

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

**REGIÕES DE RISCO, CARACTERIZAÇÃO DA  
ANTESE EM CEREAIS DE INVERNO E SISTEMA  
DE ALERTA PARA A GIBERELA, EM TRIGO**

**SANDRA MARIA ZOLDAN**

Orientador: Prof. Dr. Erlei Melo Reis

Tese 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 Doutor em Agronomia - Área de Concentração em Fitopatologia.

**Passo Fundo, março de 2008.**



A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a tese

“Regiões de risco, caracterização da antese em cereais  
de inverno e sistema de alerta para a giberela, em trigo”

Elaborada por

SANDRA MARIA ZOLDAN

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

Aprovada em: 19/03/2008  
Pela Comissão Examinadora

Dr. Erlei Melo Reis  
Presidente da Comissão Examinadora  
Orientador

Dr. Gilberto Rocca da Cunha  
Embrapa Trigo

Dr. Carlos Alberto Forcelini  
Universidade de Passo Fundo

Dr. Juro Ecólato Nunes Maciel  
Embrapa Trigo

Dr. Wilson Antonio Klein  
Coord. Prog. Pós-Graduação em Agronomia

Dr. Mauro Antonio Rizzardi  
Diretor FAMV

Dr. Ricardo Trezzi Casa  
UDESC

CIP – Catalogação na Publicação

---

Z86r Zoldan, Sandra Maria  
Regiões de risco, caracterização da antese em cereais de  
inverno e sistema de alerta para a giberela, em trigo / Sandra Maria  
Zoldan. – 2008.  
152 f. : il. ; 25 cm.

Orientação: Prof. Dr. Erlei Melo Reis.  
Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Passo  
Fundo, 2008.

1. Trigo – Doenças e pragas. 2. *Gibberella zeae*. 3. Cereais.  
4. Grãos – Doenças e pragas. I. Reis, Erlei Melo, orientador. II. Título.

CDU : 633.11

---

Catalogação: bibliotecária Jucelei Rodrigues Domingues - CRB 10/1569

**Aos meus pais Doracy e Sérgio A. Zoldan; e irmãos, Sérgio, Paulo e Luciane pelo apoio e incentivo em todos os momentos.**

**Ao meu filho Wilson Paulo Klauck Júnior, meu maior estímulo, pelo companheirismo e compreensão**

## AGRADECIMENTOS

Ao professor orientador, Dr. Erlei Melo Reis, pela sua orientação segura, disponibilidade, amizade e exemplo de profissional.

Aos funcionários do Laboratório de Fitopatologia da UPF, Cinara A. de Andrade Cardoso e Paulo Gilson Tirone, pelo auxílio dispensado na realização dos experimentos e o carinho no convívio.

Aos Eng. Agrônomos Ricardo Brustolin, Tiago Zanata e Rudinei Bogorni e aos acadêmicos do curso de Agronomia Luciano Remor, Douglas Baruffi, Mateus Zanata pelo auxílio na condução e execução dos experimentos.

Aos pesquisadores da Embrapa Trigo, Gilberto R. Cunha, João Carlos Ignaczak e Genei Antonio Dalmago, e Aldemir Pasinato, analista do Laboratório de Meteorologia Aplicada à Agricultura, pela valiosa contribuição no desenvolvimento desse trabalho.

A secretária da PPGAgro, Mari Viecilli pela paciência e disponibilidade em todos os momentos.

Ao Fábio Arezi e ao Eng. Agrônomo Éder Novaes Moreira pelo auxílio no processamento dos dados para o sistema de alerta.

Às instituições de pesquisa, Embrapa Trigo – Passo Fundo /RS, OR Sementes - Passo Fundo/ RS, FUNDACEP – Cruz Alta/RS e COODETEC – Cascavel/PR pela disponibilização de sementes dos materiais para a experimentação.

À Dra. Amarílis Labes Barcellos, pelo incentivo constante.

Aos colegas da Pós-Graduação pelos momentos de convívio, em especial a Roseana Stolte, Marivane Segalin, Fernanda Nicolini, Gisele Arduim e Lisete Augustin pela amizade e incentivo, o que tornou a caminhada mais amena

Aos amigos e familiares, que souberam compreender minhas angústias e ausências.

A todos que de alguma forma estiveram envolvidos com esta pesquisa, agradeço a solidariedade, envolvimento e auxílio.

A Deus, mestre que sempre esteve e estará a me conduzir.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	X
LISTA DE TABELAS .....	XII
CAPÍTULO I.....	XV
RESUMO .....	XV
ABSTRACT .....	XIX
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1 Ocorrência .....	4
2.2 Danos.....	5
2.3 Etiologia .....	7
2.4 Hospedeiros .....	8
2.5 Fontes de inóculo.....	9
2.5.1 Sementes.....	9
2.5.2 Restos culturais.....	9
2.6 Sobrevivência .....	10
2.7 Produção e liberação do inóculo .....	11
2.8 Disseminação.....	14
2.9 Sítios de infecção e deposição.....	15
2.9.1 Condições ambientais para infecção .....	16
2.10 Colonização .....	17
2.11 Sintomas .....	18
2.12 Medidas de Controle .....	19
2.12.1 Rotação de culturas .....	19
2.12.2 Época de semeadura .....	22
2.12.3 Profundidade de semeadura.....	23
2.12.4 Melhoramento genético .....	23
2.12.5 Proteção química dos sítios de infecção.....	24
2.13 Sistemas de previsão .....	25
2.13.1 Infecção e período crítico (PC) .....	25

3.13.2 Sistemas de previsão para giberela ( <i>Gibberella zeae</i> (Schw.) Petch) .....	29
CAPÍTULO II.....	35
ZONEAMENTO DE OCORRÊNCIA DA GIBERELA EM TRIGO, NO SUL DO BRASIL.....	35
RESUMO .....	35
ABSTRACT .....	37
1 INTRODUÇÃO.....	38
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	41
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	43
4 CONCLUSÃO.....	54
CAPÍTULO III .....	75
CARACTERIZAÇÃO DA ANTESE EM CEREAIS DE INVERNO E SUA RELAÇÃO COM A GIBERELA .....	75
RESUMO .....	75
ABSTRACT .....	76
1 INTRODUÇÃO.....	77
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	80
2.1 Avaliação da duração da antese.....	84
2.2 Quantificação do número de anteras presas/soltas e presença de <i>Fusarium graminearum</i> .....	85
2.3 Avaliações da intensidade da doença .....	86
2.4 Avaliações do rendimento de grãos.....	87
3.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	87
Caracterização da antese .....	87
Relação entre anteras presas/soltas e presença de <i>Fusarium</i> <i>graminearum</i> .....	89
Diferenciação de cultivares/linhagem .....	91
CAPÍTULO IV .....	103



INTERAÇÕES ENTRE TEMPERATURA E DURAÇÃO DO MOLHAMENTO DAS ESPIGAS SOBRE A INTENSIDADE DA GIBERELA EM TRIGO .....	103
RESUMO .....	103
ABSTRACT .....	104
1 INTRODUÇÃO.....	105
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	107
2.1 Cultivo das plantas .....	107
2.2 Produção de inóculo .....	108
2.3 Inoculação .....	109
2.4 Incubação.....	109
2.5 Avaliações .....	110
2.6 Análise estatística .....	110
2.6.1 Efeito da temperatura na intensidade de giberela em espigas de trigo.....	110
2.6.2 Efeito da duração do molhamento das espigas na intensidade de giberela do trigo.....	111
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	112
4 CONCLUSÃO.....	121
CAPÍTULO V .....	122
VALIDAÇÃO DE UM SISTEMA DE AVISO PARA A GIBERELA DO TRIGO E TRITICALE.....	122
RESUMO .....	122
ABSTRACT .....	123
1 INTRODUÇÃO.....	123
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	125
2.1 Avaliações da doença .....	128
2.2 Processamento dos dados .....	129
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	131
4 CONCLUSÃO.....	137
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	138

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	140
APÊNDICE .....	152

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

- Figura 1. Mapa de risco de ocorrência de giberela em trigo na região sul do Brasil com espigamento em 15 de setembro para o intervalo de temperatura estudado A= $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<26^{\circ}\text{C}$ ; PIG – Probabilidade de Infecção de Giberela (%). .....46
- Figura 2. Mapas de risco de ocorrência de giberela em trigo na região sul do Brasil com espigamento em 25 de setembro para os dois intervalos de temperatura estudados A= $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<26^{\circ}\text{C}$ ; B=  $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<30^{\circ}\text{C}$ . PIG – Probabilidade de Infecção de Giberela (%). .....48
- Figura 3. Mapas de risco de ocorrência de giberela em trigo na região sul do Brasil com espigamento em 05 de outubro para os dois intervalos de temperatura estudados A=  $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<26^{\circ}\text{C}$ ; B=  $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<30^{\circ}\text{C}$ . PIG – Probabilidade de Infecção de Giberela (%). .....49
- Figura 4. Mapas de risco de ocorrência de giberela em trigo na região sul do Brasil com espigamento em 15 de outubro para os dois intervalos de temperatura estudados A= $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<26^{\circ}\text{C}$ ; B=  $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<30^{\circ}\text{C}$ . PIG – Probabilidade de Infecção de Giberela (%) .....50
- Figura 5. Mapas de risco de ocorrência de giberela em trigo na região sul do Brasil com espigamento em 25 de outubro para os dois intervalos de temperatura estudados A= $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<26^{\circ}\text{C}$ ; B=  $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<30^{\circ}\text{C}$ . PIG – Probabilidade de Infecção de Giberela (%). .....52
- Figura 6. Mapas de risco de ocorrência de giberela em trigo na região sul do Brasil com espigamento em 05 de novembro para os dois intervalos de temperatura estudados A= $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<26^{\circ}\text{C}$ ; B=  $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<30^{\circ}\text{C}$ . PIG – Probabilidade de Infecção de Giberela (%). .....53
- Figura 7. Mapas de risco de ocorrência de giberela em trigo na região sul do Brasil com espigamento em 15 de novembro para os dois intervalos de temperatura estudados A= $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<26^{\circ}\text{C}$ ; B=  $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<30^{\circ}\text{C}$ . PIG – Probabilidade de Infecção de Giberela (%). .....53
- Figura 8. Mapas de risco de ocorrência de giberela em trigo na região sul do Brasil com espigamento em 25 de novembro para os dois intervalos de temperatura estudados A= $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<26^{\circ}\text{C}$ ; B=  $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<30^{\circ}\text{C}$ . PIG – Probabilidade de Infecção de Giberela (%). .....54

### CAPÍTULO III

- Figura 1. Ilustração de anteras soltas em espiga de trigo.....89
- Figura 2. Ilustração de anteras presas em espigas de trigo .....89

Figura 3. Ilustração de anteras presas em espigas de cevada .....89

#### CAPÍTULO IV

Figura 1. Incidência da *Gibberella zeae* em espiguetas de trigo (y) submetidas à diferentes temperaturas [T °C (x)] no cultivar Trigo BR 23. As barras representam o erro padrão da média e a linha em negrito representa o modelo Beta - Generalizado. Passo Fundo, FAMV, 2006. .... 115

Figura 2. Incidência de *Gibberella zeae* em espiguetas de trigo (y) submetidas à diferentes períodos de molhamento [hm (x)] no cultivar Trigo BR 23. As barras representam o erro padrão da média e a linha em negrito representa o modelo de Gompertz. Passo Fundo, FAMV, 2006..... 115

Figura 3. Superfície de resposta da interação entre duração do molhamento das espigas [hm (y)] e a temperatura [T°C(x)] sobre a intensidade da giberela do trigo (Z) na cultivar BR 23, Passo Fundo, FAMV, 2006.116

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO II

Tabela 1. Resultados obtidos para PIG = Probabilidade de infecção por Giberela (%) para Passo Fundo, utilizando intervalo de temperatura <math> < 9^{\circ}\text{C} < /math> - <math> > 26^{\circ}\text{C} < /math>. Onde pb classifica intervalos de probabilidade de infecção para 1= 0-25%; 2= >25-50% e 3= >50% infecção .....	56
Tabela 2a. Percentual de anos (%) com baixa ( <b>B</b> = 0-25 % PIG, verde), média ( <b>M</b> = >25-50%PIG, amarelo) e alta ( <b>A</b> = >50% PIG, vermelho) probabilidade de infecção por giberela nas datas fixadas para espigamento. RDT acumula diariamente o residual de temperatura <math> < 9^{\circ}\text{C} < /math> e <math> > 26^{\circ}\text{C} < /math>, para máxima e mínima, respectivamente. Passo Fundo, 2008.....	63
Tabela 2b. Percentual de anos (%) com baixa ( <b>B</b> = 0-25 % PIG, verde), média ( <b>M</b> = >25-50%PIG, amarelo) e alta ( <b>A</b> = >50% PIG, vermelho) probabilidade de infecção por giberela nas datas fixadas para espigamento. RDT acumula diariamente o residual de temperatura <math> < 9^{\circ}\text{C} < /math> e <math> > 30^{\circ}\text{C} < /math>, para máxima e mínima, respectivamente. Passo Fundo, 2008.....	67
Tabela 3a. Probabilidades médias de ocorrência de giberela (%) para RDT = <math> > 9^{\circ}\text{C} < /math> e <math> < 26^{\circ}\text{C} < /math> (soma das probabilidades anuais por data de espigamento / pelo número de anos estudados). Passo Fundo, 2008...	71
Tabela 3b. Probabilidades médias de ocorrência de giberela (%) para RDT = <math> > 9^{\circ}\text{C} < /math> e <math> < 30^{\circ}\text{C} < /math> (soma das probabilidades anuais por data de espigamento / pelo número de anos estudados). Passo Fundo, 2008.....	73

### CAPÍTULO III

Tabela 1. Características dos genótipos de trigo estudados* .....	82
Tabela 2. Data de semeadura e das avaliações em 2005.....	82
Tabela 3. Data de semeadura e das avaliações em 2006.....	83
Tabela 4. Caracterização da antese em centeio, cevada, cultivares de trigo e triticale, quanto à duração (dias) em uma área de $1\text{m}^2$ , número de anteras presas e número de espiguetas por espiga. Passo Fundo, FAMV, 2005 .....	88

Tabela 5. Percentual de espiguetas com anteras presas em espiguetas gibereladas. Passo Fundo/RS- FAMV, 2005.....	91
Tabela 6. Coeficientes de correlação geral entre avaliação de doença no campo e anteras presas. Passo Fundo/RS- FAMV-UPF, 2005 .....	92
Tabela 7. Comprimento médio de anteras soltas em cultivares de trigo e centeio, incidência de Fusarium graminearum em anteras soltas e presas. Passo Fundo/RS- FAMV, 2005.....	94
Tabela 8. Efeito da época de semeadura e cultivar na incidência de giberela em espigas de trigo e triticales na safra 2005. Passo Fundo/RS- FAMV .....	94
Tabela 9. Efeito da época de semeadura e cultivar na severidade de giberela em trigo e triticales na safra 2005. Passo Fundo/RS- FAMV.....	96
Tabela 10. Efeito da época de semeadura e cultivar no índice de giberela em trigo e triticales na safra 2005. Passo Fundo/RS- FAMV.....	96
Tabela 11. Efeito da época de semeadura e cultivar no rendimento de grãos em trigo e triticales na safra 2005. Passo Fundo/RS- FAMV.....	97
Tabela 12. Efeito da época de semeadura e cultivar no peso específico (PH) de grãos em trigo e triticales na safra 2005. Passo Fundo/RS- FAMV .	97
Tabela 13. Efeito da época de semeadura e cultivar no peso de mil grãos (PMG) em trigo e triticales na safra 2005. Passo Fundo/RS-FAMV ....	98
Tabela 14. Efeito da época de semeadura e cultivar na incidência em espigas de giberela em trigo na safra 2006. Passo Fundo/RS- FAMV .....	98
Tabela 15. Efeito da época de semeadura e cultivar na severidade de giberela em trigo na safra 2006. Passo Fundo/RS- FAMV.....	99
Tabela 16. Efeito da época de semeadura e cultivar no índice de giberela em trigo na safra 2006. Passo Fundo/RS- FAMV .....	99
Tabela 17. Efeito da época de semeadura e cultivar no rendimento de grãos em trigo na safra 2006. Passo Fundo/RS- FAMV.....	100
Tabela 18. Efeito da época de semeadura e cultivar no peso específico (PH) de grãos em trigo na safra 2006. Passo Fundo/RS- FAMV .....	100
Tabela 19. Efeito da época de semeadura e cultivar no peso de mil grãos (PMG) em trigo na safra 2006. Passo Fundo/RS .....	101

#### CAPÍTULO IV

Tabela 1 – Interações entre temperaturas e duração do período de molhamento em espigas de trigo inoculadas na floração na incidência da giberela em espiguetas de trigo, cultivar BR 23. Passo Fundo, FAMV, 2006.....	117
---	-----

Tabela 2 – Interações entre temperatura (em intervalos de 2 °C) e duração do período de molhamento das espigas (hm) para causar diferentes valores diários de probabilidade de infecção (VDPI) de <i>Gibberella zeae</i> , em espiguetas de trigo. Passo Fundo, FAMV, 2006 .....	118
Tabela 3 – Interações entre temperatura (em intervalos de 3 °C) e duração do período de molhamento das espigas (hm) para causar diferentes valores diários de probabilidade de infecção (VDPI) de <i>Gibberella zeae</i> , em espiguetas de trigo. Passo Fundo, FAMV, 2006 .....	119
Tabela 4 – Interações entre temperatura (em intervalos de 4 °C) e duração do período de molhamento das espigas (hm) para causar diferentes valores diários de probabilidade de infecção (VDPI) de <i>Gibberella zeae</i> , em espiguetas de trigo. Passo Fundo, FAMV, 2006 .....	120
Tabela 5 – Interações entre temperatura (em intervalos de 5 °C) e duração do período de molhamento das espigas (hm) para causar diferentes valores diários de probabilidade de infecção (VDPI) de <i>Gibberella zeae</i> , em espiguetas de trigo. Passo Fundo, FAMV, 2006 .....	120

## CAPÍTULO V

Tabela 1. Data de semeadura e avaliações 2005 .....	129
Tabela 2. Data de semeadura e avaliações 2006 .....	129
Tabela 3 – Ocorrência de giberela em trigo e triticales em função de épocas de semeadura, de cultivares e da soma dos valores diários de infecção, Passo Fundo, FAMV, 2005 .....	134
Tabela 4 – Ocorrência de giberela em trigo em função de épocas de semeadura, cultivares e da soma dos valores diários de infecção, Passo Fundo, FAMV, 2006 .....	136

## CAPÍTULO I

# REGIÕES DE RISCO, CARACTERIZAÇÃO DA ANTESE EM CEREAIS DE INVERNO E SISTEMA DE ALERTA PARA A GIBERELA, EM TRIGO

Sandra Maria Zoldan<sup>1</sup> & Erlei Melo Reis<sup>2</sup>

## RESUMO

A giberela (*Gibberela zae* (Schw.) Petch (anamorfo = *Fusarium graminearum* Schwabe) tem sido apontada como uma das mais importantes doenças dos cereais de inverno, devido à ocorrência de epidemias severas nos últimos anos. É altamente dependente das condições climáticas para o seu estabelecimento, como maior frequência de chuvas durante a fase de florescimento e enchimento de grãos. Causa danos na produtividade e na qualidade dos grãos. O controle por meio de cultivares resistentes é difícil, pois a resistência genética presente nas cultivares é insuficiente quando as condições climáticas são muito favoráveis. Embora se disponha de fungicidas eficientes contra o fungo, existem problemas relacionados à aplicação no campo, como a cobertura insuficiente dos órgãos suscetíveis da planta, as anteras, o que afeta a eficiência. O problema é que face ao aumento da incidência e dos danos causados ainda não se dispõem de medidas de controle seguras de modo a garantir a minimização de danos por parte dos produtores. Sendo assim, este trabalho tem por objetivo considerando as variáveis meteorológicas: temperatura, umidade relativa, duração do molhamento e precipitação pluvial ocorridas no maior período de tempo que se tenham disponíveis esses

---

<sup>1</sup> Eng. Agrônoma, Bacharel em Ciências Econômicas, doutoranda do programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de concentração Fitopatologia - smzoldan@brturbo.com

<sup>2</sup> Orientador, Eng. Agr., Dr. Professor da FAMV/PPGAgro/UPF – erleireis@tpo.com.br



dados, identificar datas de espigamento do trigo e locais no sul do Brasil que ofereçam menores riscos a ocorrência de giberela permitindo gerar mapas de risco que permitam alertar aos produtores e técnicos a favorabilidade da doença em uma época e região. Identificar características morfológicas que podem auxiliar no melhoramento à giberela: duração da antese dos cereais, correlação da doença com a presença de anteras presas, comparar e avaliar os genótipos quanto a reação à doença, através do efeito nos componentes do rendimento, e quanto aos métodos de avaliação da doença, bem como avaliar o efeito de épocas de semeadura na ocorrência da doença. Através de interações entre duração de molhamento, temperatura e hospedeiro em estádio suscetível criar e validar um sistema de previsão para giberela, buscando identificar o melhor momento para tornar o controle efetivo e econômico.

