (EC 65) de metade da floração (ZADOKS et al., 1974).

Na safra 2012, as aplicações de fungicida na primeira época foram realizadas no dia 21 de setembro, quando as plantas de trigo encontravam-se no estágio fenológico (EC 60), início da floração (ZADOKS et al., 1974). Para os tratamentos com duas aplicações, também iniciaram no dia 21 de setembro, e posteriormente foram novamente aplicados no dia 26 de setembro, quando as plantas estavam no estágio fenológico (EC 65) metade da floração (ZADOKS et al., 1974).

Para a segunda época de plantio, as aplicações de fungicidas foram realizadas nos mesmos estádios fenológicos da primeira época, sendo essas nos dias 09 e 15 de outubro.

Tabela 1. Tratamentos utilizados no controle químico de giberela na cultura do trigo, cv. Mirante, UPF, Passo Fundo, RS, 2011 e 2012

| Tratamentos | Ingrediente Ativo | Dose (L p.c/ha) ¹ | Dose (g i.a/ha) ² | EA ³ |
|-------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|
| 1 | - | - | - | |
| 2 | Piraclostrobina + | 0,75 | 99,7 + 37,5 | EC 60 ⁴ |
| | Epoxiconazol | | | |
| | Óleo mineral | 0,5 | - | |
| 3 | Piraclostrobina + | 0,5 | 66,5 + 25 | EC 60 |
| | Epoxiconazol | | | |
| | Metconazol | 0,5 | 45 | |
| 4 | Piraclostrobina + | 0,5 | 66,5 + 25 | EC 60 |
| | Epoxiconazol | | | |
| | Óleo mineral | 0,5 | - | |
| | Metconazol ⁶ | 0,5 | 45 | EC 65 ⁵ |
| 5 | Azoxistrobina + | 0,4 | 80 + 32 | EC 60 |
| | Ciproconazol | | | |
| | Óleo vegetal | 0,6 | - | |
| 6 | Azoxistrobina + Ciproconazol | 0,3 | 60 + 24 | EC 60 |
| | Propiconazol | 0,4 | 125 | |
| 7 | Azoxistrobina + Ciproconazol | 0,3 | 60 + 24 | EC 60 |
| | Óleo vegetal | 0,6 | - | |
| | Propiconazol ⁶ | 0,3 | 125 | |

¹Produto comercial; ²Ingrediente ativo; ³Época de aplicação; ⁴EC 60: início de floração; ⁵EC 65: meio de floração (Zadoks et al., 1974); ⁶Aplicado isoladamente.

Os fungicidas foram aplicados com volume de calda de 150 L.ha⁻¹ com pulverizador costal, equipado com quatro bicos de jato plano Teejet 110015 XR e pressurizado com CO₂, a uma pressão de 2

Bars. Para controle das doenças foliares foi utilizado o fungicida piraclostrobina + epoxiconazol + assist (99,7 + 37,5 g i.a.ha⁻¹) na dose de 0,5 L.ha⁻¹ no estágio fenológico de afilhamento (EC 25) (ZADOKS et al., 1974), e no estágio de alongamento (EC 37) (ZADOKS et al., 1974), em ambas as safras e em todos os tratamentos inclusive testemunha.

2.1 Avaliações

2.1.1 Incidência em espigas (IE), incidência em espiguetas (Ie) e severidade (S)

Para as avaliações da incidência em espigas (IE), incidência em espiguetas (Ie) e severidade (S) da doença foram coletadas 100 espigas no estágio fenológico (EC 83) (ZADOKS et al., 1974), grão no estágio de massa mole, seguindo a metodologia de Lima et al.(1999).

Na safra 2011, as espigas foram coletadas no dia 29 de outubro de 2011 e na safra 2012, na primeira época no dia 9 de outubro, e na segunda no dia 23 de outubro.

Nas amostras coletadas, foram avaliadas o número de espigas sadias e o doentes de cada parcela, obtendo-se assim a incidência de giberela em espigas (IE). Com as espigas infectadas, contou-se o número de espiguetas infectadas por espiga, e o total de espiguetas de cada espiga, obtendo assim a incidência de giberela em espiguetas (Ie). Para a avaliação da severidade foram utilizados os valores de incidência em espigas (IE) multiplicados pelo valor de

incidência em espiguetas (Ie) dividido por 100, de acordo com a fórmula: $[(IE) \times (Ie) / 100 = (S)]$, expresso em porcentagem (%).

2.1.2 Incidência de grãos giberelados

Para a determinação da incidência de grãos giberelados (GG) foram coletadas 100 espigas da fileira central de cada parcela, no estágio de maturação EC 90 (ZADOKS et al.,1974). As espigas foram armazenadas em sacos de papel e trilhadas com o uso de um equipamento elétrico, com o ajuste do fluxo de saída de ar para não eliminar os grãos giberelados.

Os grãos foram levados ao laboratório de sementes da Universidade de Passo Fundo, homogeneizados três vezes e retirada uma amostra para determinar o peso de mil grãos (PMG).

Após a pesagem foram retiradas amostras de 400 grãos, plaqueadas em meio batata-dextrose-ágar (BDA) (FERNANDES, 1993) e incubadas por cinco dias. Decorrido esse período, procedeu-se as avaliações da presença de colônias *F. graminearum*, com um microscópio estereoscópico, observando as características da colônia dos fungos desenvolvidas sobre o meio de cultura.

2.1.3 Peso do hectolitro (PH), peso de mil grãos (PMG) e produtividade (Kg/ha)

Para essas avaliações, cada parcela foi colhida mecanicamente com o uso de uma colhedora da marca Wintersteiger Seedmech. A colheita do trigo da safra 2011 foi feita no dia 29 de

novembro, e a primeira época da safra 2012 foi no dia 9 de novembro, e a da segunda época no dia 21 de novembro.

Após a limpeza dos grãos, a massa de cada parcela foi processada separadamente, determinando em balança de precisão o peso (g) da parcela (PP).

Para a determinação do peso do hectolitro (PH), utilizou-se uma balança, marca Dallemole, composta por dois cilindros, mais um peso. Com uma balança de precisão, tarava-se o peso do cilindro central. Após esse procedimento, acrescentava-se o trigo no cilindro e pesava-se novamente (cilindro + trigo). O valor obtido dessa pesagem era convertido em peso do hectolitro, com uma tabela com valores previamente estabelecidos (APÊNDICE I).

A determinação da umidade foi realizada com o aparelho Multi-grain, da marca Dickey-john.

O peso de mil grãos (PMG) foi obtido na determinação da incidência de grãos giberelados.

Para o cálculo da produtividade foi utilizado o peso e a umidade de cada parcela, sendo estimada a produtividade de grãos (kg.ha^{-1}) corrigindo o peso para 13% de umidade.

2.1.4 Eficiência do controle da giberela

A eficiência do controle (C) foi calculada utilizando-se a fórmula de Abbot (1925). Para isso, foram usados os valores dos tratamentos, multiplicado com os valores da média da testemunha, dividido sobre os valores de média da testemunha, sendo expressos

em porcentagem (%), segundo a fórmula $[C (\%) = (\text{sev Testemunha} - \text{sev Tratamento}) / \text{sev Testemunha} \times 100]$.

2.2 Estatística

O delineamento do experimento foi blocos ao acaso com quatro repetições.

As médias das variáveis foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizado o programa estatístico Assistat (SILVA & AZEVEDO, 2002).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na safra do ano de 2011 (Tabela 2), a incidência em espigas (IE) variou de 2,0 a 4,3%, a incidência em espiguetas (Ie) de 8,0 a 14,3 %, a severidade (S) de 0,1 a 0,4 % e os grãos giberelados (GG) de 2,0 a 4,3%. Não houve diferença estatística entre os tratamentos com fungicidas e a testemunha, independente da variável avaliada.

O ano de 2011 foi um ano de La Niña, caracterizado como um ano mais seco, onde nos meses de outubro, novembro e dezembro, as precipitações pluviais foram abaixo das médias históricas (Tabela 3). Esses dados corroboram com os dados obtidos por Lima et al. (2002), no ano de 1999, caracterizado com um ano de La Niña, no qual a giberela não apresentou alta ocorrência.

Esses dados comprovam que a giberela é uma doença altamente influenciada pelo clima, onde em anos com baixas

precipitações pluviais, sem longos períodos de molhamento (mais que 48 horas) não causa danos à cultura do trigo, como ocorrido na safra 2011.