Com a finalidade de identificar épocas de espigamento e regiões com favorabilidade a ocorrência de giberela em trigo na Região Sul do Brasil utilizou-se uma equação desenvolvida por Moschini & Fortugno (1996), que identifica os elementos meteorológicos que mais se correlacionam com a incidência da giberela em espigas de trigo. Calculou-se a Probabilidade de Infecção por Giberela (PIG) pelo processamento dos dados meteorológicos de 13 municípios dos estados do sul do Brasil: Júlio de Castilhos (25 anos), Passo Fundo (31 anos), Santa Rosa (17 anos), São Borja (30 anos), São Gabriel (28 anos) e Vacaria (17/18 anos), Campos Novos (30 anos), Chapecó (26 anos), Cascavel (15/16 anos), Cianorte (29/30 anos), Guarapuava (29 anos), Londrina (30 anos) e Palotina (31 anos). Os elementos meteorológicos foram processados num segmento de tempo iniciando oito dias antes da data do espigamento (50% das espigas emergidas) e terminando quando completado 30 dias. Obtidos os resultados da PIG de cada município agrupados por data de espigamento (05/08; 15/08; 25/08; 05/09; 15/09; 25/09; 05/10; 15/10; 25/10; 05/11; 15/11; 25/11) foram calculadas as frequências de ocorrência de giberela. Foram classificadas em baixa (0-25%), média (>25-50%) e alta infecção (>50%) e gerados os mapas de risco pela frequência média da doença para cada data em dois intervalos de temperatura. Mapas de zonas de risco constituem-se numa ferramenta a mais para a avaliação de condições climáticas favoráveis à ocorrência de epidemias. Fornecem também subsídios para a tomada de decisão para o controle de doenças da parte aérea. Concluiu-se que espigamentos entre 15/09 e

05/10 são os mais sujeitos as condições climáticas que predisõem a doença, assim como a região de Guarapuava, onde se detectou em várias épocas de espigamento altas PIG, deve ser monitorada e medidas de controle químico e cultural incrementadas.

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia e na área experimental da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo e no campo sob condições naturais de infecção na safra 2005 (5 épocas) e 2006 (4 épocas). Os resultados obtidos identificaram através da análise de correlação que a incidência final de giberela no campo apresenta alta correlação com o número de anteras presas presentes nos materiais. A importância das anteras presas no processo infeccioso foi verificada. O cultivar Pampeano e a linhagem CEP 0059 se destacaram por menos suscetibilidade, enquanto a cultivar CD 114 obteve o maior índice de doença. A quantificação da giberela foi melhor representada pela avaliação do índice do que por outros critérios fitopatométricos.

Em experimentos conduzidos em câmaras de crescimento com o cultivar suscetível de trigo BR 23 foram avaliadas as interações entre cinco temperaturas (10, 15, 20, 25 e 30°C) e onze períodos de molhamento das espigas (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 e 50 horas) sobre a intensidade da giberela. Cada temperatura constituiu um experimento e as horas de molhamento os tratamentos. Valores superiores a 90% de severidade da doença foram detectados a 25°C com 50 horas de molhamento. A 10°C, temperatura mínima estudada houve ocorrência da doença. As variações de intensidade da giberela do trigo pela temperatura, foram explicadas pelo modelo Beta generalizado, e pela duração do molhamento das espigas pelo modelo Gompertz. A intensidade da doença foi modelada em função da temperatura e da duração do molhamento das espigas. A equação resultante fornece uma descrição da resposta da intensidade da giberela e aos efeitos combinados de temperatura e de duração do molhamento. O modelo foi utilizado para elaborar tabelas de períodos críticos que serão utilizadas na validação de um modelo de previsão de giberela em trigo em experimentos conduzidos no campo. Para realizar a validação do sistema de aviso para giberela em trigo e triticale, o modelo obtido e o modelo Reis & Blum (2004) foram avaliados e comparados através de resultados obtidos na intensidade da giberela no campo em cinco genótipos de trigo e um cultivar de triticale nas safras de cultivo 2005 (5 épocas) e 2006 (6 épocas).

Partindo-se da data do início do florescimento e acompanhando a soma dos valores diário das infecções (SVDI) obtidas por cada modelo. Determinou-se que o modelo Reis & Blum (2004) como o melhor modelo e o valor de SVDPI igual a 2 como determinante para o alerta a ocorrência da doença e necessidade de medidas de controle. O sistema tem inicialmente a denominação de UPF-Scab-alerta.

**Palavras-chaves:** *Triticum aestivum*, *Gibberella zeae*, *Fusarium graminearum*, antese, cereais de inverno, mapas de risco.

**REGIONS OF RISK, CHARACTERIZATION  
OF SMALL GRAINS ANTHESIS AND WARNING  
SYSTEM FOR SCAB**

**ABSTRACT**

Scab or head blight (caused by *Gibberela zae* (Schw.) Petch (anamorph = *Fusarium graminearum* Schwabe), has been pointed out as one of most important diseases of small grains, due to the occurrence of severe epidemic in the latter years. Disease is highly dependent of climatic conditions for its establishment as the major factor the rain frequency since the beginning of flowering to grain filling. Head blight causes yield damage and reduces grain quality by the production of micotoxins which may cause toxicological problems when contaminated kernels are consumed.

Control through resistant cultivars is difficult to be obtained, and genetic resistance present in available cultivars are insufficient when climatic conditions are very favorable for disease onset. Although efficient fungicides are available to control the pathogen, there are problems related to the field application, as insufficient coverage of the susceptible plant organs, the caught anthers, what affects control efficiency. The actual problem is the increased disease incidence and the caused damage and the absence of safe control measures that guarantee to the growers the damage reduction. Hence the objectives of this work were:

considering the climatic factors: temperature, air relative humidity and rainfall occurred in the major number of years with available meteorological data, to identify the wheat flowering dates in regions in southern Brazil which show lower risks for scab occurrence as a control measure in the disease management allowing generate risk maps which help to warn the growers and agronomists on disease favorability in one time and region.

Identify morphological characteristics in the host plant which may be useful to help the breeding programs for scab resistance/tolerance: b) anthesis duration in small grains; c) relate disease onset with the

presence of caught anthers; d) compare and assess the cultivars reaction to the disease, through the effect on yield traits; e) compare disease assessment methods; f) and to evaluate the effect of flowering time on disease occurrence; g) through spike wet duration, temperature and susceptible host stage interactions create and validate a warning system for wheat scab, identify the best time for spraying fungicides to improve control efficiency and economy. With the goal to identify heading time and favorable regions for wheat scab occurrence in Southern Brazil an equation developed by Moschini & Fortugno (1996), that identifies the climatic factors related to scab incidence in wheat spikes was used. It was calculated the Likelihood for Scab Infection (PIG) through the analysis of meteorological data from 13 counties in the states in southern Brazil: Júlio de Castilhos (25 years), Passo Fundo (31 years), Santa Rosa (17 years), São Borja (30 years), São Gabriel (28 years) e Vacaria (17/18 years), Campos Novos (30 years), Chapecó (26 years), Cascavel (15/16 years), Cianorte (29/30 years), Guarapuava (29 years), Londrina (30 years) and Palotina (31 years). The meteorological elements processed at a time segment beginning eight days before heading date (50% emerged heads) and ending when 30 days are completed. After calculating PIG for each county grouped by heading date (05/08; 15/08; 25/08; 05/09; 15/09; 25/09; 05/10; 15/10; 25/10; 05/11; 15/11; 25/11) frequency of scab occurrence were calculated. PIG was classified as low (0-25%), medium (>25-50%) and high (>50%) and risk maps generated by the mean of disease frequency for each date in two temperature intervals. Zones of risk maps are added useful tools to evaluate the climatic conditions favorable for wheat scab epidemics. They are also useful for decision making for the chemical control of above ground plant diseases. It may be concluded that the heading date of among 15/09 and 05/10 are the period of the highest risk, as well for Guarapuava region, where was detected in several heading times high PIG, should be monitored and cultural and chemical control measures implemented. Experiments were carried out in the Laboratório de Fitopatologia and in the experimental field of Faculdade de Agronomia and Medicina Veterinária of Universidade de Passo Fundo/RS during the winter seasons of 2005 (5 seeding times) and 2006 (4 seeding times). Results showed through correlation analysis that the final scab incidence, in the field, is related with the number of caught anthers per spike. In this work the importance of caught

anthers in the infectious process was confirmed. Cultivar Pampeano and the line CEP – 59 showed the lowest susceptibility disease index, while cultivar CD 114 the highest index. Among the pathometric methods used to assess scab intensity the best was through the disease index. In experiments conducted in growth chamber with wheat cultivar BR 23 scab susceptible, the interactions between five temperatures (10, 15, 20, 25 e 30°C) and eleven periods of head wetting (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 e 50 hours) on scab intensity were assessed. Each temperature was assessed in an individual experiment an hour of wetting the treatments. Disease severity values superior to 90% were detected at 25°C with 50 hour of wetting. Even at 10°C, minimum tested temperature, there was disease occurrence. Variation in wheat scab intensity by the temperature, were explained by the Beta generalized, and head wetting period by Gompertz model. Disease intensity was modeled in function of temperature and head wetting durations. The resulting equation showed a precise description of the scab intensity answer to the combined effects of temperature and wetting duration. The model was used to make tables of critical periods which were used to validate the warning model for what scab in field experiments.

To validate the warning system for wheat and triticale, the Zoldan (2008) model and Reis & Blum (2204) were assessed and compared through the data of scab intensity in five wheat genotypes and one of triticale in 2005 growing season (five seeding times) and 2006 (six seeding times).

From the date of flowering beginning and following the daily values of likelihood infection the sum was obtained for each model (SVDPI).

It was concluded that the Reis & Blum (2004) was the best model and the SVDPI  $\geq$  to 2 as the determinant value for warning disease occurrence and the need for control measures implementation. The system is proposed to be called UPF-Scab-alerta.

**Key words:** *Triticum aestivum*, *Gibberella zeae*, *Fusarium graminearum*, anthesis, small grains, risk maps.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil consome atualmente aproximadamente 10 milhões de toneladas de grãos de trigo (*Triticum aestivum* L.), das quais, na média dos últimos 10 anos, apenas 40% foram produzidas no País. A área cultivada é cerca de 1,8 milhões de hectares concentrados nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul (CONAB, 2007). A estimativa de produtividade para a safra 2007/2008 fica em torno de 1.800 kg/há, aproximadamente 50% abaixo do potencial produtivo da cultura que pode ultrapassar a 3.500 kg/ha. Nesses estados do Brasil, a variabilidade climática é expressiva em razão da distribuição e da quantidade de precipitação pluvial, principalmente, nos meses de setembro e outubro, o que favorece o desenvolvimento de doenças, sendo um dos principais motivos para restrição do rendimento da cultura.

Entre essas doenças está a giberela ou fusariose da espiga do trigo, uma das mais importantes doenças da cultura no mundo atualmente. A doença é altamente dependente das condições climáticas para o seu estabelecimento, como precipitação pluvial que propicie mais de 48 horas de molhamento na fase de floração do trigo. Frequentes epidemias têm sido observadas nos últimos anos em diversas regiões do mundo, causando danos na produtividade e na qualidade dos grãos (PARRY et al., 1995; McMULLEN et al., 1997).

No Brasil, o patossistema tem sido estudado há mais de três décadas, e estudos recentes indicam que a doença, que se apresentava na forma de epidemias leves e esporádicas, alcançou a posição de doença importante nas regiões tritícolas do Sul do Brasil,

causando impactos econômicos (REIS et al., 1996a; PANISSON et al., 2003). Danos de até 25,9% ocasionados por giberela em trigo na safra de 2000 foram quantificados por Panisson et al. (2003).

Além de causar impacto na produção, a ocorrência de giberela envolve questões de segurança alimentar da população humana e animal, consumidora de produtos derivados de trigo, uma vez que o fungo produz micotoxinas que podem acarretar implicações toxicológicas quando consumidas.

No Brasil e no mundo, o principal patógeno associado à giberela do trigo é o fungo *Gibberela zae* (Schw.) Petch (anamorfo = *Fusarium graminearum* Schwabe), embora outras espécies sejam importantes em algumas regiões, como *Fusarium culmorum* (W.G. Smith) Sacc. e *Gibberella avenacea* Cook (anamorfo = *Fusarium avenaceum* (Corda ex Fries) (BOTTALICO & PERRONE, 2002). Em estudos recentes Angelotti et al. (2006), identificaram apenas *F. graminearum* como principal agente de giberela em trigo no sul do Brasil.

O controle através de cultivares resistentes é dificultado, pois a resistência genética presente nas cultivares é insuficiente quando as condições climáticas são muito favoráveis. Sob situações de alto risco, em ambiente favorável no florescimento, e levando em consideração fatores econômicos, a aplicação de fungicidas pode ser uma alternativa no controle da doença. Porém, embora se disponha de fungicidas eficientes contra o fungo, existem problemas relacionados à aplicação no campo, como a cobertura insuficiente dos órgãos suscetíveis da planta, as anteras, o que afeta a eficiência do controle. Ainda, o incremento dos custos de produção com aplicações



seqüenciais de fungicidas a partir da floração é outro fator limitante, uma vez que estas protegeriam mais eficientemente a cultura, já que a janela suscetível pode se estender por um período relativamente longo até o enchimento dos grãos (DEL PONTE, 2007).

Devido à dificuldade no controle da doença um sistema racional para a previsão da epidemia de giberela tem sido vislumbrado por muitos como uma ferramenta de utilidade para agricultores e agentes de extensão no sentido de apoiar a tomada de decisão no controle da doença com fungicidas ou mesmo para se conhecer antecipadamente a contaminação dos lotes com micotoxinas, principalmente a DON (Desoxinivalenol), no momento anterior à colheita (MOSCHINI & FORTUGNO, 1996; VARGAS et al., 2000).

O problema é que face ao aumento da incidência e dos danos causados ainda não se dispõem de medidas de controle seguras de modo a garantir a minimização de danos por parte dos produtores. Sendo assim, este trabalho tem por objetivo criar e validar um sistema de previsão para giberela, buscando identificar o melhor momento para tornar o controle químico efetivo e econômico. Caracterizar cultivares que apresentam diferentes graus de suscetibilidade ou tolerância ao patógeno, bem como considerando as variáveis meteorológicas: temperatura, umidade relativa, duração do molhamento e precipitação pluvial ocorridas no maior período de tempo que se tenham disponíveis esses dados, identificar datas de espigamento do trigo e locais no sul do Brasil que ofereçam menores riscos a ocorrência de giberela, como medida de controle no manejo da doença, permitindo gerar mapas de risco que possibilitem alertar

aos produtores e técnicos a favorabilidade da doença em uma época e região.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Ocorrência**

A giberela ocorre em todas as regiões do mundo, onde são cultivados cereais. É uma das mais importantes doenças dos cereais nos Estados Unidos (STACK, 1999), no Canadá (FERNANDO, 1999) e a segunda doença em importância na China (WEIZHONG, 1999). Esta doença é observada com mais frequência nas regiões tritícolas de clima quente, úmido e semi-úmido, principalmente onde as precipitações pluviais são elevadas e a duração do molhamento das anteras superior a 48 horas durante a floração (ANDERSEN, 1948; REIS et al., 1995 e PARRY et al. 1995). A ocorrência desta doença no Brasil limita-se principalmente aos estados da Região Sul, onde as precipitações pluviais são frequentes durante a época de floração do trigo. Causa prejuízos em todas as regiões do mundo onde se cultiva trigo e as condições climáticas são favoráveis ao desenvolvimento da doença. No Brasil, em trigo, foi relatada, até recentemente, causando prejuízos esporádicos, como nas safras de 1957, 1975 e 1982. Nos últimos anos, passou a ocorrer em níveis epidêmicos e tornou-se um problema mais preocupante nas safras de trigo no Sul do Brasil, principalmente no estado do Rio Grande do Sul. As epidemias mais recentes de giberela foram registradas em 1997, 1998, 2000 e 2002,

anos de elevada precipitação pluvial (LIMA, 2004), assim como em 2005 (informação pessoal) e 2007 (ATENÇÃO, 2007).

## 2.2 Danos

Os danos causados pela giberela não são apenas quantitativos, mas também qualitativos principalmente devido à produção de toxinas (REIS, 1988; BAI & SHANER, 1994; PARRY et al., 1995). Entre as toxinas que podem ser produzidas pelas diferentes espécies de *Fusarium*, as principais são deoxinivalenol, zearalenone e nivalenol. Martinelli et al, 2004 analisando as micotoxinas produzidas pelo fungo em soja e trigo indicaram que a maioria dos isolados brasileiros produz nivalenol, como a principal toxina dos tricotecenos, ao invés de deoxinivalenol.

A giberela pode ser uma doença altamente devastadora quando a floração do trigo coincidir com clima quente e úmido (WIESE, 1987; McMULLEN et al. 1995). Na Argentina Moschini & Fortugo (1996) registraram danos de 5 a 30 %. Os danos no rendimento de grãos, quantificados na Região Sul do Brasil de 1984 a 1994, foram, na média, 5,41% (REIS et al., 1996a). A partir da década de 90, com a adoção e difusão do sistema plantio direto em grandes áreas cultivadas, a giberela aumentou de intensidade, não somente no trigo, como em aveia (*Avena sativa* L.), em cevada (*Hordeum vulgare* L.) e em triticales (*Triticum secalotricum* Meister) (PANISSON, 2001; REIS et al., 2001). Na Argentina, no Canadá e nos Estados Unidos, fato semelhante foi observado, tanto em cereais de inverno como em milho (*Zea mays* L.), possivelmente em função do sistema plantio

direto (PARRY et al., 1995; McMULLEN et al., 1997), pois os restos culturais infectados, mantidos na superfície do solo, favorecem os processos de esporulação, disseminação e inoculação do patógeno.

Panisson et al. (2003) quantificaram o dano médio em sete cultivares de trigo na safra do ano 2000 que resultaram em  $640 \text{ kg.ha}^{-1}$  ou 17,5%. Os danos encontrados nesta safra foram três vezes superiores aos obtidos por Reis et al. (1996a). Salientando-se que o trabalho conduzido por esses últimos autores foi feito antes da generalização do sistema plantio direto. O aumento da intensidade e dos danos da giberela constatados no Brasil confirma os relatos de Parry et al. (1995) e McMullen et al. (1997), que observaram aumento da frequência e da intensidade devido a manutenção dos restos culturais sobre o solo. Em experimentos realizados por Casa et al. (2004), nas safras 2001 e 2002 a incidência média de espigas gibereladas se aproximou a 60%, demonstrando que o clima nas duas safras foi favorável à giberela. Nos diferentes cultivares avaliados durante a safra agrícola 2001 a porcentagem de espigas gibereladas variou de 43 a 79,5%, com valor médio de 58,2%. O dano na redução do rendimento médio de grãos foi de  $394,4 \text{ kg.ha}^{-1}$ , correspondendo a 13,4% ou a 6,57 sacos de trigo/ha. O dano foi variável dependendo do cultivar e das condições de cultivo. Na safra de 2002 a porcentagem de espigas gibereladas variou de 46 a 84,7%, com média de 61,4%. O dano na redução do rendimento médio de grãos foi de  $356,2 \text{ kg.ha}^{-1}$ , correspondendo a 11,6% ou a 5,94 sacos de trigo/ha. Telles Neto (2004), quantificou danos de até 49,6%, na safra 2002 em Passo Fundo. Os danos diretos ocasionados por giberela resultam do abortamento de flores ou da formação de grãos chochos, enrugados,

ásperos, de coloração rósea a esbranquiçada (LIMA, 2004). Sementes infectadas apresentam qualidade inferior em relação ao poder germinativo e vigor.

### 2.3 Etiologia

O agente causal da giberela é o fungo *Gibberella zeae* (Schw) Petch. (anamorfo = *Fusarium graminearum* Schwabe). É um parasita necrotrófico, que pode colonizar outros órgãos da planta além das espigas (REIS, 1988). Seus requerimentos nutricionais são simples, sobrevivendo em restos de culturas.

São relatadas duas populações naturais de *Fusarium*, chamadas de Grupos ecológicos I e II, sendo que as populações do Grupo I não formam peritécios quando em meio de cultura e são patogênicos às raízes e à coroa do trigo. Este, portanto, está associado a podridões radiculares e é heterotático (REIS, 1988) sendo recentemente denominado como uma nova espécie *Fusarium pseudograminearum* sp. nov. (AOKI & O'DONELL, 1999). As populações do Grupo II, facilmente formam peritécios em meio de cultura e são isolados de órgãos aéreos, como por exemplo, em espigas de trigo e colmos de milho. São homotáticos e formam peritécios em meio de cultura água-ágar sobre folhas de cravo. São essencialmente patogênicos a órgãos aéreos e fotossintéticos. Apesar dos dois grupos poderem existir na mesma área, um normalmente é o predominante.

Em estudos recentes Angelotti, et al. (2006) identificaram apenas *F. graminearum* como principal agente de giberela em trigo no sul do Brasil.

Quando *F. graminearum* desenvolve-se em meio de cultura apresenta colônias com coloração variável, cinza, rosa ou castanho, porém em batata-dextrose-ágar são rosa-avermelhadas com micélio aéreo castanho-amarelado. Produz fiálides laterais curtas de 3,5-4,5 x 10-14 µm, os conídios são alantóides medindo 2,5-5 x 35-63 µm comumente com 3 a 7 septos, sendo que estes apresentam uma célula-pé bem característica. Os clamidosporos são globosos medindo de 10-12 µm de diâmetro simples ou em cadeia (BOOTH, 1971). Na forma teleomórfica formam-se peritécios sobre as glumas das espigas do trigo e nos restos culturais de hospedeiros suscetíveis. Os peritécios são superficiais, gregários e de coloração púrpura-escura a preto, formando-se a partir de um estroma incospícuo, e que apresenta forma ovóide, papilado, com diâmetro de 150-350 µm. Suas ascas são clavadas de 8-11 x 60-85 µm contendo 8 ascosporos hialinos. Os ascosporos medem de 3-5 x 17-25 µm, apresentado 0 a 4 septos (BOOTH, 1971).

## **2.4 Hospedeiros**

Existe uma ampla gama de hospedeiros do fungo *G. zaeae*. As principais espécies de expressão econômica, suscetíveis ao patógeno são: trigo, triticales, cevada, aveia, centeio, azevém, arroz,

milho, trevo, alfafa, batata-doce e sorgo. Muitas gramíneas nativas também são hospedeiras (WIESE, 1987; REIS, 1988).

Martinelli et al. (2004), observaram que plântulas de soja cultivadas em solo infestado com macroconídios de *G. zae* desenvolveram pequenas lesões necróticas na coroa e na parte superior das raízes. Vagens inoculadas com o patógeno desenvolveram lesões necróticas marrom-escuro grandes (> 1 cm) enquanto vagens jovens inoculadas com o fungo secaram e caíram da planta.

## **2.5 Fontes de inóculo**

### *2.5.1 Sementes*

Devido à colonização das espigas, o fungo parasita também os grãos em formação. As sementes infectadas em geral são leves e chochas e eliminadas durante a colheita e o beneficiamento (REIS, 1988).

As sementes infectadas não são importantes fontes de inóculo (REIS et al., 1995) para a infecção das espigas de trigo, porém constituem fonte de inóculo para a podridão comum de raízes.

### *2.5.2 Restos culturais*

As fontes de inóculo mais importantes para a infecção das espigas de trigo são os peritécios formados sobre restos culturais de inúmeros substratos na superfície do solo. Desse modo, são

favorecidas a sobrevivência do patógeno, a liberação do inóculo e a inoculação (REIS, 1988).

O fungo *G. zae* é um parasita necrotrófico com habilidade de competição saprofítica. Por isso, os restos culturais de hospedeiros suscetíveis cultivados ou gramíneas naturais hospedeiras são as principais fontes de inóculo do patógeno. Bai & Shaner (1994), salientam que é nestes tecidos que o fungo sobrevive durante o inverno. No Brasil, peritécios de *G. zae* foram encontrados em restos culturais de soja (FERNANDEZ & FERNANDES, 1990) e *F. graminearum* incidente nas sementes desta cultura (YUYAMA & HENNING, 1999). Neste sentido, é possível que, nos locais onde se pratica intensamente o plantio direto, a pressão de inóculo seja mais elevada do que em plantios convencionais, o que explicaria, também, a presença constante de inóculo aéreo, mesmo em locais distantes de lavouras de trigo (DEL PONTE et al., 2004).

## **2.6 Sobrevivência**

Sobreviver é manter a viabilidade na ausência do hospedeiro. O agente causal da giberela necessita manter-se viável no período compreendido desde a colheita do trigo até a floração do cultivo do ano seguinte. Por ser um fungo saprofítico e com baixos requerimentos nutricionais, sobrevive com facilidade em restos culturais de diferentes culturas (REIS et al. 1995). O fungo coloniza saprofiticamente inúmeros substratos formando peritécios.

O fungo sobrevive nas sementes e nos restos culturais de inúmeras gramíneas e em uma ampla gama de hospedeiros, desde



espécies de expressão econômica, como também muitas gramíneas nativas e plantas invasoras, o que favorece a continuidade do seu ciclo de vida (WIESE, 1987; REIS, 1988). A sobrevivência do patógeno em diversos hospedeiros, assim como a facilidade de dispersão dos ascosporos, que são transportados à longa distância pelo vento, faz com que a giberela não seja eficientemente controlada pela rotação de culturas (ZAMBOLIM et al., 2000).

Diversas são as evidências de que tanto ascosporos como macroconídios são produzidos nos resíduos da superfície, sendo freqüentemente recuperados nas espigas e no ambiente acima do dossel da cultura, bem como em grande altitude (MARKELL & FRANCL, 2003). Isolamentos de *Fusarium* spp. de folhas de trigo indicaram que os propágulos do fungo têm a capacidade de sobreviver saprofiticamente sobre estas, sendo assim mais facilmente elevados para as espigas sob a ação da chuva (ALI & FRANCL, 2001).

## **2.7 Produção e liberação do inóculo**

A liberação dos ascosporos dos peritécios é regulada pela hidratação do peritécio pela água (SUTTON, 1982). Após a liberação, os ascosporos são disseminados pelo vento e terminando por serem depositados nas anteras os órgãos suscetíveis à infecção, através de várias observações conduzidas a campo que demonstraram que a temperatura para a descarga destes está entre 11 e 23°C, ficando um ótimo em 16°C (REIS, 1988). A temperatura ótima para formação de ascosporos situou-se entre 25 e 28 °C (SUTTON, 1982).

Em um estudo conduzido no Estado de Michigan, EUA, peritécios não foram encontrados em resíduos de milho ou trigo até que as temperaturas estivessem em elevação, levando a supor que *G. zea* sobrevive como micélio nos resíduos e não na forma de peritécio. Peritécios maduros não foram detectados até meados de maio, sendo normalmente encontrados em meados de junho, coincidindo com o florescimento do trigo (TRAIL et al., 1997). No entanto em um estudo de flutuação de peritécios em 272 amostras de resíduos de milho e trigo, coletadas em três anos, foi observado que temperaturas abaixo de 9 °C foram limitantes à formação de peritécio de *G. zea*. Duas variáveis de temperatura média em dois períodos, de sete dias anteriores à coleta e de 11 a 17 dias anteriores, explicaram 50% da variação na proporção de peritécios maduros. Não foi observada correlação significativa com variáveis de umidade relativa (ANDRIES et al., 2000). Estes resultados traçaram um paralelo com as condições de laboratório, onde foi observado um ciclo de duas semanas de desenvolvimento e maturação de peritécios (TRAIL et al., 1998). No Brasil peritécios são formados o ano todo (REIS, 1988).

Um decréscimo na taxa de produção de peritécios, correlacionado com períodos de seis dias consecutivos de temperatura média inferior a 7 °C, foi observado em um estudo conduzido em Ohio, EUA (DUFAULT et al., 2002a). No entanto, no mesmo estudo foi verificado um incremento nesta taxa em temperaturas superiores a 15 °C. Períodos prolongados de molhamento estiveram associados com o aumento na taxa de produção de peritécios nos três anos do estudo. Em ambiente controlado, os mesmos autores, estudando a interação entre temperatura e molhamento no número de peritécios

produzidos sobre colmos de milho, observaram que a formação de peritécios ocorreu nas temperaturas de 15 a 25 °C e umidade relativa do ar acima de 40%. Peritécios não foram formados na temperatura de 30 °C ou sob condições de umidade relativa abaixo de 40%. O número de peritécios aumentou linearmente com o aumento da umidade relativa do ar (DUFAULT et al., 2002b).

O conhecimento dos fatores que governam a aerobiologia de esporos pode ser de grande utilidade para elucidar os processos e os mecanismos que favorecem a dispersão dos propágulos seja a curtas ou a longas distâncias (DEL PONTE et al., 2004).

Na literatura, tem-se observado maior número de estudos acerca da liberação e dispersão de ascósporos (ATANASOFF, 1920) do que de macroconídios (ROSSI et al., 2002). Este último tem sua liberação e dispersão promovida principalmente pela ação da chuva e do vento (SUTTON, 1982).

Markell & Francl (2003) quantificaram a relação ascosporos e macroconídios em 2:1. No Brasil, Reis (1988) havia observado uma relação de 9,8:0,2, e recentemente Panisson et al. (2002) observaram que esta relação modificou para 9:1, sugerindo que a diferença pode ter sido devido à proximidade dos coletores das espigas e maior detecção dos macroconídios em dias chuvosos.

Del Ponte et al. (2005) estudaram alguns aspectos que influenciam a densidade de inóculo aéreo em Passo Fundo/RS. Armadilhas caça-esporos foram instaladas ao lado de parcelas experimentais de trigo com coletas realizadas durante o período da noite e do dia, por 45 dias nos meses de setembro a outubro de 2003, coincidindo com o florescimento do trigo. Os autores observaram uma

predominância de deposição de inóculo aéreo no período da noite. Ocorrência de chuva e umidade relativa média diária superior a 90% estiveram fortemente associados com picos de concentração de inóculo aéreo.

## 2.8 Disseminação

O fungo, *G. zae* produz dois tipos de propágulos, os conídios e os ascósporos (REIS, 1988; PARRY et al., 1995). Os esporos estão presentes no ar durante todo o ano desde que existam restos culturais de hospedeiros sobre o solo. A liberação dos ascósporos dos peritécios pode ocorrer durante o dia ou à noite, dependendo da hidratação dos peritécios por água de orvalho ou de chuva. A curta distância a disseminação dos macroconídios de *F. graminearum* é realizada através do respingo da chuva e em tempo seco não ocorre disseminação pelo vento ficando estes cimentados ao substrato. A longa distância os ascósporos são transportados pelo vento, que é o principal mecanismo de dispersão de *G. zae* (REIS, 1988). A população de ascósporos presentes no ar é um indicador do potencial da doença no campo (BAI & SHANER, 1994; FRANCL, 1998), desde que existam condições favoráveis para a infecção.

O aumento na densidade de inóculo no ar deve estar relacionado com a manutenção dos restos culturais na superfície do solo devido ao sistema de plantio direto e com o aumento da área cultivada de milho no sul do Brasil. Desta forma as epidemias podem ser previstas somente com prognósticos de períodos prolongados de

molhamento das espigas durante o estágio de suscetibilidade, já que a densidade de propágulos no ar é elevada.

## 2.9 Sítios de infecção e deposição

Desde os estudos conduzidos por Atanasoff (1920), existe um consenso de que a giberela é uma doença que ocorre no florescimento, com pico de suscetibilidade no momento da extrusão das anteras. Reis et al. (1996b) sugeriram que as anteras desempenham importante papel epidemiológico, uma vez que foi observada maior correlação da incidência da doença em espigas com anteras presas, sendo este valor duas vezes superior em relação às espigas com anteras soltas.

O principal sítio de infecção são as anteras (principalmente as presas). Trabalhos de Strange et al. (1974) identificaram o efeito estimulante *in vitro* das substâncias colina e betaína, encontradas em maior quantidade nas anteras do que em qualquer outra parte da planta, ao crescimento do fungo em cultura.

Quanto à posição na espiga ocorrem três tipos de anteras: (a) as soltas, que ficam expostas pendentes externamente pelo filete; quando visíveis diz-se que o trigo está em floração, (b) as presas, que são aquelas que permanecem aprisionadas entre as extremidades apicais das glumas sem o filete visível; apenas permanece visível a extremidade apical da antera como um ponto branco e (c) as internas que permanecem no interior das glumas. Panisson et al. (2002), quantificando a importância relativa das anteras soltas e presas no processo infeccioso da giberela em trigo, em Passo Fundo/RS, no ano

2000, concluíram que no estágio de floração plena a infecção foi de 11,8% nas anteras soltas e de 24,3% nas anteras presas.

### *2.9.1 Condições ambientais para infecção*

De ocorrência generalizada no mundo, é observada causando danos nas regiões tritícolas onde o clima é úmido e quente, com precipitações pluviais elevadas (acima de 48 horas de molhamento) na fase de floração do trigo (ANDERSEN, 1948; SUTTON, 1982; REIS, 1990). Entretanto, o fungo pode crescer em ampla gama de temperaturas. Nenhum crescimento do fungo foi observado em temperaturas de 4 e 36 °C, um crescimento lento foi observado de 8 °C a 32 °C e crescimento rápido de 12 °C e 28 °C (BAI & SHANER, 1996). Tem sido demonstrado que a umidade e a temperatura são os principais fatores que influenciam a ocorrência e a severidade de epidemias de giberela, sendo que a temperatura ótima para infecção situa-se entre 20 e 30 °C (ANDERSEN, 1948; SUTTON, 1982).

O período de incubação, ou seja, o tempo para o aparecimento dos sintomas, diminui com o aumento da concentração de esporos, aumento da temperatura e molhamento (SUTTON, 1982). Shaner (2003) discutiu que é comum a manutenção das plantas em um ambiente saturado de umidade por 72 h contínuas para promoção da infecção sob condições artificiais, embora na natureza isso raramente ocorra. No entanto, epidemias severas têm sido freqüentes, provavelmente devido à ocorrência de períodos intermitentes de molhamento por vários dias. Andersen (1948) verificou que o

molhamento não teve que ser necessariamente contínuo para promover a infecção.

ANDERSEN (1948) mostrou que quando a antese ocorre a 15°C, mesmo com 72 horas de molhamento foliar, a incidência se próxima a 0%, quando a temperatura for de 20°C neste período com a mesma duração do período de molhamento a incidência pode chegar a 80%, e a 25°C a 95%.

## **2.10 Colonização**

O fungo *G. zae* coloniza os principais componentes da espiga: partes florais, glumas, grãos e ráquis (REIS, 1988). É uma doença de infecção floral na qual os esporos transportados pelo vento depositam-se sobre as flores masculinas do trigo – as anteras - e posteriormente infectando as espiguetas, causando o aborto ou impedindo o desenvolvimento normal dos grãos (WIESE, 1987; BAI & SHANER 1994; PARRY et al. 1995). Strange & Smith (1971), observaram que as plantas são resistentes antes da floração e que com a remoção precoce das anteras (emasculação) a intensidade da doença reduz drasticamente.

Os ascosporos dispersos pelo ar depositam-se sobre as anteras, germinam, colonizam e atingem o ovário. Quando depositados sobre as glumas antes da extrusão das anteras podem permanecer viáveis sobre estas ficando a espera das anteras para que possam germinar e penetrar (REIS, 1988). Em condições climáticas quentes e úmidas pode ocorrer a formação abundante de micélio sobre

as espiguetas podendo atingir espiguetas adjacentes (BAI & SHANER, 1994).

### **2.11 Sintomas**

Quando a colonização for lenta, os grãos podem se desenvolver, mostrando sintomas de enrugados, chochos, ásperos e róseos. As espiguetas infectadas perdem a clorofila tornando-se esbranquiçadas ou de cor palha e as ariscas ficam arrepiadas. Em condições de alta umidade e calor ocorre a formação de macroconídios e as espiguetas tornam-se rosadas especialmente na base e nas bordas das glumas. Neste caso, a colonização pode atingir a ráquis e estender-se por toda a espiga (WIESE, 1987; REIS, 1988; REIS et al., 1995).

Os sintomas iniciais em alguns genótipos, ocasionalmente, podem ser observados pela cor marrom-escuro na gluma. Em genótipos de trigos múticos (espigas sem aristas) ou com aristas apicais, a giberela é caracterizada pela descoloração de espiguetas. Em genótipos muito suscetíveis ou em anos em que as condições de ambiente são muito favoráveis ao desenvolvimento da doença, toda a espiga pode ser afetada, pedúnculo inclusive, que adquire coloração amarronzada. Quando as primeiras espiguetas afetadas se localizam na porção inferior da espiga, o pedúnculo, geralmente, também apresenta os sintomas de giberela. O tamanho do grão afetado varia em função do estágio de desenvolvimento em que a espiguetta foi infectada pelo patógeno. Em condições favoráveis, estruturas do patógeno são facilmente visualizadas a olho nu. Algumas espiguetas afetadas de



espigas ainda verdes apresentam coloração salmão, em decorrência da produção de macroconídios de *F. graminearum* essa coloração geralmente permanece até o fim do ciclo da planta de trigo. Outros sinais do patógeno também podem ser observados nas espigas secas, pela formação de pontuações escuras, que são os peritécios de *G. zeae* (LIMA, 2004).

## **2.12 Medidas de Controle**

### *2.12.1 Rotação de culturas*

A prática da rotação de culturas é menos agressiva ao ambiente, contribuindo para a sustentabilidade ecológica da agricultura e viabilizando o plantio direto (REIS et al., 2004).

Sob o ponto de vista fitotécnico, a rotação de culturas se constitui na alternância regular de diferentes culturas em uma mesma área. Essa troca deve ser efetuada de acordo com um planejamento adequado, no qual devem ser considerados diversos fatores, entre eles a cultura predominante na região, em torno da qual será programada a rotação, além dos fatores de ambiente que influirão nas culturas escolhidas para integrarem o sistema (SANTOS et al., 1993).

Sob o ponto de vista fitopatológico, rotação de culturas consiste em plantar a mesma espécie vegetal numa lavoura onde não estejam presentes seus restos culturais (fonte de inóculo). Cultivam-se espécies alternativas e não hospedeiras dos mesmos patógenos-alvo do controle na mesma estação de cultivo (REIS et al., 2001). Por outro lado, a monocultura consiste no cultivo da mesma espécie vegetal, na

mesma área ou lavoura, todos os anos, sobre os seus restos culturais (REIS et al., 2004).

O princípio de controle envolvido na rotação de culturas é a supressão ou eliminação do substrato apropriado para o patógeno. A ausência da planta cultivada anual (inclusive plantas voluntárias e os restos culturais) leva à erradicação total ou parcial dos patógenos necrotóficos que dela são nutricionalmente dependentes. A eliminação dos resíduos culturais, durante a rotação de culturas, é devido à sua decomposição pelos microrganismos do solo (REIS & FORCELINI, 1995).

Em relação à giberela em trigo, a rotação de culturas com gramíneas hospedeiras tem sido considerada um fator que contribuiu para o aumento do risco de epidemias. Um estudo de três anos conduzido em parcelas de trigo no Estado de Minnesota, EUA, indicou que a incidência de giberela foi mais alta em rotações de trigo com milho e menor no sistema soja com trigo, levando a hipótese de que o milho, além de ser hospedeiro de *G. zea*, apresenta maior volume de resíduo e menor velocidade de decomposição, aumentando o risco da doença (DILL-MACKY & JONES, 2000).

Ahmed et al. (2002), estudando a rotação de culturas em sistema de plantio direto observaram, com resultados preliminares, que a incidência de giberela foi maior em cultivos sobre resíduos de ervilha, canola, trigo e aveia respectivamente. A severidade da doença foi mais alta nas parcelas de trigo sobre resíduos de canola. De maneira geral, o índice de giberela  $[(\text{incidência} \times \text{severidade}) / 100]$  e o percentual de grãos giberelados foram mais altos na rotação canola-trigo. Embora os resultados não sejam conclusivos para se afirmar o

maior risco de giberela em rotações de trigo com canola e ervilha, culturas não hospedeiras, os autores hipotetizam que os resíduos destas culturas podem favorecer a produção de peritécios, o que necessita de maior investigação.

O fungo *G. zae* apresenta numerosos hospedeiros, sendo dezenas de espécies de importância econômica, gramíneas nativas e plantas daninhas (WIESE, 1987; REIS, 1990b) e esta característica anula o efeito erradicante da rotação de culturas, pois a capacidade de colonizar plantas daninhas ou plantas nativas, geralmente abundantes na lavoura, assegura a presença deste patógeno na área de cultivo. Além disso, apresenta ascósporos pequenos, secos, que podem ser transportados a longas distâncias pelo vento.

Tal informação sugere que práticas individuais de manejo cultural adotadas por um agricultor, podem não apresentar impacto na redução do risco de giberela, quando as condições são favoráveis à epidemia, em lavouras localizadas em uma região com grande concentração de resíduos e hospedeiros alternativos.

Reis (1990b) afirmou ser a rotação de culturas uma medida pouco prática para o controle da doença, devido a abundância de inóculo na Região Sul do Brasil. No entanto, tem sido evidenciado que plantios de trigo sobre resíduo de milho são um fator de risco que favorece maior incidência da doença (DILL-MACKY & JONES, 2000).

Panisson et al. (2002), observando a flutuação diária de *G. zae*, verificaram que o número de propágulos detectado foi superior em 4,5 (1999) e 9 (2000) vezes aos estudos da década de 80 (REIS, 1988), informando que a manutenção de resíduos na superfície do solo

pela ampla adoção do sistema de plantio direto, tenham contribuído para uma maior pressão de inóculo. Entretanto, Almeida (2006) estudando formas de manejo em plantio direto observou que em anos de epidemia de giberela, o fator preponderante para ocorrer maior incidência da doença e conseqüentes maiores teores de micotoxinas, foi a condição climática no momento do espigamento das plantas e não a quantidade ou origem de palha da cultura antecessora. Os resultados indicaram que a diminuição da quantidade da palha de milho em plantio direto, seja por meio de rotação e sucessão de culturas ou por meio de degradação da palha de milho, não diminuiu a ocorrência de giberela e a quantidade das micotoxinas produzidas nas culturas do milho, da cevada e do trigo em nível de campo.