Para a primeira época de plantio de trigo da safra 2012 (Tabela 4), os valores de IE variaram de 16 a 25,2%, o Ie de 7,9 a 10,5% e a S de 1,2 a 2,1%. Para essas variáveis o comportamento estatístico foi semelhante ao ano de 2011, não havendo diferença estatística entre os tratamentos com fungicidas e a testemunha. Para GG, os valores variaram de 11,2% a 22,4%, sendo que o tratamento número 4 diferiu estatisticamente da testemunha, porém não diferiu dos demais tratamentos com fungicidas.

Quanto aos resultados da primeira época da safra de 2012, salienta-se o fato que no dia 3 de outubro ocorreu uma ventania seguida de chuva de granizo na área dos experimentos. Esse evento pode ter comprometido as avaliações das espigas, pois houve um grande número de espigas quebradas e injuriadas pelo granizo. Portanto, houve alta infecção por outros fungos devido às injúrias por granizo, sendo que as plantas também apresentaram sintomas como branqueamento de espigas e espiguetas que podem ser confundidos com sintomas de giberela.

Tabela 2. Incidência da giberela em espigas (IE), incidência em espiguetas (Ie), severidade (S) e incidência de grãos giberelados (GG) da cultivar Mirante. UPF, Passo Fundo RS, safra 2011.

| Tratamentos ¹ | EA ² | IE ⁵ (%) | Ie ⁶ (%) | S ⁷ (%) | GG ⁸ (%) |
|--------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 | – | 4,3 ns ⁹ | 8,5 ns | 0,4 ns | 4,3 ns |
| 2 | EC60 ³ | 2,0 | 8,0 | 0,1 | 2,0 |
| 3 | EC60 | 2,3 | 14,3 | 0,3 | 2,3 |
| 4 | EC60/E65 ⁴ | 2,7 | 8,0 | 0,2 | 2,7 |
| 5 | EC60 | 3,8 | 8,5 | 0,3 | 3,8 |
| 6 | EC60 | 2,8 | 8,7 | 0,3 | 2,8 |
| 7 | EC60/ E65 | 2,1 | 8,0 | 0,2 | 2,1 |

¹Tratamentos; ²Estádio de aplicação; ³EC 60: início de floração; ⁴EC 65: meio de floração (Zadoks et al., 1974); ⁵Incidência em espigas; ⁶incidência em espiguetas; ⁷severidade; ⁸Incidência de grãos giberelados; ⁹ns: não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 3. Índice pluviométrico (mm) dos três últimos decêndios do ano de 2011, e suas respectivas médias acumuladas e normal. UPF. Passo Fundo, RS. 2012

| Mês | Acumulado | | | | Normal |
|----------|-------------|-------------|-------------|--------|--------|
| | 1º decêndio | 2º decêndio | 3º decêndio | do mês | |
| Outubro | 36 | 74,7 | 84 | 194,7 | 167,1 |
| Novembro | 23 | 41,2 | 12,9 | 77,1 | 141,4 |
| Dezembro | 9,5 | 15,3 | 66,4 | 91,2 | 161,5 |

Fonte: Modificado da Embrapa Trigo, 2011.

Com relação à segunda época de plantio de trigo da safra 2012 (Tabela 5), para IE os valores variaram de 37,5 a 55,7%. Os

tratamentos número 2, 3 e 4 diferiram significativamente da testemunha, porém não diferiram dos demais tratamentos com fungicidas.

Quanto à variável Ie (Tabela 5), o tratamento número 3, resultou em menor valor dessa variável, diferindo estatisticamente da testemunha e do tratamento número 7.

Comportamento semelhante foi verificado para a S (Tabela 5), porém os tratamentos que apresentaram menores valores foram os números 3 e 4. Esses tratamentos diferiram estatisticamente da testemunha e do tratamento número 7, mas não dos demais tratamentos com fungicidas.

Com relação aos GG (Tabela 5), todos os tratamentos com fungicidas diferiram estatisticamente da testemunha, sendo que os valores variaram de 37,6 a 64,1%.

Porém, o tratamento que apresentou o menor valor dessa variável foi o tratamento número 4, que diferiu estatisticamente da testemunha e dos tratamentos número 5, 6 e 7. Panisson et al. (2002), relataram incidências *F. graminearum* em grãos 80,4% e de 64,2% na primeira e segunda épocas de seu trabalho respectivamente, indicaram ainda, que o tratamento com fungicida tebuconazol teve pouco efeito sobre a infecção dos grãos. Segundo o autor, o fungicida usado parece ter pouco efeito em restringir o crescimento micelial do fungo na colonização da espiga, atuando basicamente como protetores da infecção inicial nas anteras. Efeito semelhante também foi observado por Casa et al. (2007).

Tabela 4. Incidência da giberela em espigas (IE), incidência em espiguetas (Ie), severidade (S) e incidência de grãos giberelados (GG) da cultivar Mirante. UPF, Passo Fundo RS, primeira época, safra 2012

| Tratamento ¹ | EA ² | IE ⁵ (%) | Ie ⁶ (%) | S ⁷ (%) | GG ⁸ (%) |
|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 | – | 25,2 ^{ns9} | 10,5 ^{ns} | 2,1 ^{ns} | 22,4 a ¹⁰ |
| 2 | EC60 ³ | 19,75 | 10,3 | 2,0 | 16,4 ab |
| 3 | EC60 | 15,2 | 9,1 | 1,4 | 12,4 ab |
| 4 | EC60/E65 ⁴ | 16,0 | 7,9 | 1,2 | 11,2 b |
| 5 | EC60 | 18,2 | 8,4 | 1,6 | 15,2 ab |
| 6 | EC60 | 22,0 | 9,5 | 2,1 | 16,4 ab |
| 7 | EC60/E65 | 20,2 | 8,4 | 1,8 | 17,6 ab |
| CV (%) | | - | - | - | 29,3 |

¹Tratamentos; ²Estádio de aplicação; ³EC 60: início de floração; ⁴EC 65: meio de floração (Zadoks et al., 1974); ⁵Incidência em espigas; ⁶incidência em espiguetas; ⁷severidade; ⁸Incidência de grãos giberelados; ⁹ns: não significativo, ¹⁰Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Ao analisar o PH do trigo na safra 2011 (Tabela 6), verificou-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Para PMG (Tabela 6), observou-se que somente a testemunha diferiu significativamente dos demais tratamentos, apresentando o menor peso, que foi de 37,6 g. Os demais tratamentos variaram de 39,8 a 40,8 g, porém não diferiram estatisticamente entre si. Esse resultado pode ser atribuído à baixa incidência de giberela na testemunha, pois do estágio de perfilhamento (EC 25) até alongamento (EC 37), usou-se o fungicida piraclostrobina + epoxiconazol (99,7 + 37,5 g i.a.ha⁻¹) para o controle da ferrugem da folha do trigo (*Puccinia triticina* Eriks.), oídio, (*Blumeria graminis*

(DC) E.O. Speer f. sp. *tritici* Em. Marchal.) e da mancha amarela [(*Dreschlera tritici-repentis* (Died) Schoem)].

Tabela 5. Incidência da giberela em espigas (IE), incidência em espiguetas (Ie), severidade (S) e incidência de grãos giberelados (GG) da cultivar Mirante. Passo Fundo RS, segunda época, safra 2012

| Tratamento ¹ | EA ² | IE ⁵ (%) | Ie ⁶ (%) | S ⁷ (%) | GG ⁸ (%) |
|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 | – | 55,7 a ⁹ | 16,1 a | 8,9 a | 64,1 a |
| 2 | EC60 ³ | 37,5 b | 12,6 bc | 4,7 bc | 42,8 bc |
| 3 | EC60 | 37,5 b | 10,2 c | 3,8 c | 49,2 bc |
| 4 | EC60/EC65 ⁴ | 38,2 b | 10,8 bc | 4,1c | 37,6 c |
| 5 | EC60 | 42,7 ab | 12,8 bc | 5,5 bc | 49,2 b |
| 6 | EC60 | 45,5 ab | 12,2 bc | 5,6 bc | 49,3 b |
| 7 | EC60/EC65 | 49,2 ab | 13,1 b | 6,4 b | 49,5 b |
| CV% | - | 15,11 | 9,70 | 16,99 | 9,63 |

¹Tratamento; ²Estadio de aplicação; ³EC 60: início de floração; ⁴EC 65: meio de floração (Zadoks et al., 1974); ⁵Incidência em espigas; ⁶incidência em espiguetas; ⁷severidade; ⁸Incidência de grãos giberelados; ⁹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro.