#### *2.12.2 Época de semeadura*

O escalonamento de semeadura dentro da época indicada pela pesquisa, seja em nível de região ou de propriedade, visando diferentes datas de floração é uma importante medida de prevenção da giberela em cereais de inverno. Tanto a ocorrência como a intensidade da doença dependem das condições climáticas favoráveis durante o período de suscetibilidade, ou seja, desde a antese até o estágio de grão em massa mole. Semeaduras antecipadas possibilitam às plantas atingirem o período de maior suscetibilidade sob condições menos favoráveis ao desenvolvimento da doença (temperatura inferior a 20°C). A disponibilidade de cultivares tolerantes à geada possibilitaria a exploração desta prática para evitar a doença (REIS, 1988). Lavouras com datas de floração com diferenças de poucos dias são

suficientes para determinar a ocorrência ou não de epidemia de giberela, estratégia esta de adoção imediata e de baixo custo, sendo necessário somente um trabalho de conscientização, convencimento e planejamento dos agricultores. Ao adotarem a estratégia de escalonamento de semeadura, os agricultores também estariam diluindo risco de danos por geada em estádios mais suscetíveis da cultura, de perdas por chuvas na colheita, que causam principalmente germinação de espiga e perdas qualitativas, bem como otimizando a utilização de maquinários e mão-de-obra (ALMEIDA, 2006).

#### *2.12.3 Profundidade de semeadura*

Com o intuito de proporcionar a rápida emergência das plântulas, o efetivo estabelecimento da cultura e indiretamente uma floração uniforme das plantas a deposição da semente deve ficar a uma profundidade padronizada entre dois a cinco centímetros, pois a desuniformidade da antese aparece como um dos principais fatores envolvidos com a baixa eficiência dos fungicidas (PANISSON et al. 2003).

#### *2.12.4 Melhoramento genético*

O melhoramento de plantas visando a resistência a giberela em trigo é complexo. As resistências são descritas em cinco diferentes tipos. A resistência Tipo I é definida como resistência à infecção inicial; Tipo II, resistência à colonização subsequente ao tecido após a infecção; Tipo III, resistência expressa no próprio grão;

Tipo IV, resistência ao acúmulo de micotoxinas; e Tipo V, tolerância de rendimento. É possível que existam outros tipos ainda não identificados. Cada um desses tipos aparenta estar sob o controle de vários genes (LIMA & FERNANDES, 2000). Além desses tipos de resistência que são de natureza fisiológica, há muitas outras características herdáveis que podem direta ou indiretamente afetar o risco de a planta ser exposta ao patógeno. Essas características, como tipo de espiga, fenologia, anteras presas, estatura e ciclo de planta, entre outras características, foram relacionadas à suscetibilidade a giberela (OSÓRIO et al., 1998; LIMA & FERNANDES, 2000). Existe resistência a giberela em alguns genótipos desenvolvidos no Sul do Brasil, todavia desconhece-se o tipo de resistência presente individualmente nos cultivares criados. Atualmente, as pesquisas na Embrapa Trigo estão sendo concentradas em estudos relacionados aos três primeiros tipos de resistência (LIMA & FERNANDES, 2000). Progresso significativo tem sido obtido no desenvolvimento de cultivares moderadamente resistentes (MR) que se encontram entre as cultivares de trigo recomendadas para a região sul.

#### *2.12.5 Proteção química dos sítios de infecção*

Das doenças do trigo, a giberela é a que apresenta as maiores dificuldades de controle devido a esporadicidade de sua ocorrência, longo período de suscetibilidade das espigas (a partir do espigamento até a fase final de enchimento de grãos) e dificuldade do fungicida em atingir os sítios de infecção, as anteras. Panisson et al. (2002) demonstraram através de aplicação de fungicida em plena

floração que o controle médio obtido pelos tratamentos foi de 67% em relação à severidade e o incremento de grãos de 32%, justificando economicamente a aplicação de fungicidas para o controle da doença.

A pesquisa continua a buscar fungicidas que sejam mais efetivos para o controle da giberela. Alguns fungicidas têm eficácia de aproximadamente 90% ou mais, embora em anos muito chuvosos no florescimento a eficácia pode diminuir. Além de controlar a giberela há controle de doenças foliares o que resulta em menor perda de produção (MESTERHÁZY et al, 2003). A aplicação racional de fungicidas deve ser baseada no monitoramento e previsão de condições climáticas que são decisivas para a ocorrência da doença.

Para a Região Sul os produtos e doses indicados para o controle da giberela para safra 2007 se encontram no site: [http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo/Indicacoes\\_trigo-triticales2007.pdf](http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo/Indicacoes_trigo-triticales2007.pdf)

## **2.13 Sistemas de previsão**

### *2.13.1 Infecção e período crítico (PC)*

A pedra fundamental da maioria dos sistemas de previsão de doenças é o conhecimento do período crítico (PC), que é um período de tempo (horas) identificável durante o qual as condições são favoráveis à infecção. Corresponde ao número de horas em que os sítios de infecção devem permanecer continuamente molhados (período de molhamento = hm), a uma dada temperatura ( $T$  °C), para que se completem os subprocessos de germinação dos esporos, de

penetração e de estabelecimento do parasitismo (REIS & WORDELL FILHO, 2004a). Portanto a infecção é diretamente influenciada pela duração do molhamento (hm) e da temperatura, já a colonização é influenciada, sobretudo, pela temperatura (ZADOKS & SCHEIN, 1979). Deve ser discutida ainda a importância da interação entre temperatura e o número de horas requeridas de molhamento diário para completar-se o processo infeccioso. O período crítico será mais curto quando a temperatura for ótima ao crescimento do patógeno. O processo infeccioso é bloqueado pela morte do tubo germinativo quando o molhamento cessar antes de completar-se a penetração. Grande número de esporos perde a viabilidade porque o período crítico não é satisfeito, sendo curto e, por isso, não possibilitando que o processo infeccioso seja completado.

Conforme Reis & Wordell Filho (2004a), a duração do molhamento contínuo e a temperatura requerida durante esse período para que ocorra a infecção variam entre os diferentes patógenos.

Dados obtidos em câmaras de crescimento fornecem uma idéia do que possivelmente ocorre no campo, mas podem não simular com exatidão o desenvolvimento da doença na natureza. Assim, da mesma forma que um modelo é uma representação simplificada da realidade, o ambiente controlado é uma representação simplificada do ambiente de cultivo (Rotem, 1988 apud CARDOSO, 2006).

Fazendo-se o monitoramento das variáveis meteorológicas é possível identificar períodos de condições favoráveis às doenças, permitindo o estabelecimento dos momentos mais apropriados a aplicações de fungicidas. Desta maneira, pode-se obter informações sobre quando as pulverizações devem ser iniciadas e o intervalo que



elas devem ser feitas ou ainda, se devem ser feitas com a mesma frequência em todas as épocas do ano (CAMPBELL & MADDEN, 1990).

Qualquer modelo que preveja o início ou o desenvolvimento futuro de uma doença a partir de informações acerca do clima, hospedeiro ou patógeno pode ser considerado um modelo de previsão de doença. Este conceito é amplo o suficiente para nele serem incluídos desde sofisticados programas de computador até simples regras que relacionem, por exemplo, infecção com horas de molhamento foliar (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1995). Os sistemas de previsão de doenças, também denominados de modelos “preditivos” ou “previsores”, têm por objetivo reduzir o número de aplicações de fungicidas e, portanto, reduzir o efeito negativo dos produtos químicos ao homem e ao ambiente. A previsão não visa necessariamente reduzir o número de aplicações, mas sim torná-las mais eficientes, diminuir o risco de dano econômico causado pela doença e aumentar a renda do agricultor pela racionalização do número de aplicações de fungicidas (REIS & WORDELL FILHO, 2004b).

Os previsores de doenças prevêm o início (infecção) ou o aumento da intensidade da doença baseando-se em informações relativas ao clima, à cultura ou ao patógeno. Muitos dos previsores em uso não prevêm se as interpretações são baseadas na identificação de infecções passadas ou em condições ambientais que as favoreceram. Como muitas das decisões são baseadas em efeitos já ocorridos ou, na melhor hipótese, nas condições climáticas presentes têm sido sugerido que o termo “previsor” não seja correto. Por isso Zadoks (1984)

sugere o termo “sistema de aviso” ou de “alarme da doença” em substituição a “previsor”, entretanto, Madden & Ellis apud REIS & WORDELL FILHO (2004b), consideram que todos os sistemas prevêm o aumento geral da doença baseando-se em componentes do ciclo da doença já ocorridos.

Para o desenvolvimento de um sistema de previsão citam-se dois métodos: a) fundamental: desenvolvidos por meio de dados obtidos experimentalmente em condições controladas, avaliam o efeito da temperatura e a duração do molhamento sobre a infecção descrevendo um ou mais aspectos da interação patógeno-hospedeiro-ambiente; b) empírico: desenvolvidos a partir da coleta e análise de dados históricos de registro da doença e condições ambientais em um local determinado (MOSCHINI, 2003).

Na validação de um sistema de previsão sugere-se realizar previamente o monitoramento do patógeno a fim de comprovar a sua presença no momento da previsão e se é possível assumir, posteriormente, que o inóculo estará presente. Estando presente o hospedeiro (h) e o patógeno (P), a ocorrência de infecções (doença) dependerá do fator ambiente (A). Os sistemas de previsão baseados no clima fundamentam-se no fato de que, estando presentes “h” e “P” e sendo satisfeito “A”, deverá ocorrer à doença manifestada pela presença dos sintomas findo o período latente. Esse modelo requer a quantificação dos elementos meteorológicos componentes do período crítico, ou seja, a duração do período de molhamento contínuo dos tecidos suscetíveis e a temperatura média nesse período (REIS & WORDELL FILHO, 2004b).

Segundo Reis & Wordell Filho (2004b), o previsor deve ser baseado em dados biológicos e climáticos confiáveis e ser validado na região na qual será utilizado. Quanto mais simples for o sistema, maior será a probabilidade de ser aceito e utilizado pelos produtores. O previsor deve ser desenvolvido para uma doença que tenha ocorrência esporádica, por exemplo, que seja dependente de chuvas e que cause danos econômicos na cultura. Se a doença não causar danos econômicos ou se é possível assumir a sua ocorrência anual ou cíclica, um previsor será de pouco valor. O sistema deve ser aplicado a uma doença para a qual estão disponíveis métodos efetivos de manejo, como, o uso de fungicidas eficientes.

Vários sistemas de alerta ou de previsão de doenças de plantas utilizam a duração do período de molhamento, entre outras variáveis, para estabelecer os níveis de severidade de doenças, exemplos como do míldio da videira [*Plasmopara viticola* (Berk e Curt) Berl e de Toni], da requeima da batata [*Phytophthora infestans* (Mont) De Bary], da sarna da macieira [*Venturia inaequalis* (Cooke) Winter], entre outros, estão descritos em Barreto et al. (2004) e Reis & Bresolin (2004).

### 3.13.2 *Sistemas de previsão para giberela (Gibberella zeae (Schw.) Petch)*

Um sistema racional para a previsão da epidemia de giberela tem sido vislumbrado por muitos como uma ferramenta de utilidade para agricultores e agentes de extensão no sentido de apoiar a tomada de decisão no controle da doença com fungicidas ou mesmo para se conhecer antecipadamente a contaminação dos lotes com

micotoxinas, principalmente a DON (Desoxinivalenol), no momento anterior à colheita (MOSCHINI & FORTUGNO, 1996; VARGAS et al., 2000).

Tem-se verificado um crescente interesse no desenvolvimento de modelos para a previsão do risco de epidemia de giberela, em diversos países do mundo, principalmente a partir da metade da década de 90. A natureza esporádica da doença, fortemente associada a eventos climáticos, torna o patossistema possível de ser modelado matematicamente (DEL PONTE et al., 2004).

Reis & Blum (2004), desenvolveram um modelo climático para previsão de giberela em trigo, tendo como base os dados de Andersen (1948), aonde constam os valores das interações entre quatro temperaturas e seis tempos de duração do período de molhamento das espigas sobre a incidência da doença em espiguetas de trigo. O modelo representa o efeito conjunto desses componentes na infecção de espiguetas de trigo, gerando uma superfície resposta da intensidade da doença em função dos dois elementos climáticos. Este modelo está sendo validado no campo, em Passo Fundo sob condições naturais de infecção.

Na Embrapa Trigo em colaboração com a Universidade Federal de Pelotas e a Universidade de Passo Fundo o modelo Gibsim. O Gibsim pode ser conectado ao simulador de crescimento do trigo – SimTrigo (FERNANDES & PAVAN, 2002) ou rodar independentemente partindo-se da informação da data de início de espigamento. O modelo atual é um melhoramento de um modelo preliminar que simulava a extrusão das anteras no afilho principal de plantas de trigo (VARGAS et al., 2000). O modelo Gibsim apresenta-

se como uma ferramenta útil para o manejo racional da doença. O acompanhamento diário do índice acumulado de infecções, antes da expressão dos sintomas, pode balizar a tomada de decisão de aplicação de fungicidas em função do risco de dano econômico. Além disso, previsões meteorológicas de até três dias, mais acuradas do que aquelas de médio prazo podem indicar o controle antes de um evento de infecção, dependendo do seu impacto no índice acumulado, de forma que o fungicida possa agir de forma preventiva. De outra forma, após eventos de infecção, fungicidas aplicados previamente ao aparecimento dos sintomas, poderiam melhorar a eficiência do controle (DEL PONTE et al, 2004). Uma outra utilidade do modelo seria na confecção de mapas regionais de risco de giberela construídos a partir da interpolação do índice gerado por uma rede de estações meteorológicas, partindo-se de uma data de espigamento ou florescimento e acompanhando-se a evolução diária das infecções. Validações do modelo estão sendo conduzidas para verificar sua adequação para outros locais, além de sua eficiência na indicação da necessidade e momento de controle, comparando-se os resultados obtidos com a testemunha e a recomendação atual (DEL PONTE et al, 2004).

Em Ohio nos Estados Unidos, um grupo de epidemiologistas vem reunindo esforços para o desenvolvimento e validação de modelos empíricos de previsão do risco de giberela (DE WOLF et al., 2003). Através da análise de dados de ocorrência de giberela em três grandes regiões produtoras de trigo, entre os anos de 1982 a 1999, totalizando 50 casos (locais x anos), foram identificados os períodos climáticos críticos para o desenvolvimento de um modelo

logístico para a previsão do risco (baixo, moderado ou alto) de ocorrência de uma epidemia (incidência acima de 10%). Dois modelos foram obtidos:

a) Modelo I: utiliza a duração da precipitação pluvial em horas e o número de horas em que a temperatura se manteve entre 15 e 30 °C nos sete dias anteriores ao florescimento. Este modelo demonstrou acerto em 76% em classificar os casos como não epidêmicos e 56% de acerto na classificação como epidêmicos.

b) Modelo II: utiliza como variáveis 1) o número de horas de temperatura entre 15 e 30 °C nos sete dias anteriores ao florescimento e 2) número de horas de umidade relativa do ar acima de 90% sob temperatura entre 15 e 30 °C, nos dez dias posteriores ao florescimento. Este modelo demonstrou acerto de 83% na classificação dos casos como epidêmicos.

Esses dois modelos iniciais foram validados em diferentes locais naquele país. De maneira geral, os modelos demonstraram maior acerto na estimativa do risco regional, do que em comparações diretas com dados de campos individuais. Neste último, uma validação mostrou que a acurácia foi reduzida nos casos de lavouras com maior concentração de resíduos de milho na superfície bem como naqueles casos de cultivares mais suscetíveis. A partir destas observações, os autores sugeriram que deviam ser considerados esses efeitos nos futuros ajustes do modelo (DE WOLF et al., 2002).

Instituições americanas desenvolveram programas do modelo de forma que pudessem ser acessados na Internet, visualizando-se o resultado na forma de um mapa da região com as

classes de risco por área de abrangência da estação climática (DEL PONTE, 2004).

Na Universidade da Pensilvânia, os modelos de previsão do risco de giberela são disponibilizados em um sistema na Internet na forma de mapas de risco que cobre 23 estados americanos, o qual substitui os sistemas anteriores aplicados em cada estado ou região produtora. No sistema, o usuário escolhe a data de florescimento e o modelo a ser rodado, se para trigo de primavera ou de inverno, bem como se foi cultivado sobre resíduos de milho. Na seqüência o mapa é gerado mostrando o risco de epidemia, de acordo com os parâmetros escolhidos, em uma escala de cores para o estado selecionado, podendo se visualizar as observações climáticas e parâmetros do modelo para cada estação terrestre de forma interativa no sistema (DEL PONTE, 2004). O modelo é acessado no endereço: <http://www.wheatcab.psu.edu/>

Moschini & Fortugno (1996), pesquisadores do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária da Argentina, identificaram as variáveis ambientais associados com valores de incidência de giberela do trigo. A relação foi quantificada através de equações, ajustadas com os valores médios anuais de incidência de doença computadas a partir de observações em cultivares de trigo, agrupadas por similaridade de data de espigamento. Nessas, considerou-se o número de períodos de dois dias de chuva que ocorreram entre oito dias anteriores ao espigamento (50% de espigas emergidas) até o dia em que se acumularam 530 graus dias (26 a 32 dias), tais como: dois dias consecutivos com precipitação > 0,2mm e umidade relativa > 81% no dia primeiro dia e  $\geq 78\%$  no segundo dia; dois dias de precipitação e

umidade relativa média acima de 83% em ambos os dias. Outra variável acumula diariamente o residual de temperatura  $> 26\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $< 9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , para máxima e mínima, respectivamente. O maior número de períodos de precipitação aumenta a incidência enquanto que o residual de temperaturas extremas diminui a incidência. Esse modelo preditivo foi validado e ajustado para o norte da região pampeana (MOSCHINI et al., 2001).

Moschini et al. (2002) estimaram o progresso do índice de giberela  $[(\% \text{ incidência} \times \% \text{ severidade})/(100)]$  ao longo do período crítico para infecção do trigo, através de um sistema com base meteorológica que combina elementos derivados dos enfoques fundamental e empírico. Definiram-se as relações entre severidade e doença e as durações do molhamento e temperatura (enfoque fundamental) e entre o substrato diário disponível para o patógeno (espigas com anteras) e um fator de acumulação térmica. Estabeleceram-se regras de equivalência entre as durações de molhamento observadas em ambiente controlado com as estimadas a partir dos registros diários de precipitação e umidade relativa das estações meteorológicas convencionais.

Revisão recente sobre alguns modelos de previsão de giberela pode ser encontrada em Del Ponte et al. (2004).



## CAPÍTULO II

### ZONEAMENTO DE OCORRÊNCIA DA GIBERELA EM TRIGO, NO SUL DO BRASIL

Sandra Maria Zoldan<sup>1</sup>, Erlei Melo Reis<sup>2</sup> & Gilberto Rocca da Cunha<sup>3</sup>

#### RESUMO

Com a finalidade de identificar épocas de espigamento e regiões com favorabilidade a ocorrência da giberela em trigo na Região Sul do Brasil utilizou-se uma equação desenvolvida por Moschini & Fortugno (1996), que identifica os elementos meteorológicos que mais se correlacionam com a incidência da giberela em espigas de trigo. Calculou-se a Probabilidade de Infecção por Giberela - PIG (%) =  $20,37 + 8,63 * NPC - 0,49 * RDT$ . A variável NPC (número de períodos críticos) corresponde a dois dias consecutivos com precipitação pluvial  $\geq 0,2\text{mm}$  e umidade relativa  $> 81\%$  no primeiro dia e  $\geq 78\%$  no segundo dia e a outra RDT (residual diário de temperatura) acumula diariamente o residual de temperatura  $> 26\text{ }^\circ\text{C}$  e  $< 9\text{ }^\circ\text{C}$  ou  $>$

---

<sup>1</sup> Eng. Agrônoma, Bacharel em Ciências Econômica, Mestre em Fitopatologia, doutoranda do programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de concentração Fitopatologia - smzoldan@brturbo.com.br

<sup>2</sup> Orientador, Eng. Agr., Dr. Professor da FAMV/PPGAgro/UPF – erleireis@tpo.com.br

<sup>3</sup> Pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, professor de Bioclimatologia Vegetal do PPGAgro, e-mail: cunha@cnpt.embrapa.br

30°C e < 9°C para a máxima e a mínima, respectivamente. Foram processados os dados meteorológicos de 13 municípios dos estados do sul do Brasil: Júlio de Castilhos (25 anos), Passo Fundo (31 anos), Santa Rosa (17 anos), São Borja (30 anos), São Gabriel (28 anos), Vacaria (17/18 anos), Campos Novos (30 anos), Chapecó (26 anos), Cascavel (15/16 anos), Cianorte (29/30 anos), Guarapuava (29 anos), Londrina (30 anos) e Palotina (31 anos). Os elementos meteorológicos foram processados num segmento de tempo iniciando oito dias antes da data do espigamento (50% das espigas emergidas) e terminando quando completado 30 dias. Obtidos os resultados da FIG de cada município agrupados por data de espigamento (05/08; 15/08; 25/08; 05/09; 15/09; 25/09; 05/10; 15/10; 25/10; 05/11; 15/11; 25/11) foram calculadas as frequências de ocorrência da giberela. Foram classificadas em baixa (0-25%), média (>25-50%) e alta infecção (>50%) e gerados os mapas de risco pela frequência média da doença para cada data nos dois intervalos de temperatura. Concluiu-se que espigamentos entre 15/09 e 05/10 são os mais sujeitos as condições climáticas que predispõem a doença, assim como a região de Guarapuava, onde se detectou em várias épocas de espigamento altas FIG, deve ser monitorada e medidas de controle químico e cultural implementadas.