A produtividade (Tabela 6) variou de 2.327,2 a 3.238,0 kg.ha⁻¹, porém não houve diferença estatística entre os tratamentos com fungicida, sendo que somente a testemunha foi estatisticamente inferior aos demais tratamentos.

Na primeira época de plantio do trigo da safra de 2012 (Tabela 7), o PH variou de 63,2 a 65,8 kg, o PMS variou de 35,2 a

37,7 g e a produtividade variou de 1.404,4 a 1.605,6 kg/ha, sendo que não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Para a segunda época de plantio do trigo da safra de 2012 (Tabela 8), a análise da variância mostrou diferença significativa somente para a produtividade. Os valores de PH variaram de 61,4 a 69,8 kg e os valores de PMS variaram de 24,9 a 29,0 g, não havendo diferença significativa entre os tratamentos com os fungicidas e a testemunha.

Tabela 6. Peso do hectolitro (PH), peso de mil grãos (PMG) e produtividade (Kg/ha) da cultivar Mirante. UPF, Passo Fundo RS. Safra 2011

| Tratamento ¹ | EA ² | PH ⁵ (kg.hl ⁻¹) | PMG ⁶ (g) | Produtividade (kg/ha) |
|-------------------------|-----------------------|---|-------------------------|--------------------------|
| 1 | — | 79,3 ^{ns7} | 37,6 a ⁸ | 2.327,2ns |
| 2 | EC60 ³ | 80,9 | 40,1 b | 3.103,7 |
| 3 | EC60 | 80,9 | 40,6 b | 2.936,7 |
| 4 | EC60/E65 ⁴ | 81,4 | 40,8 b | 3.073,0 |
| 5 | EC60 | 80,4 | 40,1 b | 2.475,2 |
| 6 | EC60 | 80,7 | 40,2 b | 3.238,0 |
| 7 | EC60/E65 | 80,3 | 39,8 b | 2.424,5 |
| CV % | | | 1,73 | |

¹Tratamentos; ²Estádio de aplicação; ³EC 60: início de floração; ⁴EC 65: meio de floração (Zadoks et al., 1974); ⁵Peso do hectolitro; ⁶Peso de mil grãos; ⁷ns: não significativo, ⁸Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro.

Para a produtividade (Tabela 8), os valores variaram de 878,0 a

1.460,3 kg/ha. Os tratamentos piraclostrobina + epoxiconazol + metconazol (66,5 + 25 + 45 g i.a.ha⁻¹) aplicados no estádio (EC 60) e piraclostrobina + epoxiconazol (66,5 +25 g i.a.ha⁻¹) aplicados no estádio (EC 60) e metconazol (45 g i.a.ha⁻¹) aplicado no estádio (EC 65), diferiram estatisticamente da testemunha, resultando nas maiores produtividades. Apesar disso, não diferiram estatisticamente dos demais tratamentos com fungicidas.

Tabela 7. Peso do hectolitro (PH), peso de mil grãos (PMG) e produtividade (Kg/ha) da cultivar Mirante. UPF, Passo Fundo RS, primeira época, safra 2012

| Tratamento ¹ | EA ² | PH ⁵ (kg.hl ⁻¹) | PMG ⁶ (g) | Produtividade (kg/ha) |
|-------------------------|-----------------------|---|-------------------------|--------------------------|
| 1 | – | 63,2ns ⁷ | 35,2ns | 1.404,4ns |
| 2 | EC60 ³ | 65,1 | 37,5 | 1.451,1 |
| 3 | EC60 | 64,3 | 37,7 | 1.605,6 |
| 4 | EC60/E65 ⁴ | 64,8 | 36,9 | 1.511,2 |
| 5 | EC60 | 64,2 | 36,6 | 1.584,0 |
| 6 | EC60 | 64,9 | 36,7 | 1.405,6 |
| 7 | EC60/E65 | 65,8 | 37,5 | 1.483,7 |

¹Tratamentos; ²Estadio de aplicação; ³EC 60: início de floração; ⁴EC 65: meio de floração (Zadoks et al., 1974); ⁵Peso do hectolitro; ⁶Peso de mil grãos; ⁷ns: não significativo ao Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Panisson et al. (2002) observaram que o rendimento de grãos foi a variável que mais respondeu à aplicação de fungicidas na antese, o incremento de grãos foi em média de 27,8 e 36,6% maior nas duas épocas do experimento respectivamente. Resultados semelhantes foram relatados por Martin & Johnston (1982) e Wong et al. (1992), os quais verificaram que o maior efeito da aplicação do fungicida foi sobre o rendimento de grãos.

Tabela 8. Peso do hectolitro (PH), peso de mil grãos (PMG) e produtividade (Kg/ha) da cultivar Mirante. UPF, Passo Fundo, RS, segunda época, safra 2012

| Tratamento ¹ | EA ² | PH ⁵ (kg.hl ⁻¹) | PMG ⁶ (g) | Produtividade (kg/ha) |
|-------------------------|-----------------------|---|-------------------------|--------------------------|
| 1 | – | 61,4ns ⁷ | 24,9ns | 878,0 b ⁸ |
| 2 | EC60 ³ | 64,5 | 27,0 | 1.214,8 ab |
| 3 | EC60 | 63,5 | 27,3 | 1.280,7 a |
| 4 | EC60/E65 ⁴ | 68,4 | 27,3 | 1.460,3 a |
| 5 | EC60 | 69,8 | 27,6 | 1.211,5 ab |
| 6 | EC60 | 68,6 | 27,5 | 1.142,4 ab |
| 7 | EC60/E65 | 69,1 | 29,0 | 1.150,9 ab |
| CV (%) | - | - | - | 12,11 |

¹Tratamento; ²Estádio de aplicação; ³EC 60: início de floração; ⁴EC 65: meio de floração (Zadoks et al., 1974); ⁵Peso do hectolitro; ⁶Peso de mil grãos; ⁷ns: não significativo; ⁸Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro.

Da mesma maneira Casa et al. (2007) e Deuner (2009) observaram que aplicações no início do florescimento (EC 60) resultaram nos maiores rendimento de grãos. Em trabalhos com três aplicações de tebuconazol (150 g i.a.ha⁻¹) nos estádios EC 60, EC 65 e EC 68, resultou em diminuição da intensidade da doença, com reflexo no aumento do rendimento de grãos. Apesar disso, sete aplicações com esse fungicida no período de antese não foram suficientes para erradicar a doença, além de ser economicamente inviável. Portanto, uma única aplicação em floração plena, embora tenha proporcionado controle inferior a 60%, determinou um incremento no rendimento de grãos, no peso do hectolitro e no peso de mil sementes (PANISSON et al., 2002).

Quanto ao controle da giberela, avaliado pelo IE (Tabela 9), os resultados variaram de 11,3 a 32,7%, onde os tratamentos números 2 e 3, apresentaram os maiores valores de controle.

Com relação ao controle avaliado pela Ie e S (Tabela 9), o tratamento número 3, resultou em maior controle da doença.

Segundo Zoldan (2008), o melhor critério para avaliação do controle sobre a giberela foi a S, pois essa, para ser calculada, considera IE e a Ie, refletindo melhor o dano causado pela doença no processo fisiológico do hospedeiro. Esse fato também foi verificado nesse trabalho, pois o controle das variáveis IE e Ie foram inferiores ao observado na S. Casa et al. (2007) trabalhando com os fungicidas tebuconazol (150 g i.a.ha⁻¹), trifloxistrobina + tebuconazol (60 + 120 g i.a.ha⁻¹), trifloxistrobina + tebuconazol (75 + 150 g i.a.ha⁻¹), metconazol (80 g i.a.ha⁻¹), piraclostrobina + epoxiconazol (99 + 37 g i.a.ha⁻¹) e azoxistrobina + ciproconazol (60 + 24 g i.a.ha⁻¹), obtiveram controles de 49,1, 37,8, 41,7, 37,2, 45,4, e 43,7% respectivamente. Grande parte das falhas de controle da giberela pode ser atribuída à dificuldade de se atingir os sítios de infecção (anteras). Por isso que a campo, o controle dificilmente ultrapassa os 60% (DEUNER et al., 2011).