**Palavras-chave:** Mapas de zonas de risco, *Triticum aestivum*, probabilidade de infecção, *Gibberella zeae*.

## ZONATION OF WHEAT SCAB OCCURRENCE IN SOUTHERN BRAZIL

### ABSTRACT

An equation of Moschini & Fortugno (1996) was used to identify heading time and favorable regions for head blight occurrence in Southern Brazil. The equation identifies the meteorological elements that most relate to disease incidence in wheat spikes. It was calculated the Likelihood for Scab Infection (PIG) -  $PIG (\%) = 20,37 + 8,63 * NPC - 0,49 * RDT$ . The variable NPC (number of critical periods) corresponds to two consecutive days with rainfall  $\geq 0,2$ mm and relative humidity  $> 81\%$  in the first day and  $\geq 78\%$  in the second one and the other RDT (Residual daily temperature) daily sum the residual temperature  $> 26$  °C and  $< 9$  °C or  $> 30$ °C and  $< 9$ °C for maximum and minimum temperatures respectively. Meteorological data from 13 counties in the southern states of Brazil: Júlio de Castilhos (25 years), Passo Fundo (31 years), Santa Rosa (17 years), São Borja (30 years), São Gabriel (28 years) e Vacaria (17/18 years), Campos Novos (30 years), Chapecó (26 years), Cascavel (15/16 years), Cianorte (29/30 years), Guarapuava (29 years), Londrina (30 years) and Palotina (31 years) were processed. Meteorological elements were processed in a second segment of time beginning eight days before the heading date (50% emerged spikes) and ending when completed thirty days. After calculating the PIG for each county grouped for heading date (05/08; 15/08; 25/08; 05/09; 15/09; 25/09; 05/10; 15/10; 25/10; 05/11; 15/11; 25/11), frequencies of scab occurrence were calculated. The regions were classified in low (0-25%), medium (>25-50%) and high infections (>50%) and generated the risk maps by the mean disease frequency for each date in the two temperature intervals. It may be concluded that the heading date of among 15/09 and 05/10 are the period of the highest risk, as well for Guarapuava, where high PIG was detected in several heading times. Special care should be taken related to disease monitoring and implementation of chemical and cultural practices for disease control.

**Key words:** Zone risk maps, *Triticum aestivum*, infection likelihood, *Gibberella zeae*.

## 1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma cultura de grande importância econômica no Brasil, com consumo nacional de pouco mais de dez milhões de toneladas de grãos. A área cultivada com o cereal na safra 2006 foi próxima a 1,75 milhões de hectares, com uma produção de 2,23 milhões de toneladas de grãos. Portanto, a necessidade de importação é equivalente a 7,6 milhões de toneladas de grãos de trigo (Conab, 2007).

Cerca de 90% da área cultivada e da produção de trigo no Brasil está localizada nos estados do Paraná, do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Nesses estados, a variabilidade climática é muito expressiva, tornando a produção tritícola uma atividade de risco e fazendo com que o decréscimo da produção e da produtividade de trigo seja objeto de questionamento de grande número de investigadores. A produtividade média obtida na safra 2006 nos estados do Sul do Brasil foi de 1.213 kg.ha<sup>-1</sup> (Conab,2007) o que ocorreu devido a adversidades climáticas (geadas tardias) e doenças.

Entre as doenças pode-se citar a giberela causada por *Gibberella zeae* (Schw.) Petch, comum em regiões de clima úmido, como ocorre na América do Sul. Entre os cereais de inverno, o trigo, a cevada e a aveia são as culturas mais atacadas por esse patógeno.

De ocorrência generalizada e esporádica no mundo, a giberela é observada causando danos nas regiões tritícolas onde o clima é úmido e quente, com precipitações pluviais elevadas (acima de 48 horas de molhamento) na fase de floração do trigo (ANDERSEN, 1948; SUTTON, 1982; REIS, 1990). Entretanto, o

fungo pode crescer em ampla gama de temperaturas, sendo que a temperatura ótima para infecção e desenvolvimento da doença é 25°C (ANDERSEN, 1948).

Segundo Lima (2002), em anos mais secos, como 1999, ano de ocorrência do fenômeno La Niña, a giberela não foi problema para os cereais de inverno. O mesmo não ocorreu no ano de El Niño, 2000, no qual as condições climáticas de temperatura e de precipitação acima da média foram extremamente favoráveis à ocorrência da doença. Como a giberela ocorre a partir da floração, que, na Região Sul, concentra-se na estação da primavera, pode-se dizer que nos anos de primaveras mais chuvosas, com temperaturas mais elevadas, são anos de epidemias de giberela e anos de primaveras frias e mais secas são anos de pouca ocorrência de giberela. Conforme o mesmo autor as epidemias mais recentes ocorreram em 1997, 1998 e 2000, anos de elevada precipitação após o início da floração assim como nas safras de 2005 (FERNANDES & MACIEL, 2006) e 2007 quando a giberela foi considerada uma das principais doenças do trigo no sul do Brasil (ATENÇÃO, 2007).

Moschini & Fortugno (1996), identificaram elementos ambientais associados aos valores de incidência de giberela do trigo. A relação foi quantificada por meio de equações, ajustadas com os valores médios anuais de incidência de doença, computadas a partir de observações em cultivares de trigo, agrupadas por similaridade de data de espigamento. Nessas equações, consideraram o número de períodos de dois dias de chuva que ocorreram entre oito dias anteriores ao espigamento (50 % de espigas emergidas) até o dia em que se acumularam 530 graus dia (26-32 dias), tais como: dois dias

consecutivos com precipitação  $> 0,2$  mm e umidade relativa  $> 81\%$  no dia primeiro dia e  $\geq 78\%$  no segundo dia, e o acumulo diário do residual de temperatura  $> 26$  °C e  $< 9$  °C, para máxima e mínima, respectivamente. O maior número de períodos críticos aumenta a incidência de giberela, enquanto que o residual de temperaturas extremas diminuiu a incidência. Esse modelo de previsão foi validado e ajustado para o norte da região pampeana da Argentina alterando-se o intervalo de temperatura para  $> 30^{\circ}\text{C}$  e  $< 9^{\circ}\text{C}$  (MOSCHINI et al., 2001).

Mapas de zonas de risco são utilizados na agricultura para definir zoneamento agroclimático, indicando épocas ou regiões mais favoráveis para o plantio. No caso de doenças de plantas, os mapas de zonas de risco acoplados a modelos de simulação, podem ser úteis para indicar áreas geográficas mais propensas e também épocas mais favoráveis à ocorrência de doenças de plantas. Além disso, podem ser utilizados para análise histórica da ocorrência de epidemias, para análise da possível distribuição geográfica de uma nova doença e, desde que utilizados adequadamente, podem servir como suporte para sistemas de alerta fitossanitários (CANTERI, 2004).

Com auxílio da equação proposta por Moschini & Fortugno (1996), este trabalho teve por objetivos identificar datas de espigamento e locais no Sul do Brasil que ofereçam menores risco a ocorrência de giberela em trigo, como medida de manejo da doença, via escape, bem como gerar mapas de risco que permitam alertar aos produtores e técnicos sobre a favorabilidade da doença em uma época e região.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF) durante os anos de 2006 e 2007. Foram obtidos dados meteorológicos diários de precipitação pluvial, umidade relativa (UR), temperatura máxima e mínima do ar durante períodos superiores a dezesseis anos, em estações meteorológicas de treze municípios da Região Sul do Brasil, cujos dados encontravam-se disponíveis: Rio Grande do Sul (rede de estações da FEPAGRO/RS e INMET) - Júlio de Castilhos (25 anos), Passo Fundo (31 anos), Santa Rosa (17 anos), São Borja (30 anos), São Gabriel (28 anos) e Vacaria (17/18 anos); Santa Catarina (rede de estações da EPAGRI) - Campos Novos (30 anos), Chapecó (26 anos); Paraná (rede de estações do IAPAR) - Cascavel (15/16 anos), Cianorte (29/30 anos), Guarapuava (29 anos), Londrina (30 anos) e Palotina (31 anos).

A probabilidade de infecção por giberela foi estimada pela equação desenvolvida por Moschini & Fortugno (1996):

$$\text{PIG (\%)} = 20,37 + 8,63 * \text{NPC} - 0,49 * \text{RDT} \quad (1)$$

Sendo, PIG a probabilidade de infecção por giberela; NPC o número de períodos críticos de molhamento e RDT o residual de temperatura. O maior número de períodos de críticos aumenta a incidência de giberela, enquanto que o residual de temperaturas extremas diminuiu a incidência.

Os dados foram processados fixando-se decêndios para o espigamento do trigo a partir de 05/08 até 25/11. As variáveis meteorológicas foram processadas para um segmento de tempo iniciando oito dias antes da data do espigamento (50% da espigas emergidas) pré-fixadas (05/08; 15/08; 25/08; 05/09; 15/09; 25/09; 05/10; 15/10; 25/10; 05/11; 15/11; 25/11) e terminando quando completados 30 dias consecutivos. O NPC para a infecção por giberela correspondeu a dois dias consecutivos com precipitação  $\geq 0,2$  mm e umidade relativa  $> 81\%$  no primeiro dia e  $\geq 78\%$  no segundo dia. O RDT acumulou diariamente o residual de temperatura do ar  $> 26$  °C e  $< 9$  °C, para máxima e mínima, respectivamente, conforme equação (2). A PIG também foi calculada considerando-se para o RDT a temperatura máxima do ar  $> 30$  °C (3) de acordo Moschini & Fortugno (2001), os quais encontraram melhor ajuste do modelo para regiões de temperatura média do ar mais elevada. Os valores de probabilidade de infecção foram calculados e posteriormente classificados em frequência de ocorrência para cada local. As frequências determinaram o número de anos (%) com probabilidade de ocorrência de giberela baixa (PIG = 0-25% ou pb= 1), média (PIG = >25-50% ou pb=2) e alta (PIG = >50%ou pb =3).

$$RDT = (\sum \{(MaxT) - 26\} + (9 - MinT)) \quad (2)$$

$$RDT = (\sum \{(MaxT) - 30\} + (9 - MinT)) \quad (3)$$

Os mapas de risco foram gerados a partir da frequência média de ocorrência da doença para cada data de espigamento dos anos estudados. Para a obtenção dos mapas as médias de PIG de cada local e data de espigamento foram relacionadas aos fatores climáticos:



latitude, longitude e altitude. Utilizando-se o processo passo a passo ou “stepwise” foram definidos os melhores modelos que representavam essa relação significativa. Com os modelos escolhidos usou-se o software Spring para gerar os mapas sobre uma grade de pontos espaçados em 820m x 820m. Desta forma, o modelo estimou a frequência de ocorrência de giberela para cada pixel (820m x 820m).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A dificuldade em conseguir séries de dados meteorológicos completos dificultou a realização deste estudo. Na maioria das estações meteorológicas do estado do Rio Grande do Sul não há informação horária de umidade relativa, sendo que, em muitos casos, estes dados estão disponíveis apenas em anos recentes.

Na safra 2005 no Rio Grande do Sul, especialmente, no Planalto Médio foram relatados problemas em lavouras de trigo com prejuízos em quantidade de colheita superior a 50%, causados, principalmente, por danos qualitativos e quantitativos, envolvendo grãos "giberelados", grãos mal-formados, grãos com diminuição de peso do hectolitro, entre outros danos (FERNANDES & MACIEL, 2006).

Assim como em 2005, em 2007, as precipitações pluviais acima da normal, registradas no final do mês de setembro e metade de outubro no Sul do País, proporcionaram condições ideais para o estabelecimento da giberela nas lavouras de trigo (ATENÇÃO, 2007). Dados de literatura indicam que houve ocorrência intensa da giberela nos anos de 1981 (SARTORI & LINHARES, 1982), 1982 (REIS,

1988); 1985 e 1986 (FERNANDES, informação pessoal<sup>4</sup>); 1997 e 1998 (LIMA, et al, 2004), 2000 (LIMA et al, 2002; PANISSON et al 2002); 2001 (CASA et al, 2004); 2002 (TELLES NETO, 2004; CASA et al, 2004), e 2005 (FERNANDES & MACIEL, 2006) enquanto que na safra 2004 houve ocorrência média (LIMA et al, 2004; LIMA et al, 2005) e em 1987, 1988 (FERNANDES, informação pessoal), 1999 (LIMA et al., 2002) e 2006 (ZOLDAN, dados não publicados) a ocorrência da doença foi baixa, chegando a média em algumas datas de espigamento, o que pode validar o mapeamento para região de Passo Fundo.

As datas de espigamento onde se observa a correspondência entre dados de probabilidade previstos (apêndice A) e os observados no campo estão grifadas na Tabela 1.

As safras com maior ocorrência de giberela tiveram um número elevado de períodos de molhamento contínuo e umidade relativa superior a 78%. Optou-se em demonstrar como foi o procedimento somente com os dados climáticos de Passo Fundo, pois é nesta região que se possui o maior número de anos com registro de dados climáticos e trabalhos de ocorrência e danos da giberela divulgados pela pesquisa.

Para análise de risco da doença procurou-se dar maior ênfase nas probabilidades de ocorrência pela frequência dos anos (Tabela 2a e 2b), enquanto a probabilidade média foi utilizada principalmente para gerar os mapas (Tabela 3a e 3b). Em relação aos intervalos de temperatura estudados a PIG, no intervalo  $>26^{\circ}\text{C}$  e  $<9^{\circ}\text{C}$ ,

---

<sup>4</sup> Informação concedida pelo Pesquisador Dr. José Maurício Fernandes – EMBRAPA-CNPT Passo Fundo/RS.

foi sempre inferior ao intervalo  $>30^{\circ}\text{C}$  e  $<9^{\circ}\text{C}$ , pois o residual de temperaturas extremas desfavoráveis é maior o que diminui a incidência.

Para as datas de espigamento em agosto para todas as regiões estudadas e nos dois intervalos de temperatura as possibilidades de ocorrência da doença foram baixas, exceto para Passo Fundo na data 15/08, apresentando PIG média em 42% dos anos e Cianorte 38% dos anos na data de 25/08. Semeaduras que possibilitem espigamentos nesta data em regiões com possibilidades de geadas não são recomendadas. Para a data de 5/09 apenas Cianorte apresentou possibilidade de risco médio de ocorrência de giberela no primeiro intervalo de temperatura enquanto Júlio de Castilhos, Santa Rosa, Chapecó e Cianorte apresentam respectivamente risco médio em 42%, 53%, 46% e 48% dos anos no segundo intervalo de temperatura. Os valores média PIG em Cianorte nos decêndios (25/08, 05/09 e 15/09) no primeiro intervalo de temperatura foram determinados pelo NPC que ocorreram neste período, enquanto que as médias PIGs (05/08, 15/08, 25/08 05/09,15/09 e 15/11) no segundo intervalo de temperatura estudado foram determinadas pela diminuição do valor do RDT.

A partir da data de 15/09 os modelos de espacialização dos resultados (relação PIG *versus* latitude, longitude e altitude), representaram uma relação significativa permitindo gerar os mapas de risco (Figura 1) para a ocorrência da doença. Palotina e Londrina apresentaram, em todas as datas estudadas, baixo risco de PIG, embora para Palotina no intervalo  $>30^{\circ}\text{C}$  e  $<9^{\circ}\text{C}$  o risco de giberela seja médio.

As regiões de Santa Rosa, São Borja e São Gabriel apresentaram, para todas as datas de espigamento propostas, baixa PIG, assim como Júlio de Castilhos e Vacaria que diferiram na data de 5/10 (Figura 3) e 5/11 (Figura 6) respectivamente, apresentando média PIG. Entretanto se considerarmos o intervalo maior para a temperatura a PIG aumentou para probabilidade média em várias datas de espigamento. Para Santa Rosa, São Borja, São Gabriel e Júlio de Castilhos o que limita a ocorrência da doença é o baixo número de períodos críticos, destacando-se principalmente a região de São Gabriel.

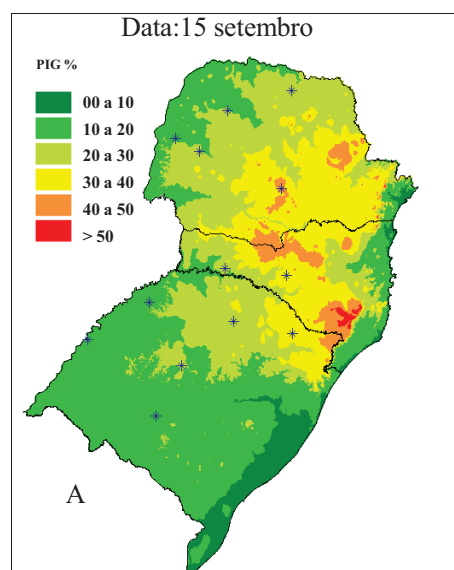


Figura 1. Mapa de risco de ocorrência de giberela em trigo na região sul do Brasil com espigamento em 15 de setembro para o intervalo de temperatura estudado A= >9°C e <26°C; PIG – Probabilidade de Infecção de Giberela (%).

Para Passo Fundo, Chapecó e Cianorte o modelo estimou que em mais de 40% dos anos a PIG apresentou valor médio, enquanto Guarapuava e Campos Novos apresentaram alta PIG para a data de espigamento de 15/09 (Figura 1). Se considerarmos o intervalo de temperatura maior ( $> 30^{\circ}\text{C}$  e  $< 9^{\circ}\text{C}$ ), das treze regiões analisadas apenas quatro, São Borja, São Gabriel, Vacaria e Palotina ficaram classificadas na região de baixo risco. Para Passo Fundo, Campos Novos, Chapecó, Cascavel e Guarapuava o risco é superior a 50% de PIG no decêndio 15/09. Datas de semeadura com cultivares que apresentam espigamento nesse decêndio (15/09) devem ser evitadas.

Para Passo Fundo, Campos Novos e Guarapuava a data de espigamento de 25/09 (Figura 2) representa um alto risco de infecção. Como para Passo Fundo o período indicado para semeadura se estende de 1º de junho a 10 de julho, a data da semeadura e o ciclo da cultivar escolhida até o espigamento devem ser analisados para tentar evitar que a cultura espigue de 15/09 a 5/10 de forma a escapar do período mais crítico de ocorrência da doença. O mesmo procedimento deva ser tomado para Campos Novos, que tem época de semeadura favorável de 10/06 a 31/07, trigo com possível espigamento no final de setembro até novembro.

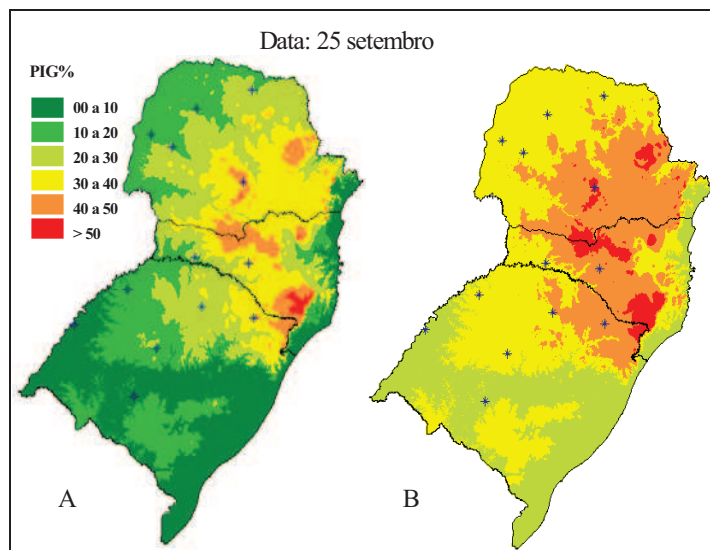


Figura 2. Mapas de risco de ocorrência de giberela em trigo na região sul do Brasil com espigamento em 25 de setembro para os dois intervalos de temperatura estudados A=  $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<26^{\circ}\text{C}$ ; B=  $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<30^{\circ}\text{C}$ . PIG – Probabilidade de Infecção de Giberela (%).