Quanto ao momento de aplicação, os trabalhos de pesquisa indicam que aplicações no início e o meio da antese completa apresenta maior porcentagem de controle da doença, sendo que em anos com excesso de chuvas, duas aplicações podem ser necessárias, sendo a primeira no início da antese e a segunda no meio da antese (REIS & CASA, 2007). Segundo Deuner (2007) em trabalhos de controle de giberela com diferentes fungicidas, verificou-se que

quando as aplicações foram realizadas no início da floração, os fungicidas piraclostrobina + epoxiconazol (67,5 + 25 g i.a.ha⁻¹), metconazol (45 g i.a.ha⁻¹), tebuconazol (100 g i.a.ha⁻¹), tebuconazol (150 g i.a.ha⁻¹) e as misturas de azoxistrobina + ciproconazol + propiconazol (60 + 24 + 50 g i.a.ha⁻¹) apresentaram eficiência de controle superior a 50%.

De acordo com Casa et al. (2007), o maior percentual de controle da giberela ocorreu com aplicação feita no início da floração. Os fungicidas metconazol (90 g i.a.ha⁻¹), tebuconazol (150 g i.a.ha⁻¹), trifloxistrobina + tebuconazol (75 + 15 g i.a.ha⁻¹), azoxistrobina + ciproconazol (60 + 24 g i.a.ha⁻¹) e piraclostrobina + epoxiconazol (99 + 37 g i.a.ha⁻¹) reduziram significativamente a intensidade da giberela, obtendo-se controle médio de 46% na incidência, 46,6% na severidade e 71,2% no índice de giberela. Esses fungicidas mostraram ganho médio no rendimento de grãos de 23,4%, porém apresentaram baixa eficácia no controle da infecção de *F. graminearum* nos grãos.

Por outro lado, na China são recomendadas duas aplicações com fungicidas, uma no início da floração e outra sete dias após (REIS, 1988a). Esses dados podem reforçar os resultados obtidos nesse trabalho, no qual as aplicações sequenciais que se utilizou o fungicida metconazol (45 g i.a.ha⁻¹) no estágio (EC 65) meio de floração, juntamente com os fungicidas piraclostrobina + epoxiconazol (66,5 + 25 g i.a.ha⁻¹) no estágio (EC 60) início da floração foram os melhores tratamentos, comprovando que mais de uma aplicação no período de floração pode aumentar o controle da giberela.

Tabela 9. Controle da giberela do trigo na cultivar Mirante. UPF, Passo Fundo, RS. Segunda época safra 2012.

| Tratamento ¹ | EA ² | Controle (%) | | |
|-------------------------|-----------------------|--------------|-----------------|----------------|
| | | Espigas (IE) | Espiguetas (Ie) | Severidade (S) |
| 2 | EC60 ³ | 32,7 | 21,3 | 46,6 |
| 3 | EC60 | 32,7 | 36,3 | 57,0 |
| 4 | EC60/E65 ⁴ | 31,4 | 32,4 | 53,3 |
| 5 | EC60 | 23,3 | 20,2 | 37,5 |
| 6 | EC60 | 28,4 | 23,9 | 37,1 |
| 7 | EC60/E65 | 11,3 | 18,1 | 27,3 |
| CV % | - | 52,2 | 29,5 | 28,5 |

¹Tratamento; ²Estádio de aplicação; ³EC 60: início de floração; ⁴EC 65: meio de floração (Zadoks et al., 1974); ⁵Incidência em espigas (IE); incidência em espiguetas (Ie) e severidade (S) dados baseados na Tabela 5.

4 CONCLUSÕES

Não há diferença nas variáveis avaliadas entre as aplicações com diferentes misturas de fungicidas e a testemunha nas safras 2011 e 2012.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABITRIGO. Associação Brasileira da Indústria de Trigo. *Sítio oficial*. Disponível em: <<http://www.abitrigo.com.br>>. Acesso em: 2 maio 2011.

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

AGARWAL, V. K.; SINCLAIR, J. B. *Principles of seed pathology*. 2.ed. Boca Raton: CRC, 1997, 538 p.

ALEXOPOULOS, C.J.; MIMS, C.W. & BLACKWELL, M. *Introductory Mycology*. 4th ed. John Wiley, New York. 1996, 870 p.

ALVES, R. H. *Reação de resistência à giberela em cultivares de trigo (Triticum aestivum L.), avaliada em condições de campo e casa de vegetação*. 2010. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2010.

AMORIM, L.; PASCHOLATI, S. F. Ciclo das relações patógeno-hospedeiro. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (Eds.) *Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos*. 4. ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2011. v. 1, p. 569-588.

ANDERSEN, A. L. The development of *Gibberella zeae* head blight of wheat. *Phytopathology*. v. 38, p. 595-611, 1948.

ATANASOFF, D. Fusarium-blight (scab) of wheat and other cereals. *Journal of Agricultural Research*. v. 20, p. 4, 1920.

AYERS, J. E.; PANNYPACKER, S. P.; NELSON, P. E.; PENNYPACKER, B. W. Environmental factors associated with airborne ascospores of *Gibberella zeae* in corn and wheat fields. *Phytopathology*, v. 65, p. 835, 1975.

BAI, G.H; SHANER, G.; OHM, H. Inheritance of resistance to *Fusarium graminearum* in wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 100, p.1-8, 2000.

BAI, G.; SHANER, G. Scab of wheat: Prospects for control. *Plant Disease*, v. 78, p. 760-765, 1994.

BAI, G.H; SHANER, G. Variation in *Fusarium graminearum* and cultivar resistance to wheat scab. *Plant Disease*, v. 80, p. 975-979, 1996.

BAI, G.; SHANER, G. Management and Resistance in Wheat and Barley to fusarium head blight. *Annual Review of Phytopathology*. v. 42, p. 135-161, 2004

BAIRD, R. E.; MULLINIX, B. G.; PEERY, A. B.; AND LANG, M. L. Diversity and longevity of the soybean debris mycobiota in a no-tillage system. *Plant Disease*, v. 81, p. 530-534, 1997

BAN, T. Studies on the genetics of resistance to *Fusarium* head blight caused by *Fusarium graminearum* Schwabe in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Bulletin of the Kyushu National Agricultural Experiment Station*. V. 38, p. 27-78, 2001.

BARBA, J.T. *Bipolaris sorokiniana* (*Cochliobolus sativus*) em sementes de cevada: detecção, transmissão e controle. 2000. 196 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2000.

BARBA, J. T.; REIS, E. M.; FORCELINI, C. A. Efeito da temperatura e fungicidas na transmissão de *Bipolaris sorokiniana* da semente para a plântula de cevada. *Fitopatologia Brasileira*, v. 27, p. 500-507, 2002.

BECHTEL, D. B.; KALEIKAU, L. A.; GAINES, R. L.; SEITZ, L. M. The effects of *Fusarium graminearum* infection on wheat kernels. *Cereal Chemistry*, v. 62, p. 191-197, 1985.

BOOTH, C. The Genus *Fusarium*. Kew: Survey, C.M.I. 1971, 238 p.

BRACCINI, A.L.; BRACCINI, M.C.L.; SCAPIM, C.A. Mecanismos de deterioração de sementes: Aspectos bioquímicos e fisiológicos. *Informativo ABRATES*. v. 11, n. 1, 2001.

BRASIL. Resolução RDC N°7, de 18/02/2011. Dispõe sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 3 maio 2012.

BRODERS, K. D.; LIPPS P. E.; PAUL P. A.; AND DORRANCE A. E. Characterization of *Pythium* spp. associated with corn and soybean seed and seedling disease in Ohio. *Plant Disease*. v. 91, p.727-735, 2007.

BRUM, A.L.; HECK, C.R. A economia do trigo no Rio Grande do Sul: Breve histórico do cereal na economia do estado. Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 29-44, 2005. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/fass/ojs/index.hp/face/article/view/263/212>> Acesso em: 28 abril 2011.

BRUSTOLIN, R.; REIS, E. M.; BOLLER, W. Tecnologia de aplicação de fungicidas. In: REIS, E. M. (Org.) *Seminário sobre Giberela em Cereais de Inverno. Coletânea de Trabalhos*. Passo Fundo: Berthier, 2011. p. 253-264.

BUSHNELL, W. R.; HAZEN, B. E.; PRITSCH. Histology and physiology of fusarium head blight. In: LEORNARD, K. J.; BUSHNELL, W. R. (Ed.). *Fusarium head blight of wheat and barley*. St. Paul: APS Press, 2003. p. 44-83.

CAETANO, V. DA R. Viroses. In: OSÓRIO, E. A. *Trigo no Brasil*. Campinas: Fundação Cargill, 1982.

CAMERA, J. N *Patogenicidade e esporulação de Cercospora sojina e interação entre temperatura e período de molhamento foliar na intensidade da mancha foliar “olho-de-rã” em soja*. 2012. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2012.

CARDOSO, E. J. B. N.; KIMATI, H. Doenças do trigo. In: GALLI, F.; CARVALHO, P. C. T.; TOKESHI, H.; BALMER, E.; KIMATI, H.; CARDOSO, C. O. N.; BERGAMIN FILHO, A. Manual de fitopatologia. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980.

CARMONA, M. Enfermedades del trigo. Su manejo y control. *Cuaderno de actualización Técnica N 63*, de los CREA. p.78-93, 2001.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; BLUM, M. M. C.; BOGO, A.; SCHEER, O.; ZANATA, T. Danos causados pela infecção de *Gibberella zeae* em trigo. *Fitopatologia Brasileira*, v. 29, p. 289-293, 2004.

CASA, R.T., BOGO, A., MOREIRA, É.N., & KUHNEM JUNIOR, P.R. Época de aplicação e desempenho de fungicidas no controle da giberela em trigo. *Ciência Rural* 37:1558-1563. 2007.

CASA, R. T.; SACHS, C.; AGOSTINETTO, L.; CECCON, G. Produção de peritécios de *Gibberella zeae* em táxons de gramíneas. *Tropical Plant Pathology*, v. 35, p. 136, 2010.

CASA, R. T.; KUHNEM JUNIOR, P. R. Danos causados nos hospedeiros. In: REIS, E. M. (Org.) *Seminário sobre Giberela em Cereais de Inverno. Coletânea de Trabalhos*. Passo Fundo: Berthier, 2011, p.73-86.

CHAMPEIL, A.; DORÉ, T.; FOURBET, J. F. *Fusarium* head blight: epidemiological origin of the effects of cultural practices on head blight attacks and the production of mycotoxins by *Fusarium* in wheat grains. *Plant Science*, Limerick, v. 166, n. 6, p. 1389-1415, 2004.

CHUABE, H. S.; SINGH, U. S. *Plant disease management: principles and practices*. Boca Raton, FL (USA), 1991, 319 p.

COLEY-SMITH, J. R. Survival of plant-pathogenic fungi in soil in the absence of host plants. In: SCHIPPERS, B. S.; XAMS, W. (Ed.) *Soil borne plant pathogens*. London: Academic Press. 1979. Cap. 4, p. 39-57.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento - Acompanhamento de safra brasileira: grãos, sétimo levantamento, abril 2011 – Brasília : Conab, 2011. Disponível em : <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 8 maio 2011.

COSTA, N.P.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C.; CABRAL, N.T.; MENDES, M.C. Efeito da época de semeadura sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja no Estado do Mato Grosso. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 17, n. 1, p. 107-112, 1995.

DEL PONTE, E. M.; FERNANDES, J.M.C.; PIEROBOM, C.R.; BERGSTROM, G.C. Giberela do trigo – aspectos epidemiológicos e modelos de previsão. *Fitopatologia Brasileira*, v. 29, p. 587-605, 2004.

DEUNER, C. C.; SILVA, J.S.; SIMIONI, D. Controle químico de giberela (*Gibberella zeae*) na cultura do trigo. *Fitopatologia Brasileira*, v. 32, p. 255-255. 2007.

DEUNER, C. C. Eficácia agrônômica de fungicidas no controle de giberela na cultura do trigo In: Controle de doenças em plantas. FUNDACEP 1993-2008. *Resultados de pesquisa. Acervo histórico*. p. 269-274, Cruz Alta. Agosto de 2009, (Divulgação técnica 3).

DEUNER, C. C., VIANA, E., DE ROSSI, R. L., CAMERA, J. N. Fungicidas indicados pela pesquisa, momento de aplicação e eficiência do controle de giberela na cultura do trigo. In: REIS, E. M. *Seminário sobre Giberela em Cereais de Inverno. Coletânea de Trabalhos*. Passo Fundo: Berthier, 2011, p. 215-234.

DUFAULT, N.; DE WOLF, E.; LIPPS, P.E; MADDEN, L.V. Relationship of temperature and moisture to *Gibberella zeae* perithecial development in a controlled environment. In National Fusarium Head Blight Forum, *Anais*. Erlanger, KY, USA, 2002 b. p. 142-144.

EVANS, C. K.; XIE, W.; DILL-MACKY, R.; MIROCHA, C. J. Biosynthesis of deoxynivalenol in spikelets of barley inoculated with

macroconidia of *Fusarium graminearum*. *Plant Disease*, St. Paul, v. 84, n. 6, p. 654-660, 2000.

FERNANDEZ, M.R.; FERNANDES, J.M.C. Survival of wheat pathogens in wheat and soybean residues under conservation tillage systems in southern and central Brazil. *Canadian Journal of Plant Pathology*. v. 12, p. 289-294. 1990.

FERNANDEZ, M. R. *Manual para laboratório de fitopatologia*. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1993. 128p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 6).

HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J.B.; RUPE, J.C. *Compendium of soybean diseases*. Fourth Edition. APS Press. Minnesota, USA. 1999.

HORBERG, H.M. Patterns of splash dispersed conidia of *Fusarium poae* and *Fusarium culmorum*. *European Journal of Plant Pathology*. v. 108. p. 73-80. 2002.

JACOBSEN, B.J.; HARLIN, K.S.; SWANSON, S.P.; LAMBERT, R.J.; BEASLEY, V.R.; SINCLAIR, J.B.; WEI, L.S. Occurrence of fungi and mycotoxins associated with Field mold damaged soybeans in the midwest. *Plant Disease*. v. 79. p. 86-88. 1995.

KABEERE, F.; HAMPTON, J. G.; HILL, M. J. Transmission of *Fusarium graminearum* (Schwabe) from maize seeds to seedlings. *Seed Science and Technology*, v. 25, p. 245-252, 1997.

KHONGA, E. B.; SUTTON, J. C. Inoculum production and survival of *Gibberella zeae* in maize and wheat residues. *Canadian Journal of Plant Pathology*. v. 10. p. 232-239, 1988.

LIMA, M. I. P. M.; FERNANDES, J. M. C.; SOUSA, C. N. A. de. Metodologia de amostragem e avaliação da resistência à giberela em espigas de trigo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 28., 1999, Passo Fundo. *Anais*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. p. 511-513.

LIMA, M. I. P. M.; FERNANDES, J. M. C.; PICINII, E. C. Escalonamento da época de semeadura de trigo e uso de cultivares de

ciclos reprodutivos diferentes como medida de controle de giberela. Passo Fundo. Embrapa Trigo. (Embrapa Trigo. comunicado Técnico Online, 92). Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br>>. Acesso em: 8 junho 2011.

LIMA, M.I.P.M. *Giberela ou Brusone? Orientações para a identificação correta dessas enfermidades em trigo e cevada*. Passo Fundo, Embrapa Trigo, 2004. 56 p. (Embrapa Trigo. Documentos Online 40). Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br>>. Acesso em: 7 Junho 2011.

LUCCA FILHO, O. A.; PORTO, M. D. M.; MAIA, M. S. Fungos em sementes de Azevém-anual (*Lolium multiflorum Lam.*) e seus efeitos no estabelecimento da pastagem. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 21, n. 2, p. 142-147, 1999.

LUZ, W. C. da Bacterioses. In: OSÓRIO, E. A. *Trigo no Brasil*. Campinas: Fundação Cargill, 1982.

MARTIN, R.A. & JOHNSTON, H.W. Effects and control of fusarium diseases of cereal grains in the Atlantic Provinces. *Canadian Journal of Plant Pathology* 4:210-216. 1982.

MARTINELLI, J.A.; BOCCHESI, C.A.C.; ROSEWICH GALE, L.; XIE, W.; O'DONNELL, K.; KISTLER, H.C. Soybean is a host for *Fusarium graminearum*. *Fitopatologia Brasileira*. v. 27, p. 132, 2002.

MARTINELLI, J.; BOCCHESI, C. A. C.; XIE, W. Soybean pod blight and root rot caused by lineages of the *Fusarium graminearum* and the production of mycotoxins. *Fitopatologia Brasileira*, v. 29, n.5. p. 492-498. 2004.

MAULER-MACHNIK, A.; ZAHN, K. Ear fusarioses in wheat – new findings on their epidemiology and control with Folicur (tebuconazole). *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*. v. 47. p. 129-155. 1994.