O fator determinante para a ocorrência de giberela nas regiões de Passo Fundo, Campos Novos, Chapecó e Guarapuava é o NPC, pois as temperaturas ocorrem dentro do intervalo considerado mais adequado para o desenvolvimento da doença. Espigamentos em 05/10 (Figura 3) representa alto risco (PIG $>50\%$ ) para Campos Novos e Guarapuava. Em aproximadamente 40% dos anos Passo Fundo, Chapecó e Cascavel o risco é médio para essa data. A data de 15/10 (Figura 4) representa médio risco para Campos Novos e alto para Guarapuava e nos decêndios subseqüentes de 25/10 e 5/11 alto risco apenas para Guarapuava. Se considerarmos como data de semeadura indicada para o trigo na região de Guarapuava o período entre 21 de junho a 20 de julho e 11 de junho a 20 de julho para cultivares precoces e intermediarias respectivamente (CUNHA et al., 2001),

estima-se que o espigamento será aproximadamente entre 25 de setembro e 20 de outubro, época de alto risco para ocorrência da giberela.

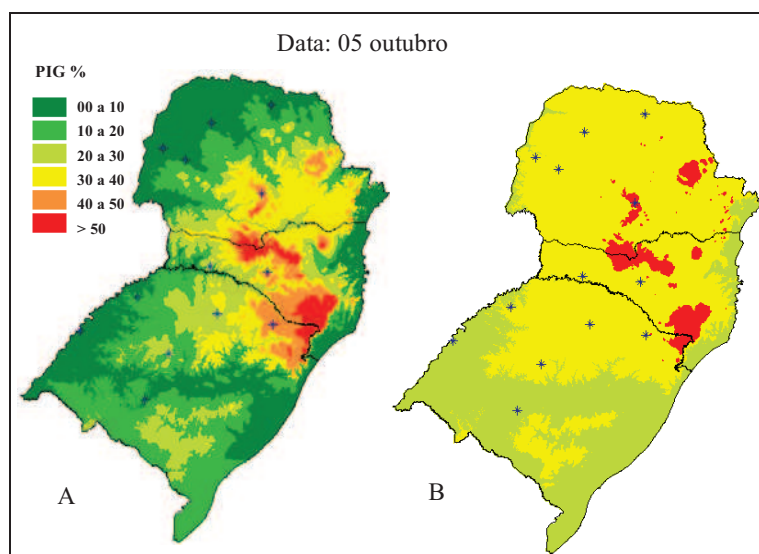


Figura 3. Mapas de risco de ocorrência de giberela em trigo na região sul do Brasil com espigamento em 05 de outubro para os dois intervalos de temperatura estudados A=  $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<26^{\circ}\text{C}$ ; B=  $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<30^{\circ}\text{C}$ . PIG – Probabilidade de Infecção de Giberela (%).

Estudos realizados em Passo Fundo por Zoldan (não publicado), analisando cinco épocas de semeadura em relação à intensidade de giberela para várias cultivares de trigo na safra 2005 evidenciou que cultivares que iniciaram o florescimento fim de setembro início de outubro, semeadura em 02/07 e 11/07, se destacaram pelo alto índice da doença. Enquanto que em 2005 (LIMA et al., 2006) identificaram menor intensidade de giberela no período de 09/09 a 19/09 o que pode ser visualizada no decêndio centrado em 15/setembro de 2005, que prevê uma média PIG (Tabela 1). Lima et

al. (2005) identificaram, em 2004, como período de maior ocorrência da doença, espigamentos entre 19/09 a 27/09, com data de semeadura de 30/06, e, em 2005, Lima et al. (2006) identificaram mais intensidade de doença em espigamentos de 28/09 e 13/10, com data de plantio 25/06 evidenciando que espigamentos entre 15/09 e 05/10 em Passo Fundo são os mais sujeitos as condições climáticas que predisõem a doença.

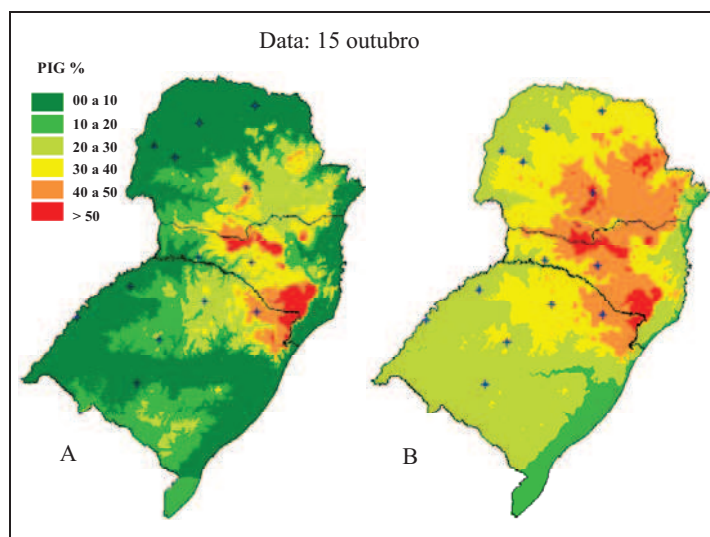


Figura 4. Mapas de risco de ocorrência de giberela em trigo na região sul do Brasil com espigamento em 15 de outubro para os dois intervalos de temperatura estudados A= >9°C e <26°C; B= >9°C e <30°C. PIG – Probabilidade de Infecção de Giberela (%)

Para a região de Vacaria o modelo utilizado para gerar os mapas não demonstrou uma previsão adequada, visto que tende a superestimar os riscos para a maior parte das datas analisadas. Em relação à frequência de ocorrência nos anos analisados Vacaria demonstrou ter baixa PIG (< 25%) em todos os decêndios exceto para



o espigamento em 05/11 onde o risco passa a ser médio em 53% dos anos. Se considerarmos o intervalo de temperatura até 30°C, o risco passa para médio em mais de 40% dos anos em todos os decêndios, de 15/10 a 15/11. Se analisarmos as probabilidades médias de risco para giberela em Vacaria verifica-se que o risco máximo não chega a 30% para data de 05/11 e de 36,73% para a data de 25/11 considerando primeiro e segundo intervalo de temperatura do ar analisados. Quando os decêndios de espigamento ultrapassam 05/11 as probabilidades de ocorrência de giberela tendem a diminuir devido ao aumento dos extremos de temperatura máxima. Vacaria também se destaca por ter baixa favorabilidade à doença, embora apresente elevados NPC os extremos na temperatura mínima mantêm o risco de baixa infecção. Quando se analisa o intervalo até 30 °C se observa para as datas de espigamento de 15/10 a 15/11 que as chances de infecção aumentam, pois há uma elevação da temperatura do ar nesses meses e os extremos de temperatura mínima diminuem.

Com destaque para a região de São Gabriel as regiões de Santa Rosa e São Borja apresentam os menores riscos de ocorrência de giberela no Rio Grande do Sul. O que limita a ocorrência da doença é o baixo número de períodos críticos. Mesmo com o intervalo de temperatura ampliado para 30°C a probabilidade de baixa ocorrência se mantém.

Para Santa Catarina, a região de Campos Novos apresenta maior risco de ocorrência quando comparada a Chapecó. O fator determinante para a ocorrência de giberela nessas regiões é o NPC, pois as temperaturas ocorrem dentro do intervalo considerado adequado para o desenvolvimento da doença.

No estado do Paraná Palotina e Londrina se destacam pela baixa possibilidade de ocorrência da doença. Nessas duas regiões ocorrem períodos críticos, contudo apresentam extremos de temperatura máxima o que não predispõem a alta incidência da doença. Ao contrário, Guarapuava apresentou-se como o local de maior favorabilidade entre todos os analisados. O elevado número de períodos com molhamento é determinante para a alta ocorrência da doença.

Espigamentos entre 15/09 e 05/10 são os mais sujeitos as condições climáticas que predispõem a doença.

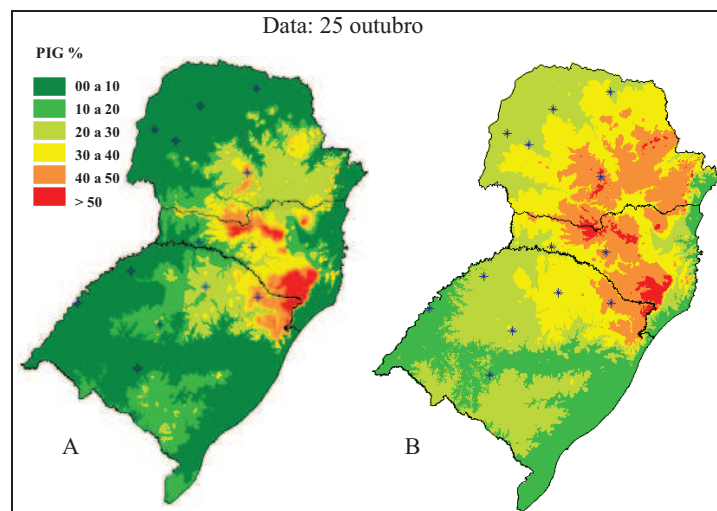


Figura 5. Mapas de risco de ocorrência de giberela em trigo na região sul do Brasil com espigamento em 25 de outubro para os dois intervalos de temperatura estudados A=  $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<26^{\circ}\text{C}$ ; B=  $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<30^{\circ}\text{C}$ . PIG – Probabilidade de Infecção de Giberela (%).

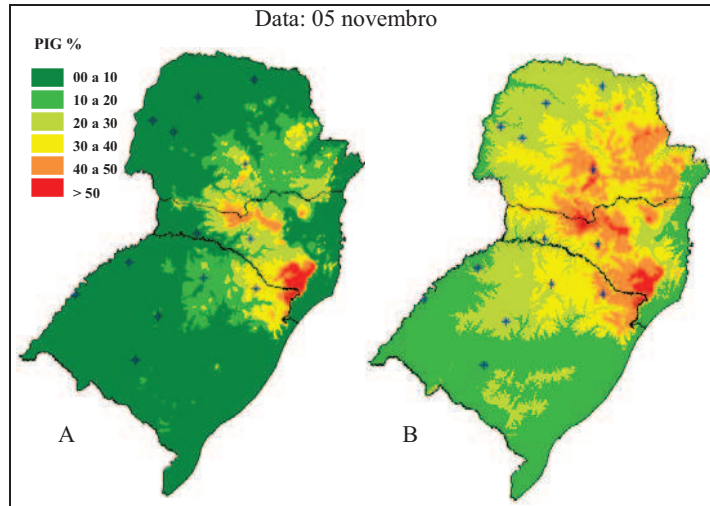


Figura 6. Mapas de risco de ocorrência de giberela em trigo na região sul do Brasil com espigamento em 05 de novembro para os dois intervalos de temperatura estudados A=  $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<26^{\circ}\text{C}$ ; B=  $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<30^{\circ}\text{C}$ . PIG – Probabilidade de Infecção de Giberela (%).

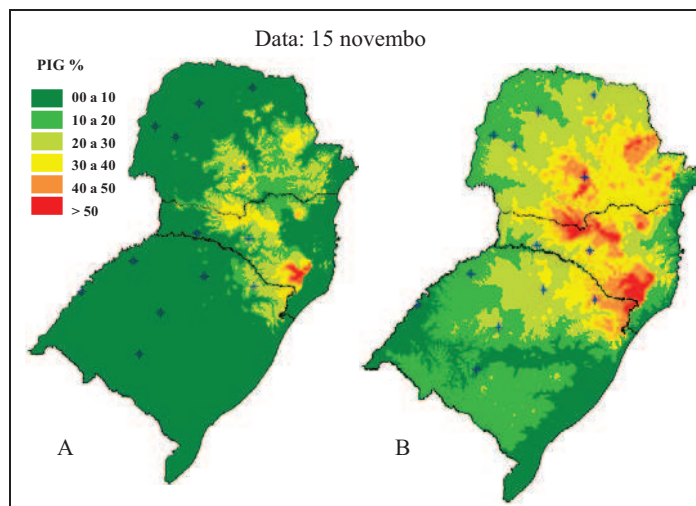


Figura 7. Mapas de risco de ocorrência de giberela em trigo na região sul do Brasil com espigamento em 15 de novembro para os dois intervalos de temperatura estudados A=  $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<26^{\circ}\text{C}$ ; B=  $>9^{\circ}\text{C}$  e  $<30^{\circ}\text{C}$ . PIG – Probabilidade de Infecção de Giberela (%).

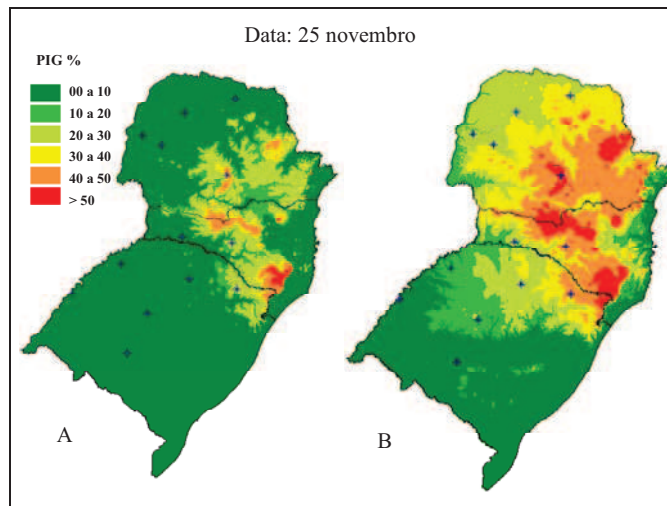


Figura 8. Mapas de risco de ocorrência de giberela em trigo na região sul do Brasil com espigamento em 25 de novembro para os dois intervalos de temperatura estudados A= >9°C e <26°C; B= >9°C e <30°C. PIG – Probabilidade de Infecção de Giberela (%).

#### 4 CONCLUSÃO

Este estudo é um trabalho inicial no que se refere a uma proposta de zoneamento macro regional de áreas de risco para a giberela em trigo. Há necessidade de um maior número de locais com informações meteorológicas, principalmente, umidade relativa do ar, envolvendo todas as regiões de interesse para esse patossistema. Além disso, são necessários dados de pesquisa com a ocorrência e a quantificação de danos de giberela em trigo, em vários ambientes e/ou durante vários anos. Atualmente, essas informações são escassas, o

que dificulta a ampliação da validação do estudo, bem como, do refinamento do mesmo.

A análise dos mapas deve ser realizada com critério. Tendo em mente que não é apenas o clima que controla a ocorrência da doença, e sim o conjunto: clima, planta em estágio suscetível e presença de inóculo do patógeno na região. Mapas de zonas de risco são ferramentas adicionais para a avaliação de condições climáticas favoráveis à ocorrência de epidemias. Com os mapas em mãos, em regiões ou épocas identificadas como de alto risco pode-se intensificar o monitoramento da doença e empregar medidas de manejo tais como escolha de cultivar (ciclos diferentes) e de época de semeadura, bem como subsidiar o controle químico aliado a previsões meteorológicas.

Tabela 1. Resultados obtidos para PIG = Probabilidade de infecção por Giberela (%) para Passo Fundo, utilizando intervalo de temperatura <math>9^{\circ}\text{C}</math> - <math>26^{\circ}\text{C}</math>. Onde pb classifica intervalos de probabilidade de infecção para 1= 0-25%; 2= >25-50% e 3= >50% infecção

<b>Data</b>	<b>Ano</b>	<b>Djul</b>	<b>NPC</b>	<b>RDT</b>	<b>PIG</b>	<b>pb</b>
5/ago	1981	217	0	36,9	2,29	1
15/ago	1981	227	5	36,1	45,83	2
25/ago	1981	237	5	43,7	42,11	2
5/set	1981	248	10	42,2	85,99	3
15/set	1981	258	6	55,5	44,96	2
25/set	1981	268	6	33,9	55,54	3
5/out	1981	278	1	38,1	10,33	1
15/out	1981	288	1	41,7	8,57	1
25/out	1981	298	2	45,1	15,53	1
5/nov	1981	309	1	47,4	5,77	1
15/nov	1981	319	2	32,1	21,9	1
25/nov	1981	329	2	35,5	20,24	1
25/nov	1981	329	2	35,5	20,24	1
15/ago	1982	227	3	20,7	36,12	2
25/ago	1982	237	0	33,7	3,86	1
5/set	1982	248	2	30,4	22,73	1
15/set	1982	258	5	25,9	50,83	3
25/set	1982	268	6	20,6	62,06	3
5/out	1982	278	6	35,6	54,71	3
15/out	1982	288	6	37,2	53,92	3
25/out	1982	298	7	28,8	66,67	3
5/nov	1982	309	5	23,4	52,05	3
15/nov	1982	319	2	27	24,4	1
25/nov	1982	329	0	49,5	-30,89	1

<b>Data</b>	<b>Ano</b>	<b>Djul</b>	<b>NPC</b>	<b>RDT</b>	<b>PIG</b>	<b>Pb</b>
5/ago	1985	217	8	16	81,57	3
15/ago	1985	227	9	34,3	81,23	3
25/ago	1985	237	6	31,9	56,52	3
5/set	1985	248	7	22,3	69,85	3
15/set	1985	258	6	7,3	68,57	3
25/set	1985	268	2	39,2	18,42	1
5/out	1985	278	1	46,9	6,02	1
15/out	1985	288	0	58,1	-8,1	1
25/out	1985	298	0	94,7	-26,03	1
5/nov	1985	309	0	133,4	-45	1
15/nov	1985	319	0	152,2	-54,21	1
25/nov	1985	329	1	136,5	-37,89	1
5/ago	1986	217	8	37,2	71,18	3
15/ago	1986	227	7	40,6	60,89	3
25/ago	1986	237	1	51,2	3,91	1
5/set	1986	248	6	25,9	59,46	3
15/set	1986	258	6	26,9	58,97	3
25/set	1986	268	7	24,3	68,87	3
5/out	1986	278	4	37,6	36,47	2
15/out	1986	288	6	33	55,98	3
25/out	1986	298	3	38,3	27,49	2
5/nov	1986	309	2	66,7	4,95	1
15/nov	1986	319	2	74,9	0,93	1
25/nov	1986	329	2	95,1	-8,97	1
5/ago	1987	217	5	64,5	31,92	2
15/ago	1987	227	3	76,8	8,63	1
25/ago	1987	237	2	69,5	3,58	1
5/set	1987	248	0	58,2	-8,15	1
15/set	1987	258	1	35,1	11,8	1
25/set	1987	268	2	37	19,5	1

<b>Data</b>	<b>Ano</b>	<b>Djul</b>	<b>NPC</b>	<b>RDT</b>	<b>PIG</b>	<b>pb</b>
5/out	1987	278	4	22,6	43,82	2
15/out	1987	288	4	42,7	33,97	2
25/out	1987	298	3	36,3	28,47	2
5/nov	1987	309	1	43,4	7,73	1
15/nov	1987	319	0	52,3	-5,26	1
25/nov	1987	329	0	79	-18,34	1
05/ago	1988	217	0	23,00	9,10	1
15/ago	1988	227	0	41,6	-0,01	1
25/ago	1988	237	2	41,3	17,39	1
5/set	1988	248	5	35,7	46,03	2
15/set	1988	258	5	33,4	47,15	2
25/set	1988	268	3	26,8	33,13	2
5/out	1988	278	0	30,2	5,57	1
15/out	1988	288	0	27	7,14	1
25/out	1988	298	0	46,2	-2,27	1
5/nov	1988	309	0	62,4	-10,21	1
15/nov	1988	319	0	79,3	-18,49	1
25/nov	1988	329	0	85,4	-21,48	1
5/ago	1997	217	9	35,2	80,79	3
15/ago	1997	227	5	37,5	45,15	2
25/ago	1997	237	5	41,9	42,99	2
5/set	1997	248	2	41,8	17,15	1
15/set	1997	258	2	29,4	23,22	1
25/set	1997	268	7	9,5	76,13	3
5/out	1997	278	6	9,7	67,4	3
15/out	1997	288	8	14,7	82,21	3
25/out	1997	298	8	39,4	70,1	3
5/nov	1997	309	8	41,5	69,08	3
15/nov	1997	319	4	60,9	25,05	2
25/nov	1997	329	1	65,1	-2,9	1



<b>Data</b>	<b>Ano</b>	<b>Djul</b>	<b>NPC</b>	<b>RDT</b>	<b>PIG</b>	<b>pb</b>
5/ago	1998	217	6	6,9	68,77	3
15/ago	1998	227	7	14,6	73,63	3
25/ago	1998	237	6	17,3	63,67	3
5/set	1998	248	5	18,5	54,46	3
15/set	1998	258	4	11,9	49,06	2
25/set	1998	268	2	16,8	29,4	2
5/out	1998	278	1	23,2	17,63	1
15/out	1998	288	3	22,6	35,19	2
25/out	1998	298	2	30,7	22,59	1
5/nov	1998	309	1	48,7	5,14	1
15/nov	1998	319	1	75,1	-7,8	1
25/nov	1998	329	1	86,3	-13,29	1
5/ago	1999	217	0	72	-14,91	1
15/ago	1999	227	0	63,3	-10,65	1
25/ago	1999	237	1	23,2	17,63	1
5/set	1999	248	1	25,4	16,55	1
15/set	1999	258	2	31,2	22,34	1
25/set	1999	268	4	21,2	44,5	2
5/out	1999	278	5	17	55,19	3
15/out	1999	288	4	11,8	49,11	2
25/out	1999	298	0	19,5	10,82	1
5/nov	1999	309	0	28,5	6,41	1
15/nov	1999	319	0	46,1	-2,22	1
25/nov	1999	329	0	45	-1,68	1
5/ago	2000	217	2	53,7	11,32	1
15/ago	2000	227	4	58,5	26,23	2
25/ago	2000	237	7	30	66,08	3
5/set	2000	248	5	35,7	46,03	2
15/set	2000	258	5	30,5	48,58	2
25/set	2000	268	5	37	45,39	2