McMULLEN, M.; JONES, R.; GALLENBERG, D. Scab of wheat and barley: a re-emerging disease of devastating impact. *Plant Disease* v. 81. p.1340-1348. 1997.

MEDINA, P. F.; TANAKA, M. A. S.; PARISI, J. J. D. Potencial fisiológico de sementes de triticale (*X. tritico-secale* Wittmack) durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 31, n. 4, p. 017-026, 2009.

MESTERHAZY, A. Types and components of resistance to Fusarium head blight of wheat. *Plant Breeding*, v. 114, p. 377-386, 1995.

MESTERHÁZY, A.; BÁRTOK, T. Control of *Fusarium* head blight of wheat by fungicides and its effect on the toxin contamination of the grains. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer, Leverkusen*, v. 49, p. 181-198, 1996.

MESTERHAZY, A. Breeding for resistance to *Fusarium* head blight of wheat. *See Ref*, v. 44, p. 79-85, 1997.

MILLER, J. D.; CULLEY, J.; FRASER, K.; HUBBARD, S.; MELOCHE, F.; OUELLET, T.; SEAMAN, W. L.; SEIFERT, K. A.; TURKINGTON, K.; VOLDENG, H. Effect of tillage practice on fusarium head blight of wheat. *Canadian Journal of Plant Pathology*, v. 20, p. 95-103, 1998.

MORAES, N. L. M. *Efeito da rotação e sucessão de culturas sobre a emergência de plântulas, a incidência de podridões radiculares e rendimento de grãos de soja*. 2004. 63 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2004.

NEERGAARD, P. *Seed Pathology*. London: The MacMillan Press, v. 2, 1977. 1191 p.

NETO, N.; GIORDANI, N.A. Controle químico de la Fusariose em trigo. Em: KOHLI, M. M. (Ed). *Anais "Taller sobre la fusariose de la espiga en América del Sur"*; Texcoco, México: Milho Internacional e Centro de Aperfeiçoamento de trigo; 1989. p 109-118.

PACHECO, H.; NASCIMENTO JUNIOR, A. DO. Método para infecção e avaliação de giberela em espigas de triticale e de centeio na Embrapa Trigo. In: LAU, D., PIMENTEL, M. B. M., SANTOS, M. O. (Org.) MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA

TRIGO, G., 2010, Passo Fundo. *Resumos...* Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010. 36 p (Embrapa Trigo. Documentos Online, 123). Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br>>. Acesso em: 8 junho 2011.

PANISSON, E.; HOFFMANN, L. L., F.; REIS, E. M. Ocorrência de *Fusarium graminearum* em sementes de soja. *Anais*, XXVIII Reunião de pesquisa de soja da região sul, Santa Maria, 2000.

PANISSON, E. *Giberela em trigo: intensidade, danos e controle químico*. 2001. (Dissertação de Mestrado) Passo Fundo, RS, Universidade de Passo Fundo. 2001.

PANISSON, E.; REIS, E. M.; BOLLER, W. Quantificação de propágulos de *Gibberella zeae* no ar e infecção de anteras em trigo. *Fitopatologia Brasileira*, v. 27, p. 489-494, 2002.

PARRY, D. W.; JENKINSON, P.; McLEOD, L. Fusarium ear blight (scab) in small grain cereals – a review. *Plant Pathology*, v. 44, p. 07-238, 1995.

PASINATO, A.; CUNHA, G. R. da. Informações meteorológicas de Passo Fundo, RS: outubro de 2012. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. 5 p. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico online, 320). Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br>>. Acesso em: 18 dezembro 2012.

PAULITZ, T.C. Diurnal release of ascospores by *Gibberella zeae* in inoculated wheat plots. *Plant Disease*. v. 80, p. 674-678, 1996.

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. C. Eficácia do metoxicrilato azoxistrobim (Priori 250 SC) no controle de *Gibberella zeae* em trigo. *Fitopatologia Brasileira*, v. 22, p. 297, 1997.

REIS, E. M. Doenças do trigo III – Giberela. 2ed. revisada e ampliada, 1988a. 13p.

REIS, E. M. Quantificação de propágulos de *Gibberella zeae* no ar através de armadilhas de esporos. *Fitopatologia Brasileira*, v. 13. n. 4. p. 324-327, 1988b.

REIS, E. M. Doenças do trigo I: podridão comum das raízes. São Paulo: 1988c. 20p.

REIS, E. M.; FERNANDES, J. M. C.; PICININI, E. C. *Estratégia para o controle de doenças de trigo*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1988, 50p.

REIS, E. M. Perithecial formation of *Gibberella zeae* on senescent stems of grasses under natural conditions. *Fitopatologia Brasileira*, v. 15. p. 52-53, 1990.

REIS, E. M. Manejo integrado. In: REIS, E. M. *Seminário sobre Giberela em Cereais de Inverno. Coletânea de Trabalhos*. Passo Fundo: Berthier, 2011. 264p.

REIS, E. M.; SANTOS, H. P. dos. Interações entre doenças de cereais de inverno e sistema de plantio direto. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). *Plantio direto no Brasil*. Passo Fundo: Embrapa-CNPT/FUNDACEP FECOTRIGO/Fundação ABC/Ed. Aldeia Norte, 1993. p. 105-110.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; FORCELINI, C. A. DOENÇAS DO TRIGO. IN: KIMATI KIMATI, H., AMORIM, L., BERGAMIN FILHO, A., CAMARGO, L.E.A. & REZENDE, J.A.M. *Manual de Fitopatologia: Doenças de plantas cultivadas*. 3. Ed. São Paulo. Agronômica Ceres. 1995, v. 2, p. 725- 736.

REIS, E. M.; BLUM, M. M. C.; CASA, R. T. Controle químico de *Gibberella zeae* em trigo, um problema de deposição de fungidas em anteras. *Summa Phytopathologica*, v. 22, p. 39-42, 1996a.

REIS, E. M.; BLUM, M. M.; C. CASA, R. T.; MEDEIROS, C. A. Grain losses caused by the infection of wheat heads by *Gibberella zeae* in southern Brazil, from 1984 to 1994. *Summa Phytopathologica*, v. 22, p. 134-137, 1996b.

REIS, E. M.; CASA, R. T. *Patologia de sementes de cereais de inverno*. Aldeia Norte Editora. 1998, 88p.

REIS, E. M., CASA, R. T.; MEDEIROS, C. A. *Diagnose, patometria e controle de doenças de cereais de inverno*. Londrina, PR. ES Comunicação S/C Ltda. 2001. 174p.

REIS, E. M.; CARMONA, M. *Fusariosis del trigo. Biología, epidemiología y estrategias para su manejo*. 1. Ed. Buenos Aires, Argentina. Gráfica Condal. 2002. 26p.

REIS, E. M.; CASA, R. T. Sobrevivência de fitopatógenos. In: DO VALE, F. X. R.; JESUS JUNIOR, W. C. de; ZAMBOLIM, L. *Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas*. (ed.), Belo Horizonte-MG, Perfil, 2004. 531p.

REIS, E. M.; CASA, R. T. *Doenças dos Cereais de inverno: Diagnose, Epidemiologia e controle*. 2. Ed. Ver. Atual. Lages: Graphel, 2007. 176 p.: Il.color.

REIS, E. M.; BLUM, M. M. C.; CARDOSO, C. Etiologia de grãos vermelhos na safra 2004. *Plantio Direto*, edição 111. Passo Fundo: Aldeia Norte. 2009.

REIS, E.M.; BARUFFI, D.; REMOR, L. and ZANATTA, M.. Decomposition of corn and soybean residues under field conditions and their role as inoculum source. *Summa Phytopathol*, v. 37, n. 1, p. 65-67. 2011

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. INFORMAÇÕES TÉCNICAS PARA TRIGO E TRITICALE – SAFRA 2011 / IV Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, Cascavel, PR, 26 a 29 de julho de 2010. Cascavel, PR, 2010. 170p.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. (5 : 2011 : Dourados, MS). INFORMAÇÕES TÉCNICAS PARA TRIGO E TRITICALE – SAFRA 2012 / V Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, Dourados, MS, 25 a 28 de julho de 2011. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 204p.

RODRIGUES FILHO, E.; MIROCHA, C.J., XIE, W.; KRICK, T.P.; MARTINELLI, J.A. Electron ionization mass spectral fragmentation of deoxynivalenol and related tricothecenes. *Rapic Communications in Mass Spectrometry*, v. 16, p. 1827-1835, 2002.

ROMAN, E. S.; VARGAS, L.; RODRIGUES, O. *Manejo e controle de plantas daninhas em trigo*. Passo Fundo: EMBRAPA TRIGO, 2006. 12p. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br>>. Acesso em 8 junho 2011.

ROSSI, V.; PATTORI, E.; RAVENETTI, A.; GIOUSUE, S. Effect of constant and fluctuating temperature regimes on sporulation of four fungi causing head blight of wheat. *Journal of Plant Pathology*, v. 84, p. 95-105, 2002.

RUDD, J.C.; HORSLEY, R.D.; MCKENDRY, A.L.; ELIAS, E.M. Host plant resistance genes for Fusarium head blight: I. Sources mechanisms and utility in conventional breeding systems. *Crop Science*, v. 41, p. 620-627, 2001.

SAMUELS, G. J.; NIRENBERG, H. I.; SEIFERT, K. A. Perithecial species of fusarium. In: SAMMERELL, B. A.; LESLIE, J. F.; BACKHOUSE, D.; BRYDEN, W. L.; BURGESS, L. W. Fusarium, Paul E. Nelson Memorial Symposium. *The American Phytopathological Society*. St. Paul, Minnesota. v. 2, p. 02-14, 2002.

SARTORI, J. F. Evaluación de restencia a fusariosis del trigo en condiciones controladas y en campo. In: *Taller sobre la fusarioses de la espiga em America del Sur*. M. M Kohli (Org.) Mexico D. F. CIMMYT. 1989. p. 71-75.

SARTORI, A. F. *Sementes de milho e restos culturais de aveia como fonte de inóculo para as podridões da base do colmo*. 2003 93 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2003.

SCHMALE, D. G.; BERGSTROM, G. C. 2003. Giberela ou Fusariose. Portuguese translation by Emerson M. Del Ponte, 2006. *The Plant Health Instructor*. DOI:10.1094/PHI-I-2006-0925-01. Revisado em 2010.

SCHROEDER, H. W.; CHRISTENSEN, J. Factors affecting resistance of wheat to scab caused by *Gibberella zea*. *Phytopathology*, St. Paul, v. 53, p. 831-838, 1963.

SCHUSTER, R.; ELLNER, F. M. Level of Fusarium infection in wheat spikelets related to location and number of inoculated spores. *Mycotoxin Research*, v. 24, n. 2, p. 80-87, 2008.

SCUSSEL, V. M., BEBER, M., TONOM, K. K. Efeitos da infecção por Fusarium/Gibberella na qualidade e segurança de grãos, farinhas e produtos derivados. In: REIS, E. M. Seminário sobre Giberela em Cereais de Inverno. Coletânea de Trabalhos. Passo Fundo: Berthier, 2011, p. 131-175.

SEGALIN, M.; REIS, E. M. Semi-selective medium for *Fusarium graminearum* detection in seed samples. *Summa Phytopathologica*, v. 36, n. 4, p. 338-341. 2010.

SILVA, F. DE A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. DE. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SINGH, R. P., MA, H., AND RAJARAM, S. Genetic analysis of resistance to scab in spring wheat cultivar Frontana. *Plant Disease*, v. 79, p. 238-240, 1995.

STACK, R. W. A comparison of the inoculum potential of ascospores and conidia of *Gibberella zea*. *Can. J. Plant Pathology*, v. 11, p. 137-142, 1989.

STRANGE, R. N.; MAJER, J. R.; SMITH, H. The isolation and identification of coline and betaine as two major components in anthers and wheat germ that stimulate *Fusarium graminearum* in vitro. *Physiol. Plant Pathology*, v. 4, p. 277-290, 1974.

SUTTON, J. C. Epidemiology of wheat head blight and maize ear rot caused by *Fusarium graminearum*. *Can. J. Plant Pathology*, v. 4, n. 2, p. 195-209, 1982.

SUTY, A.; MAULER-MACHNIK, A. Fusarium head blight on wheat - new findings on the epidemiology and control of *Gibberella zeae* the teleomorph of *Fusarium graminearum* with Folicur. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, v. 49, p. 55-70, 1996.

TELLES NETO, F. X. B. *Transmissão e controle de Fusarium graminearum em sementes e danos causados por giberela em trigo*. 2004, 113 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Agronomia e Medicina veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo. 2004.

TELLES NETO, F. X. B.; REIS, E. M.; CASA, R. T. Viabilidade de *Fusarium graminearum* em sementes de trigo durante o armazenamento. *Summa Phytopathologica*, v. 33, n. 4, p. 414-415, 2007.

TRAIL, F.; SCHAUPP, J.; PLATT, C.; JAROSZ, A. Spatio temporal aspects of inoculum development for wheat head scab caused by *Fusarium graminearum*. *Anais*, National Fusarium Head Blight Forum, St. Paul, MN, USA, 1997, p. 64.

TRAIL, F.; GADOURY, D.; LORANGER, R. Environmental parameters of ascospore discharge in *Gibberella zeae*. *Anais*, National Fusarium Head Blight Forum, Michigan, 1998, p. 11-13.

TSCHANZ, A.T.; HORST, R. K.; NELSON, P. E. Ecological aspects of ascospore discharge in *Gibberella zeae*. *Phytopatology*, v. 65, p. 597-599, 1975.

TSCHANZ, A.T.; HORST, R.K.; NELSON, P.E. The effect of environment on sexual reproduction of *Gibberella zeae*. *Mycologia* v. 68. p. 327-340. 1976.

VAN GINKEL, M.; VAN DER SCHAAR, W.; ZHUPING, Y.; RAJARAM, S. Inheritance of resistance to scab in two wheat cultivars from Brazil and China. *Plant Disease*. v. 80, p. 863-867, 1996.

VARGAS, P. R.; FERNANDES J. M. C. Modelando o curso da antese em trigo. *Fitopatologia Brasileira*, v. 22, p.317, 1997.

VIANA, E.; DEUNER, C. C. Sobrevivência. In: REIS, E. M. *Seminário sobre Giberela em Cereais de Inverno. Coletânea de Trabalhos*. Passo Fundo: Berthier, 2011, p. 43-54.

WICKLOW, D.T., BENNETT, G.A. & SHOTWELL, O.L. Secondary invasion of soybean by *Fusarium graminearum* and resulting mycotoxin contamination. *Plant Disease*, v. 71. p. 1146. 1987.

WIESE, M. V. *Compendium of wheat diseases*. American Phytopathological Society. St. Paul. 2 ed, 1987.

WONG, L.S.L., TEKAUZ, A., LEISLE, D., ABRAMSON, D. & MCKENZIE, R.I.H. Prevalence, distribution and importance of fusarium headblight in wheat in Manitoba. *Canadian Journal of Plant Pathology* 14:233-238. 1992.

YUYAMA, M. M.; HENNING, A. A. Estudos da associação de *Fusarium graminearum* com a cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina. *Anais...* Londrina: Embrapa Soja, 1999, p. 453.

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

ZAMBOLIM, L.; CASA, R.T.; REIS, E.M. Sistema plantio direto e doenças em plantas. *Fitopatologia Brasileira*, v. 25, p. 585-595. 2000.

ZOLDAN, S. M. *Regiões de risco, Caracterização da antese em cereais de inverno e Sistema de alerta para giberela, em trigo*. 2008. 196 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina veterinária, Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, RS. 2008.