<b>Data</b>	<b>Ano</b>	<b>Djul</b>	<b>NPC</b>	<b>RDT</b>	<b>PIG</b>	<b>pb</b>
5/out	2000	278	6	32,6	56,18	3
15/out	2000	288	6	32,9	56,03	3
25/out	2000	298	1	41,6	8,62	1
5/nov	2000	309	0	53,1	-5,65	1
15/nov	2000	319	0	53,1	-5,65	1
25/nov	2000	329	1	80,4	-10,4	1
5/ago	2001	217	1	27,8	15,38	1
15/ago	2001	227	2	14,6	30,48	2
25/ago	2001	237	5	20,1	53,67	3
5/set	2001	248	4	31	39,7	2
15/set	2001	258	4	22,8	43,72	2
25/set	2001	268	3	23,3	34,84	2
5/out	2001	278	3	28,5	32,3	2
15/out	2001	288	1	46,1	6,41	1
25/out	2001	298	0	48,2	-3,25	1
5/nov	2001	309	0	72,1	-14,96	1
15/nov	2001	319	5	54,5	36,82	2
25/nov	2001	329	5	67,9	30,25	2
5/ago	2002	217	6	40	52,55	3
15/ago	2002	227	5	47,1	40,44	2
25/ago	2002	237	2	50,9	12,69	1
5/set	2002	248	4	65,8	22,65	1
15/set	2002	258	5	40,1	43,87	2
25/set	2002	268	8	40	69,81	3
5/out	2002	278	6	30,6	57,16	3
15/out	2002	288	7	32,3	64,95	3
25/out	2002	298	3	26,4	33,32	2
5/nov	2002	309	1	53,4	2,83	1
15/nov	2002	319	4	57	26,96	2
25/nov	2002	329	6	60,3	42,2	2

<b>Data</b>	<b>Ano</b>	<b>Djul</b>	<b>NPC</b>	<b>RDT</b>	<b>PIG</b>	<b>pb</b>
5/ago	2003	217	0	72,5	-15,16	1
15/ago	2003	227	0	90,6	-24,02	1
25/ago	2003	237	1	82,1	-11,23	1
5/set	2003	248	1	63,1	-1,92	1
15/set	2003	258	1	51	4,01	1
25/set	2003	268	1	33,6	12,54	1
5/out	2003	278	2	31	22,44	1
15/out	2003	288	1	35,7	11,51	1
25/out	2003	298	1	58,7	0,24	1
5/nov	2003	309	1	64,4	-2,56	1
15/nov	2003	319	1	74,1	-7,31	1
25/nov	2003	329	1	53,8	2,64	1
5/ago	2004	217	4	53,9	28,48	2
15/ago	2004	227	3	51,2	21,17	1
25/ago	2004	237	5	48,6	39,71	2
5/set	2004	248	4	44,6	33,04	2
15/set	2004	258	5	35,3	46,22	2
25/set	2004	268	3	21,8	35,58	2
5/out	2004	278	2	16,8	29,4	2
15/out	2004	288	1	34,3	12,19	1
25/out	2004	298	3	28,7	32,2	2
5/nov	2004	309	2	50,6	12,84	1
15/nov	2004	319	2	57,4	9,5	1
25/nov	2004	329	3	78,1	7,99	1
5/ago	2005	217	1	36,3	11,21	1
15/ago	2005	227	3	48,7	22,4	1
25/ago	2005	237	3	57,6	18,04	1
5/set	2005	248	7	49,3	56,62	3
15/set	2005	258	5	36,6	45,59	2
25/set	2005	268	6	24,7	60,05	3

<b>Data</b>	<b>Ano</b>	<b>Djul</b>	<b>NPC</b>	<b>RDT</b>	<b>PIG</b>	<b>pb</b>
5/out	2005	278	6	27,5	58,68	3
15/out	2005	288	5	37,2	45,29	2
25/out	2005	298	1	41,1	8,86	1
5/nov	2005	309	1	66	-3,34	1
15/nov	2005	319	0	73,2	-15,5	1
25/nov	2005	329	0	80,8	-19,22	1
5/ago	2006	217	4	94,2	8,73	1
15/ago	2006	227	5	95,6	16,68	1
25/ago	2006	237	4	113,7	-0,82	1
5/set	2006	248	4	82,6	14,42	1
15/set	2006	258	2	31,7	22,1	1
25/set	2006	268	2	31,9	22	1
5/out	2006	278	1	36,3	11,21	1
15/out	2006	288	1	66	-3,34	1
25/out	2006	298	0	61	-9,52	1
5/nov	2006	309	2	69,3	3,67	1
15/nov	2006	319	3	71,2	11,37	1
25/nov	2006	329	3	99,8	-2,64	1

Em anos críticos (vermelho), ocorrência média ou baixa (verde) para Passo Fundo conforme resultados de pesquisa. Dia Juliano do início do processamento (Djul), número de períodos críticos (NPC) e residual diário de temperatura (RDT). Passo Fundo, 2007.

Tabela 2a. Percentual de anos (%) com baixa (**B** = 0-25 % PIG, verde), média (**M** = >25-50%PIG, amarelo) e alta (**A** = >50% PIG, vermelho) probabilidade de infecção por giberela nas datas fixadas para espigamento. RDT acumula diariamente o residual de temperatura < 9 °C e > 26 °C, para máxima e mínima, respectivamente. Passo Fundo, 2008

Município	N° anos	Lat	Long	Alt	5/ago			15/ago			25/ago		
					B	M	A	B	M	A	B	M	A
Júlio de Castilhos	25	-29,23	-53,6817	513	52	32	16	61	27	12	68	24	8
Passo Fundo	31	-28,26	-52,4067	684	48	26	26	42	42	16	61	23	16
Santa Rosa	17	-27,86	-54,4842	277	82	12	6	82	12	6	76	18	6
São Borja	30	-28,66	-56,0044	123	77	20	3	80	20	0	80	20	0
São Gabriel	28	-30,34	-54,32	114	79	7	14	82	14	4	82	18	0
Vacaria	17/18	-28,5	-50,9367	971	67	28	5	78	22	0	94	6	0
Campos Novos	30	-27,24	-51,12	934	60	23	17	54	33	13	63	30	7
Chapécó	26	-27,11	-52,6167	674	58	23	19	62	19	19	65	23	12
Cacavel	15/16	-24,56	-53,26	781	67	20	13	67	20	13	67	20	13
Cianorte	29/30	-23,67	-52,605	530	53	27	20	47	33	20	34	38	28
Guarapuava	29	-25,35	-51,3	1.098	63	20	17	45	38	17	48	35	17
Londrina	30	-23,22	-51,1	585	80	13	7	73	10	17	63	20	17
Palotina	31	-24,28	-53,84	333	90	7	3	84	13	3	77	13	10

Continuação Tabela 2a

Município	Nº anos	Lat	Long	Alt	5/set			15/set			25/set		
					B	M	A	B	M	A	B	M	A
Júlio de Castilhos	25	-29,23	-53,6817	513	46	42	12	52	28	20	64	24	12
Passo Fundo	31	-28,26	-52,4067	684	48,5	32	19,5	32	42	26	32	32	36
Santa Rosa	17	-27,86	-54,4842	277	59	35	6	59	35	6	59	18	23
São Borja	30	-28,66	-56,0044	123	77	17	6	70	17	13	67	33	0
São Gabriel	28	-30,34	-54,32	114	78	11	11	75	11	14	78	11	11
Vacaria	17/18	-28,5	-50,9367	971	83	17	0	67	28	5	78	17	5
Campos Novos	30	-27,24	-51,12	934	50	27	23	30	30	40	27	33	40
Chapecó	26	-27,11	-52,6167	674	54	27	19	39	42	19	46	27	27
Cascavel	15/16	-24,56	-53,26	781	53	27	20	44	31	25	44	19	37
Cianorte	29/30	-23,67	-52,605	530	28	55	17	38	45	17	55	31	14
Guarapuava	29	-25,35	-51,3	1.098	55	17	28	31	35,5	35,5	34	21	45
Londrina	30	-23,22	-51,1	585	60	27	13	77	13	10	77	20	3
Palotina	31	-24,28	-53,84	333	84	13	3	81	13	6	74	19	7

Continuação Tabela 2a

Município	Nº anos	Lat	Long	Alt	5/out			15/out			25/out		
					B	M	A	B	M	A	B	M	A
Júlio de Castilhos	25	-29,23	-53,6817	513	14	32	12	64	28	8	60	32	8
Passo Fundo	31	-28,26	-52,4067	684	32	39	29	45	29	26	61	29	10
Santa Rosa	17	-27,86	-54,4842	277	82	0	18	76	18	6	88	6	6
São Borja	30	-28,66	-56,0044	123	80	20	0	87	10	3	90	10	0
São Gabriel	28	-30,34	-54,32	114	82	11	7	86	7	7	82	18	0
Vacaria	17/18	-28,5	-50,9367	971	61	28	11	53	35	12	53	29	18
Campos Novos	30	-27,24	-51,12	934	20	37	43	33,3	33,3	33,3	40	33	27
Chapécó	26	-27,11	-52,6167	674	38,5	38,5	23	50	27	23	61	27	12
Cascavel	15/16	-24,56	-53,26	781	37,5	37,5	25	69	25	6	81	13	6
Cianorte	29/30	-23,67	-52,605	530	72	21	7	90	7	3	84	13	3
Guarapuava	29	-25,35	-51,3	1.098	14	38	48	14	38	-48	21	38	41
Londrina	30	-23,22	-51,1	585	87	7	6	87	10	3	90	7	3
Palotina	31	-24,28	-53,84	333	84	13	3	100	0	0	97	3	0

Continuação Tabela 2a

Município	Nº anos	Lat	Long	Alt	5/nov			15/nov			25/nov		
					B	M	A	B	M	A	B	M	A
Júlio de Castilhos	25	-29,23	-53,6817	513	68	24	8	76	16	8	88	8	4
Passo Fundo	31	-28,26	-52,4067	684	74	19	7	77	23	0	84	16	0
Santa Rosa	17	-27,86	-54,4842	277	94	6	0	100	0	0	100	0	0
São Borja	30	-28,66	-56,0044	123	93	7	0	97	3	0	30	0	0
São Gabriel	28	-30,34	-54,32	114	89	11	0	100	0	0	100	0	0
Vacaria	17/18	-28,5	-50,9367	971	35	53	12	47	41	12	59	23	18
Campos Novos	30	-27,24	-51,12	934	47	26,5	26,5	43	44	13	57	27	16
Chapecó	26	-27,11	-52,6167	674	73	15	12	85	11	4	88	8	4
Cascavel	15/16	-24,56	-53,26	781	87,5	12,5	0	75	19	6	75	19	6
Cianorte	29/30	-23,67	-52,605	530	77	20	3	70	23	7	63	27	10
Guarapuava	29	-25,35	-51,3	1.098	38	24	38	41	35	24	30	50	20
Londrina	30	-23,22	-51,1	585	93	7	0	83	10	7	73	17	10
Palotina	31	-24,28	-53,84	333	97	0	3	94	3	3	94	3	3



Tabela 2b. Percentual de anos (%) com baixa (**B** = 0-25 % PIG, verde), média (**M** = >25-50%/PIG, amarelo) e alta (**A** = >50% PIG, vermelho) probabilidade de infecção por giberela nas datas fixadas para espigamento. RDT acumula diariamente o residual de temperatura < 9 °C e > 30 °C, para máxima e mínima, respectivamente. Passo Fundo, 2008

Município	Nº anos	Lat	Long	Alt	5/ago		15/ago		5/ago		15/ago		25/ago		25/ago	
					B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
Júlio de Castilhos	25	-29,2269	-53,682	513	52	28	20	58	31	11	56	36	8	56	36	8
Passo Fundo	31	-28,26	-52,4067	684	45	29	26	39	42	19	58	13	29	58	13	29
Santa Rosa	17	-27,86	-54,4842	277	76	6	18	65	23	12	53	24	23	53	24	23
São Borja	30	-28,6006	-56,004	123	63	27	10	67	33	0	64	33	3	64	33	3
São Gabriel	28	-30,3364	-54,32	114	79	3	18	71	25	4	75	21	4	75	21	4
Vacaria	17/18	-28,5	-50,9367	971	67	28	5	78	22	0	94	6	0	94	6	0
Campos Novos	30	-27,24	-51,12	934	60	20	20	53	30	17	50	43	7	50	43	7
Chapecó	26	-27,11	-52,6167	674	50	27	23	42	31	27	42	39	19	42	39	19
Cascavel	15/16	-24,56	-53,26	781	60	20	20	53	30	17	50	43	7	50	43	7
Cianorte	29/30	-23,67	-52,605	530	23	50	27	30	43	27	17	52	31	17	52	31
Guarapuava	29	-25,35	-51,3	1.098	63	20	17	41	42	17	38	45	17	38	45	17
Londrina	30	-23,22	-51,1	585	53	40	7	57	20	23	47	23	30	47	23	30
Palotina	31	-24,2839	-53,84	333	51	39	10	51	39	10	61	26	13	61	26	13

Continuação Tabela 2b

Município	Nº anos	Lat	Long	Alt	5/set			15/set			25/set		
					B	M	A	B	M	A	B	M	A
Júlio de Castilhos	25	-29,23	-53,6817	513	35	42	23	36	36	28	44	36	20
Passo Fundo	31	-28,26	-52,4067	684	42	35	23	23	32	45	16	45	39
Santa Rosa	17	-27,86	-54,4842	277	35	53	12	29	53	18	35	30	35
São Borja	30	-28,66	-56,0044	123	57	30	13	53	30	17	60	20	20
São Gabriel	28	-30,34	-54,32	114	68	21	11	61	21	18	68	18	14
Vacaria	17/18	-28,5	-50,9367	971	67	33	0	67	22	11	72	17	11
Campos Novos	30	-27,24	-51,12	934	40	33	27	27	23	50	13	43	44
Chapecó	26	-27,11	-52,6167	674	35	46	19	23	35	42	19	42	39
Cascavel	15/16	-24,56	-53,26	781	40	33	27	27	23	50	13	43	44
Cianorte	29/30	-23,67	-52,605	530	24	48	28	24	52	24	45	38	17
Guarapuava	29	-25,35	-51,3	1.098	38	34	28	21	27	52	17	31	52
Londrina	30	-23,22	-51,1	585	50	17	33	37	40	23	50	30	20
Palotina	31	-24,28	-53,84	333	58	23	19	42	39	19	42	29	29

Continuação Tabela 2b

Município	Nº anos	Lat	Long	Alt	5/out			15/out			25/out		
					B	M	A	B	M	A	B	M	A
Júlio de Castilhos	25	-29,23	-53,6817	513	44	36	20	44	36	20	40	32	28
Passo Fundo	31	-28,26	-52,4067	684	16	48	36	26	35	39	36	45	19
Santa Rosa	17	-27,86	-54,4842	277	29	47	24	29	47	24	47	35	18
São Borja	30	-28,66	-56,0044	123	57	33	10	43	43	14	57	33	10
São Gabriel	28	-30,34	-54,32	114	68	25	7	64	25	11	57	39	4
Vacaria	17/18	-28,5	-50,9367	971	56	33	11	35	47	18	41	41	18
Campos Novos	30	-27,24	-51,12	934	17	30	53	7	50	43	17	43	40
Chapecó	26	-27,11	-52,6167	674	23	35	42	23	35	42	35	38	27
Cascavel	15/16	-24,56	-53,26	781	17	30	53	7	50	43	17	43	40
Cianorte	29/30	-23,67	-52,605	530	55	35	10	70	27	3	60	37	3
Guarapuava	29	-25,35	-51,3	1.098	14	21	65	3	31	66	0	41	59
Londrina	30	-23,22	-51,1	585	50	40	10	60	27	13	63	27	10
Palotina	31	-24,28	-53,84	333	52	22	26	65	19	16	68	26	6

Continuação Tabela 2b

Município	Nº anos	Lat	Long	Alt	5/nov			15/nov			25/nov		
					B	M	A	B	M	A	B	M	A
Júlio de Castilhos	25	-29,23	-53,6817	513	40	28	32	36	44	20	52	36	12
Passo Fundo	31	-28,26	-52,4067	684	39	42	19	45	36	19	48	39	13
Santa Rosa	17	-27,86	-54,4842	277	71	23	6	88	12	0	76	24	0
São Borja	30	-28,66	-56,0044	123	63	27	10	87	10	3	90	7	3
São Gabriel	28	-30,34	-54,32	114	61	39	0	75	25	0	89	11	0
Vacaria	17/18	-28,5	-50,9367	971	35	41	24	35	41	24	47	29	24
Campos Novos	30	-27,24	-51,12	934	23	40	37	16	47	37	33	27	40
Chapecô	26	-27,11	-52,6167	674	38	39	23	46	39	15	50	35	15
Cascavel	15/16	-24,56	-53,26	781	23	40	37	16	47	37	33	27	40
Cianorte	29/30	-23,67	-52,605	530	47	43	10	33	44	23	43	27	30
Guarapuava	29	-25,35	-51,3	1.098	17	35	48	17	35	48	7	53	40
Londrina	30	-23,22	-51,1	585	57	27	16	53	24	23	40	23	37
Palotina	31	-24,28	-53,84	333	71	23	6	74	16	10	71	10	19

**Tabela 3a. Probabilidades médias de ocorrência de giberela (%) para RDT = >9°C e <26°C (soma das probabilidades anuais por data de espigamento / pelo número de anos estudados). Passo Fundo, 2008**

26°C	Passo Fundo	Júlio de Castilhos	Vacaria	São Gabriel	São Borja	Santa Rosa	Campos Novos	Chapecó
5/ago	29,13	26,05	3,67	13,79	7,48	4,45	21,67	23,98
15/ago	27,6	18,48	0,5	9,46	3,33	6,14	21,42	24,12
25/ago	23,29	18,08	-4,73	9,62	5,62	9,1	18,99	20,77
5/set	28,35	26,41	5,62	13,5	11,65	13,93	29,99	25,12
15/set	37,28	30,48	17,63	18,09	15,95	22,75	45,81	34,98
25/set	40,51	24,08	22,04	16,95	11,36	21,73	47,29	37,22
5/out	36,79	22	26,9	16,12	6,05	18,03	46,91	35,7
15/out	29,92	18,89	26,47	9,37	2,7	8,62	41,7	28,56
25/out	21,59	19,81	26,23	4,6	-4,96	-2,3	38,29	19,54
5/nov	13,31	12,44	29,01	-5,44	-16,08	-22,28	34,35	11,36
15/nov	6,04	7,74	24,56	-16	-30,92	-34,24	28,06	2,26
25/nov	-0,66	-4,66	25,27	-30,95	-43,17	-43,1	27,08	-1,46

Continuação Tabela 3a

26°C	Guarapuava	Palotina	Cianorte	Cascavel	Londrina
5/ago	21,04	-3,32	27,6	21,52	11,77
15/ago	23,87	-4,69	31,43	20,29	9,87
25/ago	27	-5,34	36,83	20,96	11,79
5/set	33,07	-4,89	35,03	18,83	10,59
15/set	44,55	-0,88	34,73	36,12	8,65
25/set	48,91	-0,53	27,19	34,1	3,24
5/out	50,3	-7,1	17,11	31	-3,03
15/out	50,49	-19,65	7,27	18,53	-8,9
25/out	47,1	-27,01	7,97	7,75	-11,97
5/nov	37,57	-34,8	8,09	-2,53	-14,25
15/nov	34,49	-36,65	10,96	-1,54	-10,02
25/nov	35,2	-32,04	9,79	10,93	-0,77

Tabela 3b. Probabilidades médias de ocorrência de giberela (%) para RDT = >9°C e < 30°C (soma das probabilidades anuais por data de espigamento / pelo número de anos estudados). Passo Fundo, 2008

30°C	Passo Fundo	Júlio de Castilhos	Vacaria	São Gabriel	São Borja	Santa Rosa	Campos Novos	Chapecô
5/ago	31,5	28,89	3,98	17,84	19,15	15,64	23,34	31,13
15/ago	31,6	22,51	1,29	13,39	15,28	19,31	24,94	33,58
25/ago	29,17	23,93	-4,73	15,25	18,65	23,89	24,3	32,65
5/set	34,17	32,23	7,55	19,13	24,28	29,03	35,53	36,7
15/set	43,25	37,33	19,76	24,46	29,93	39,73	50,61	45,71
25/set	48,04	32,5	24,82	24,5	28,52	41,99	52,22	49,51
5/out	46,68	32,11	30,41	25,65	26,81	41,87	52,56	50,37
15/out	43,21	31,82	30,87	23,65	26,7	37,41	48,93	46,81
25/out	37,28	35,57	31,02	22,53	22,71	30,01	46,51	40,23
5/nov	33,7	33,59	35,58	19,58	17,61	16,17	45,57	36,36
15/nov	30,12	32,13	33,59	14,84	8,86	8,33	42,01	30,75
25/nov	39,14	24,23	36,73	7,5	1,65	3,13	43,87	30,55

**Continuação Tabela 3b**

30°C	Guarapuava	Palotina	Cianorte	Cascavel	Londrina
5/ago	22,62	20,56	41,69	28,99	28,09
15/ago	28,11	19,67	40,86	32,22	29,84
25/ago	33,68	20,93	43,51	36,12	33,93
5/set	41,06	22,51	41,47	35,18	32,86
15/set	51,7	28,42	41,42	50,55	32,51
25/set	56,8	31,91	34,45	53,57	30,61
5/out	58,47	28,94	25,84	52,33	27,57
15/out	60,25	20,95	19,3	44,55	25,08
25/out	57,98	16,19	23,85	35,9	23,08
5/nov	51,29	11,31	27,72	30,57	24,92
15/nov	49,77	11,6	32,35	34,08	30,38
25/nov	51,13	17,58	33,11	46,74	40,58



## CAPÍTULO III

### CARACTERIZAÇÃO DA ANTESE EM CEREAIS DE INVERNO E SUA RELAÇÃO COM A GIBERELA

Sandra Maria Zoldan<sup>1</sup> & Erlei Melo Reis<sup>2</sup>

#### RESUMO

A giberela é detectada em todas as regiões do mundo, onde são cultivados cereais ocorrendo com mais frequência nas regiões de clima quente onde as precipitações pluviais são elevadas durante a floração. O controle consiste principalmente na adoção de cultivares resistentes e/ou no uso de fungicidas. A eficiência do controle químico depende do momento de aplicação. Visando conhecer a relação existente entre o nível de suscetibilidade de cereais de inverno à giberela e características da antese das plantas, este trabalho teve como objetivo determinar a relação existente entre o nível de suscetibilidade de cultivares de cereais de inverno com características da duração da antese e seus efeitos nos componentes do rendimento. Analisou-se, também, o efeito de épocas de semeadura na ocorrência da doença. Os ensaios foram conduzidos em laboratório e no campo sob condições naturais de infecção na safra 2005 (5 épocas de semeadura) e 2006 (4 épocas de semeadura). Os materiais avaliados foram: BR 23, BRS 179, CEP 0059, CD 114 e Pampeano. Os resultados obtidos identificaram através da análise de correlação que a incidência final de giberela no campo apresenta correlação com o número de anteras presas e internas. A cultivar Pampeano e a

---

<sup>1</sup>Eng. Agrônoma, Bacharel em Ciências Econômicas, Mestre em Fitopatologia, doutoranda do programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de concentração Fitopatologia - smzoldan@brturbo.com.br

<sup>2</sup>Orientador, Eng. Agr., Dr. Professor da FAMV/PPGAgro/UPF – erleireis@tpo.com.br

linhagem CEP 00-59 se destacaram por menor suscetibilidade, enquanto a cultivar CD 114 obteve o maior índice de doença. A quantificação da giberela foi melhor representada pela avaliação do índice do que por outros critérios fitopatométricos.