APÊNDICES

1.0 Apêndice

Tabela 1. Tabela de conversão para peso do hectolitro (PH) do trigo.
Passo Fundo, 2012.

| g. 1/41. | Kg. 1/dec. | g. 1/41. | Kg. 1/dec. | g. 1/41. | Kg. 1/dec. | g. 1/41. | Kg. 1/dec. |
|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
| 100,0 | 35,40 | 117,5 | 43,05 | 135,0 | 51,15 | 152,5 | 59,05 |
| 100,5 | 35,65 | 118,0 | 45,50 | 135,5 | 51,40 | 153,0 | 59,25 |
| 101,0 | 35,85 | 118,5 | 43,75 | 136,0 | 51,60 | 153,5 | 59,50 |
| 101,5 | 36,10 | 119,0 | 43,95 | 136,5 | 51,85 | 154,0 | 59,70 |
| 102,0 | 36,30 | 119,5 | 44,20 | 137,0 | 52,05 | 154,5 | 59,95 |
| 102,5 | 36,35 | 120,0 | 44,40 | 137,5 | 52,30 | 155,0 | 60,15 |
| 103,0 | 36,75 | 120,5 | 44,65 | 138,0 | 52,50 | 155,5 | 60,40 |
| 103,5 | 37,00 | 121,0 | 44,85 | 138,5 | 52,75 | 156,0 | 60,60 |
| 104,0 | 37,20 | 121,5 | 45,10 | 139,0 | 52,95 | 156,5 | 60,85 |
| 104,5 | 37,45 | 122,0 | 43,30 | 139,5 | 53,20 | 157,0 | 61,05 |
| 105,0 | 37,65 | 122,5 | 45,55 | 140,0 | 53,40 | 157,5 | 61,30 |
| 105,5 | 37,90 | 123,0 | 45,75 | 140,5 | 53,65 | 158,0 | 61,50 |
| 106,0 | 38,10 | 123,5 | 46,00 | 141,0 | 53,85 | 158,5 | 61,75 |
| 106,5 | 38,35 | 124,0 | 46,20 | 141,5 | 54,10 | 159,0 | 61,95 |
| 107,0 | 38,55 | 124,5 | 46,45 | 142,0 | 54,30 | 159,5 | 62,20 |
| 107,5 | 38,80 | 125,0 | 46,65 | 142,5 | 54,55 | 160,0 | 62,40 |
| 108,0 | 39,00 | 125,5 | 46,90 | 143,0 | 54,75 | 160,5 | 62,65 |
| 108,5 | 39,25 | 126,0 | 47,10 | 143,5 | 55,00 | 161,0 | 62,85 |
| 109,0 | 39,45 | 126,5 | 47,35 | 144,0 | 55,20 | 161,5 | 63,10 |
| 109,5 | 39,70 | 127,0 | 47,55 | 144,5 | 55,45 | 162,0 | 63,30 |
| 110,0 | 39,90 | 127,5 | 47,80 | 145,0 | 55,65 | 162,5 | 63,55 |
| 110,5 | 40,15 | 128,0 | 48,00 | 145,5 | 55,90 | 163,0 | 63,75 |
| 111,0 | 40,35 | 128,5 | 48,25 | 146,0 | 56,10 | 163,5 | 64,00 |
| 111,5 | 40,60 | 129,0 | 48,45 | 146,5 | 56,35 | 164,0 | 64,20 |
| 112,0 | 40,80 | 129,5 | 48,70 | 147,0 | 56,55 | 164,5 | 64,45 |
| 112,5 | 41,05 | 130,0 | 48,90 | 147,5 | 56,80 | 165,0 | 64,65 |
| 113,0 | 41,25 | 130,5 | 40,15 | 148,0 | 57,00 | 165,5 | 64,90 |
| 113,5 | 41,50 | 131,0 | 49,35 | 148,5 | 57,20 | 166,0 | 65,10 |
| 114,0 | 41,70 | 131,5 | 49,60 | 149,0 | 57,45 | 166,5 | 65,35 |
| 114,5 | 41,95 | 132,0 | 49,80 | 149,5 | 57,70 | 167,0 | 65,55 |
| 115,0 | 42,15 | 132,5 | 50,05 | 150,0 | 57,90 | 167,5 | 65,80 |
| 115,5 | 42,40 | 133,0 | 50,25 | 150,5 | 58,15 | 168,0 | 66,00 |
| 116,0 | 42,60 | 133,5 | 50,50 | 151,0 | 58,35 | 168,5 | 66,25 |
| 116,5 | 42,85 | 134,0 | 50,70 | 151,5 | 58,60 | 169,0 | 66,45 |
| 117,0 | 43,05 | 134,5 | 50,95 | 152,0 | 58,80 | 169,5 | 66,70 |

Continua...

Continuação Tabela 1...

| g. 1/41. | Kg. 1/dec. | g. 1/41. | Kg. 1/dec. | g. 1/41. | Kg. 1/dec. |
|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
| 170,0 | 66,90 | 190,0 | 75,90 | 210,0 | 84,95 |
| 170,5 | 67,15 | 190,5 | 76,10 | 210,5 | 85,20 |
| 171,0 | 67,35 | 191,0 | 76,34 | 211,0 | 85,40 |
| 171,5 | 67,60 | 191,5 | 76,55 | 211,5 | 85,65 |
| 172,0 | 67,80 | 192,0 | 75,80 | 212,0 | 85,85 |
| 172,5 | 68,05 | 192,5 | 77,00 | 212,5 | 86,10 |
| 173,0 | 68,25 | 193,0 | 77,25 | 213,0 | 86,35 |
| 173,5 | 68,50 | 193,5 | 77,45 | 213,5 | 86,55 |
| 174,0 | 68,70 | 194,0 | 77,70 | 214,0 | 86,80 |
| 174,5 | 68,95 | 194,5 | 77,90 | 214,5 | 87,00 |
| 175,0 | 69,15 | 195,0 | 78,15 | 215,0 | 87,25 |
| 175,5 | 69,40 | 195,5 | 78,35 | 215,5 | 87,50 |
| 176,0 | 69,60 | 196,0 | 78,60 | 216,0 | 87,70 |
| 176,5 | 69,85 | 196,5 | 78,80 | 216,5 | 87,95 |
| 177,0 | 70,05 | 197,0 | 79,00 | 217,0 | 88,15 |
| 177,5 | 70,30 | 197,5 | 79,25 | 217,5 | 88,40 |
| 178,0 | 70,50 | 198,0 | 79,45 | 218,0 | 88,65 |
| 178,5 | 70,75 | 198,5 | 79,70 | 218,5 | 88,85 |
| 179,0 | 70,95 | 199,0 | 79,90 | 219,0 | 89,10 |
| 179,5 | 71,20 | 199,5 | 80,15 | 219,5 | 89,30 |
| 180,0 | 71,40 | 200,0 | 80,35 | 220,0 | 89,55 |
| 180,5 | 71,65 | 200,5 | 80,60 | 220,5 | 89,80 |
| 181,0 | 71,85 | 201,0 | 80,80 | 221,0 | 90,00 |
| 181,5 | 72,10 | 201,5 | 81,05 | | |
| 182,0 | 72,30 | 202,0 | 81,25 | | |
| 182,5 | 72,50 | 202,5 | 81,50 | | |
| 183,0 | 72,75 | 203,0 | 81,70 | | |
| 183,5 | 72,95 | 203,5 | 81,95 | | |
| 184,0 | 73,20 | 204,0 | 82,15 | | |
| 184,5 | 73,40 | 204,5 | 82,40 | | |
| 185,0 | 73,65 | 205,0 | 82,65 | | |
| 185,5 | 73,85 | 205,5 | 82,90 | | |
| 186,0 | 74,10 | 206,0 | 83,10 | | |
| 186,5 | 74,30 | 206,5 | 83,35 | | |
| 187,0 | 74,55 | 207,0 | 83,55 | | |
| 187,5 | 74,75 | 207,5 | 83,80 | | |
| 188,0 | 75,00 | 208,0 | 84,05 | | |
| 188,5 | 75,20 | 208,5 | 84,25 | | |
| 189,0 | 75,45 | 209,0 | 84,50 | | |
| 189,5 | 75,65 | 209,5 | 84,70 | | |

2.0 Apêndice

Meio seletivo Segalin e Reis para *Fusarium graminearum*

- a) 1/4 BDA (batata 50g; ágar 12g; dextrose 5g)
- b) água destilada 900 ml
- c) iprodiona 50 ppm
- d) triadimenol 15 ppm
- e) nistatina 25 ppm sulfato de estreptomicina 1000 ppm
- f) sulfato de neomicina 50 ppm
- g) Solução estoque que consta de:
- h) Iprodiona ([] 50%) 2 ml em 100 ml água destilada/esterelizada
- i) triadimenol ([] 15%) 6,66 ml em 100 ml água destilada/esterelizada
- j) nistatina ([] 100%) 1g em 100 ml água destilada/esterelizada
- k) sulfato de estreptomicina ([] 100%) 1g em 100 ml água destilada/esterelizada
- l) sulfato de neomicina ([] 100%) 1g em 100 ml água destilada/esterelizada
- m) Então, a partir desta solução, adiciona-se com pipeta esterilizada no meio de cultura já pronto (autoclavado e resfriado a + ou – 45 °C).
- n) iprodiona 5 ml
- o) triadimenol 1,5 ml
- p) nistatina 2,5 ml
- q) sulfato de estreptomicina 100 ml
- r) sulfato de neomicina 5 ml.