**Palavras-chave:** *Gibberella zae*, *Triticum aestivum*, anteras presas, triticale, *Hordeum vulgare*, *Triticosecale sp*

## **CHARACTERIZATION OF SMALL GRAINS ANTHESIS AND ITS RELATION WITH WHEAT SCAB**

### **ABSTRACT**

Scab occurs in all world regions where small grains are grown. Disease is more frequent in warm, humid, and semi-humid regions mainly where rainfall is frequent and head wetting period is larger than 48 hours during flowering. Disease control is mainly through resistant cultivars and/or the spray of fungicides. The efficiency of chemical control depends on timing of application. Therefore, genetic resistance is highly pursued. The objectives of this work was to know the relationship between the susceptible level of small grains to scab and some plant characteristics for breeding interest. The evaluated characteristics were anthesis duration, anther size, infection in caught and released anthers, and yield components. It was also compared three different methods of disease quantification. Experiments were conducted in the laboratory and in the field in the 2005 (5 seeding times) and 2006 (4 seeding times) growing seasons. It was found through correlation analysis that disease final incidence in the field showed a relation to the number of caught anthers. The importance of caught anthers in the infectious process was confirmed. Wheat cultivar Pampeano and the line CEP 00-59 showed the lowest susceptibility, while cultivar CD 114 the highest disease index. The best scab assessment method to quantified the disease was the disease index than by the other methods.

**Key words:** *Gibberella zae*, *Triticum aestivum*, anteras presas, triticale, *Hordeum vulgare*, *Triticosecale sp*.

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil e no mundo, o principal patógeno associado à giberela dos cereais de inverno é o fungo *Gibberela zae* (Schw.) Petch (anamorfo = *Fusarium graminearum* Schwabe). A giberela é detectada em todas as regiões do mundo, onde são cultivados cereais. É uma das mais importantes doenças dos cereais nos Estados Unidos (STACK, 1999), no Canadá (FERNANDO, 1999) e a segunda doença em importância na China (WEZHONG, 1999). Esta doença é observada com mais frequência nas regiões tritícolas de clima quente, úmido e semi-úmido (principalmente onde as precipitações pluviais são elevadas e a duração do molhamento das anteras superior a 48 horas) durante a floração (ANDERSEN, 1948; REIS et al., 1995 e PARRY et al. 1995). A ocorrência desta doença no Brasil limita-se principalmente aos estados da Região Sul, onde as precipitações pluviais são frequentes durante a época de floração do trigo. O patógeno tem grande número de hospedeiros e sobrevive saprofiticamente em restos culturais. Acredita-se que a prática de manutenção dos resíduos culturais tenha contribuído para o aumento de inóculo e a sobrevivência do patógeno entre as estações de cultivo, garantindo, dessa forma, inóculo em abundância (FERNANDES, 1997).

Além de reduzir diretamente o rendimento de grãos, o fungo produz micotoxinas que depreciam a qualidade dos mesmos. O controle reside na adoção de cultivares resistentes e/ou no uso de fungicidas. Sendo a eficiência do controle químico dependente do momento de aplicação a resistência genética é altamente desejável.

No que se refere à janela de infecção de *G. zeae* no trigo, as fases de espigamento e de florescimento do trigo se apresentam como as mais críticas para a cultura. A infecção durante o espigamento, e mais especificamente na fase da extrusão das anteras, prejudica diretamente a produtividade, uma vez que não há formação de grãos nas espiguetas afetadas. Ao mesmo tempo, naqueles floretes infectados pelo fungo, mas que ainda produzem grãos, os mesmos apresentam-se com tamanho reduzido, danificados e chochos (FERNANDES & MACIEL, 2005).

Além da resistência de natureza fisiológica, há muitas outras características herdáveis que podem direta ou indiretamente afetar o risco de a planta ser exposta ao patógeno. Essas características, como tipo de espiga, fenologia, anteras presas, estatura e ciclo de planta, entre outras, foram relacionadas à suscetibilidade a giberela (OSÓRIO et al., 1998; LIMA & FERNANDES, 2000).

Em relação à característica anteras presas, Atanasoff (1920) observou que, após a antese, o trigo (*Triticum aestivum* L.) ainda apresentava suscetibilidade à infecção de *G. zeae*. A dependência das anteras no processo infeccioso foi esclarecida somente na década de 70 quando se demonstrou que colina e betaina presentes nestes órgãos promovem o crescimento rápido do fungo para a invasão posterior dos tecidos da espiga (STRANGE & SMITH, 1971; STRANGE et al., 1974).

Recentemente, Panisson et al. (2002) obtiveram resultados que reforçam a importância das anteras presas no processo infeccioso e, portanto, devem ser os principais sítios de infecção a serem protegidos com fungicidas.

Conforme Weizhong (1999), na China foram realizados progressos significativos no melhoramento para resistência a giberela com novas cultivares mostrando um aumento dos níveis de resistência, entretanto resistência genética, ainda precisa ser completada pela aplicação de fungicidas, para a realização de um controle eficaz. Na verdade, o controle químico continua a ser o principal método para controlar o patógeno na China. Sob a regulamentação do governo, o trigo deve ser pulverizado com fungicidas uma, ou duas vezes no estágio da floração. Uma maior resistência genética do que a disponível atualmente é necessária para ajudar a reduzir o uso de fungicidas no controle da doença em trigo.

A China começou a realizar pesquisas sobre giberela em trigo em 1936, após uma grave epidemia. O trabalho envolvia avaliação e seleção em coleções de germoplasmas resistentes, bem como diferenciação de isolados de espécies de *Fusarium*. Mais tarde, em 1950, cientistas chineses começaram a estudar a genética de resistência à giberela e de virulência das espécies de *Fusarium*, e desenvolver métodos de controle químico (WEIZHONG, 1999).

No Brasil, em especial, no Rio Grande do Sul conforme o pesquisador Ottoni de Souza Rosa que acompanha a evolução da pesquisa para obter resistência a giberela desde 1959, quando foi iniciado um programa de intercâmbio com o Japão, o Dr Ady Raul da Silva visitou aquele país e recebeu a visita em Pelotas no Instituto Agrônomo do Sul, do Dr. Nakagawa. A partir deste intercâmbio foram introduzidas as cultivares resistentes Pekin 8, Niu Bai e Nobeoka Bozu e iniciados os cruzamentos dessas fontes com germoplasma local.

Através da contínua seleção no campo, por muitas gerações, em 1975, quando começou a funcionar o Centro Nacional de pesquisa de Trigo, da Embrapa em Passo Fundo, era possível observar em coleções que os trigos do sul do Brasil eram muito mais resistentes a giberela do que os trigos argentinos, pouco selecionados para esta doença. Quase 50 anos depois do início da pesquisa em giberela ainda ocorrem danos significativos na qualidade e quantidade de grãos produzidos por cereais de inverno em anos de precipitação pluvial elevada durante o período crítico de formação e enchimento do grão, como ocorreu no ano de 2005 (FERNANDES & MACIEL, 2006).

O objetivo desse trabalho foi identificar características morfológicas que possam auxiliar no melhoramento à giberela: duração da antese dos cereais, verificar a correlação da doença com a presença de anteras presas, comparar e avaliar os materiais quanto a reação à doença, através do efeito nos componentes do rendimento, e quanto aos métodos de avaliação da doença, bem como avaliar o efeito de épocas de semeadura na ocorrência da doença.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de fitopatologia e no campo experimental da FAMV da Universidade de Passo Fundo, durante as safras agrícolas de trigo de 2005 e 2006.

**Ano 2005:** Foram utilizados três cultivares de trigo (BRS 179, CD 114 e Pampeano) e uma linhagem (CEP 00-59) indicados como os mais resistentes à giberela, pelas respectivas instituições obtentoras, e um cultivar suscetível (BR 23). Também foram incluídas outras

espécies suscetíveis à giberela, como Centeio (BR 1), Triticale (BRS Minotauro) e Cevada (BRS 195). Cruzamentos e algumas características dos genótipos de trigo estudados encontram-se na Tabela 1.

Uma área de rotação de culturas, dessecada 10 dias antes da semeadura foi destinada para o ensaio. A semeadura foi realizada em cinco diferentes épocas (Tabela 2), com a finalidade de coincidir o período de floração com a ocorrência de períodos críticos (PC), favoráveis à doença. A primeira época foi semeada dia 25/06/2005 e a cada 7 a 10 dias foram semeadas as demais épocas, finalizando com a quinta época no dia 28/07/2005. Os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente em três repetições, em parcelas de 10,0 m de comprimento por 1,0 m de largura. Cada parcela constou de cinco linhas espaçadas 0,20 m entre si, com uma densidade de 350 sementes aptas/m<sup>2</sup> nos cultivares de trigo, 400 sementes aptas/m<sup>2</sup> para o centeio, 320 sementes aptas/m<sup>2</sup> para a cevada e 370 sementes aptas/m<sup>2</sup> para o triticale. As sementes foram tratadas com o inseticida imidacloprida (Gaucho-100 mL/100 kg de sementes) mais o fungicida triadimenol (Baytan-270 mL/100 kg de sementes). Foi adicionado na semeadura 250 kg ha<sup>-1</sup> do adubo 5-25-25 (NPK), mais 100 kg ha<sup>-1</sup> de uréia em cobertura, na fase de afilhamento.

No controle de plantas daninhas do trigo e triticale foi realizada uma aplicação do herbicida iodosulfurom-metílico (Hussar) na dose de 0,1 kg ha<sup>-1</sup> + espalhante adesivo Hoefix na dose de 0,5 L ha<sup>-1</sup> no estágio de afilhamento. Para a cultura da cevada e do centeio o controle foi manual através da capina, já que não existe herbicidas seletivos para estas culturas.

Tabela 1. Características dos genótipos de trigo estudados\*

Cultivar/ Linhagem	Cruzamento	Ciclo (dias)		Altura	Reação a Giberela <sup>3</sup>	Fonte de resistência provável
		Esp <sup>1</sup>	Mat <sup>2</sup>			
BR 23	CORRE CAMINOS/ ALONDRA SIB/3/IAS 54- 20/COTIPORÃ//CNT8	86	144	Média	S	
BRS 179	BR35/ PF8596/3/ PF772003*2/PF 813//PF 83899	94	145	Média/ Alta	MR	
CEP00-59	CEP 93173/FEPAGRO 15	86	139	Alta	MR	Shangai 8
CD 114	PF 89232/OC 938	69	125	Baixa	MS	
PAMPEANO	ORL 91274/ORL 93807//ORL 95711 'S'	84	137	Alta	MR	Sumai 3

<sup>1</sup> Espigamento = número médio de dias da sementeira ao espigamento.

<sup>2</sup> Maturação = número médio de dias da sementeira à colheita.

\*Informação fornecida pelo obtentor do material.

<sup>3</sup>S = Suscetível; MS = moderadamente suscetível; MR = Moderadamente resistente.

Tabela 2. Data de sementeira e das avaliações em 2005

2005 Época	Sementeira	1º avaliação (espigas)	2º avaliação (espigas)	3º avaliação (espiguetas)
1º	25/06/05	18 e 19/10/05	21/10/05	27 e 29/10/05
2º	02/07/05	13/10/05	20/10/05	04/11/05
3º	11/07/05	21/10/05	10/11/05	11/11/05
4º	20/07/05	30/10/05	11/11/05	14/11/05
5º	28/07/05	01 e 03/11/05	18/11/05	21/11/05

Para o controle de doenças de parte aérea foram realizadas duas aplicações de fungicida até o emborrachamento, sendo em ambas aplicado o fungicida tebuconazole (Folicur), na dose de 0,6 L ha<sup>-1</sup>.



Também foi efetuado o controle de pragas de parte aérea no final da antese, com o inseticida imidacloprida + beta-ciflutrina (Connect) na dose de 150 mL.ha<sup>-1</sup> mais o inseticida lufenurom (Match) na dose de 100 mL.ha<sup>-1</sup>.

**Ano 2006:** Foram utilizados dois cultivares de trigo (BR 23 e Pampeano), semeados em seis épocas diferentes (Tabela 3).

Tabela 3. Data de semeadura e das avaliações em 2006

2006 Época	Semeadura	1º avaliação (espigas)	2º avaliação (espigas)	3º avaliação (espiguetas)
-	29/05/06	(Geada)	-	-
-	07/06/06	(Geada)	-	-
1º	19/06/06	10/10/06	27/10/06	27/10/06
2º	30/06/06	17/10/06 - BR 23 23/10/06 - Pampeano	03/11/06	03/11/06
3º	11/07/06	31/10/06	07/11/06	07/11/06
4º	21/07/06	-	07/11/06	07/11/06

(-) Não houve avaliação

Os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente em quatro repetições, em parcelas de 10,0 m de comprimento por 1 m de largura. Cada parcela constou de cinco linhas espaçadas 0,20 m entre si, com uma densidade de 370 sementes aptas/m<sup>2</sup>. As sementes foram tratadas com o inseticida imidacloprida (Gaucho-60 mL/100 kg de sementes) mais os fungicidas triadimenol (Baytan-270 mL/100 kg de sementes) e iprodiona (Rovral - 200 mL/100 kg de sementes). Foi adicionado na semeadura 250 kg ha<sup>-1</sup> do adubo 5-25-25 (NPK), mais 80 kg ha<sup>-1</sup> de uréia em cobertura, na fase de afilamento.

No controle de plantas daninhas do trigo foi realizada uma aplicação do herbicida iodosulfurom-metílico (Hussar) na dose de 0,1 kg ha<sup>-1</sup> + espalhante adesivo Hoefix na dose de 0,5 L ha<sup>-1</sup> no estágio de afilhamento.

Embora o período favorável de semeadura recomendado para Passo Fundo seja de 1º de junho a 10 de julho a semeadura foi realizada em um período mais abrangente para avaliar diferentes datas de espigamento e sua relação com a ocorrência da doença.

## **2.1 Avaliação da duração da antese**

Avaliações da caracterização da antese foram realizadas em todos os genótipos, na segunda época de semeadura (02/07/2005), quando surgiram as primeiras anteras soltas expostas pendentes externamente pelo filete. Para cada cultivar, em cada parcela, foram marcadas 6 plantas, aleatoriamente, com seus respectivos afilhos, para o acompanhamento diário, das diferentes características apresentadas durante a antese. Em cereais de inverno, entende-se por floração o período em que os órgãos masculinos da flor (anteras) estão expostos, antese. Assim, foram determinados os períodos de duração da antese em uma área de 1,0 m<sup>2</sup>, em uma espiga e em uma planta. A determinação do período da antese foi estabelecida a partir do surgimento das primeiras anteras soltas até a deiscência das mesmas.

## **2.2 Quantificação do número de anteras presas/soltas e presença de *Fusarium graminearum***

Ao término da floração (segunda época – 2005) foram coletadas todas as espigas das plantas marcadas (6 plantas) e contado o número de anteras presas e o número de espiguetas por espiga, pela dissecação das espiguetas. Também foram coletadas 100 anteras soltas e 100 presas que foram devidamente desinfetadas com hipoclorito de sódio e plaqueadas em meio de cultura específico para *F. graminearum* (SEGALIN & REIS, 2008). Determinou-se a incidência do patógeno nos dois tipos de anteras após sete dias de incubação, em câmara climatizada à temperatura de  $25\pm 2$  °C, iluminada com lâmpadas fluorescentes luz do dia, fotoperíodo de 12 h e umidade relativa ambiente.

Como antera solta considerou-se aquela que permaneceu exposta externamente, pendente pelo filete, presa àquela que permaneceu aprisionada entre as extremidades apicais das glumas, somente com o ápice visível, e interna aquela que permaneceu no interior da flor (Figura 1 e Figura 2).

Durante a antese, procurando diferenciar os cultivares, bem como diferenciá-los de outros cereais de inverno suscetíveis à giberela (centeio e triticale), foi realizada a mensuração do comprimento de 100 anteras soltas, com a ajuda de um paquímetro digital. Na cultura da cevada foi avaliado somente o número de anteras presas, já que o objetivo com esta espécie foi identificar o tipo de antera presente.

Nas três repetições da quarta e quinta época de semeadura (20/07 e 28/07/2005) foram coletadas 25 espigas de cada genótipo com apenas uma espiguetas giberelada onde foi realizada avaliação de anteras presas nas duas flores externas, descartando a flor central, que em muitas espiguetas não foi fecundada. O resultado foi expresso em percentual do número de espiguetas com anteras presas nas 25 espiguetas de cada genótipo estudado. Para a análise dos genótipos em relação à presença de anteras presas os dados foram transformados em  $\text{Log}_n$  utilizando-se o delineamento em faixas. Os dados encontrados para as anteras presas foram correlacionados com os resultados da primeira e segunda avaliação no campo, de incidência, severidade e índice da doença, nos cinco materiais.

### **2.3 Avaliações da intensidade da doença**

**Ano 2005:** Foram realizadas três avaliações de giberela em todas as épocas. Para isso foram marcados na segunda linha de cada parcela 5,0 metros, onde foi realizada a primeira e segunda avaliação, quantificando-se a incidência em espigas, após o aparecimento dos primeiros sintomas. A terceira avaliação constou da quantificação do número de espiguetas infectadas por espiga (severidade) no momento de maior contraste entre espiguetas sadias e doentes. Para esta avaliação foram coletadas 100 espigas e determinado o número de espiguetas sadias e doentes.

**Ano 2006:** Foram realizadas três avaliações da doença, exceto na quarta época, onde foram realizadas apenas duas avaliações devido ao aparecimento tardio dos sintomas. Para cada avaliação foram

coletadas 100 espigas de cada cultivar, determinando-se o percentual de espigas doentes (incidência) na primeira e segunda avaliação e o percentual de espiguetas doentes (severidade) na terceira avaliação.

Tanto em 2005 como em 2006 a infecção dos genótipos pelo patógeno ocorreu sob condições naturais. O índice de giberela (IG) foi calculado por:  $IG = (I \times S)/100$ , onde I é a incidência em espigas obtida na segunda avaliação e S é severidade obtida por incidência em espiguetas.

#### **2.4 Avaliações do rendimento de grãos**

Na maturação as plantas foram colhidas mecanicamente, totalizando 10 m<sup>2</sup> sendo determinados o rendimento de grãos (kg ha<sup>-1</sup>), o peso de mil grãos (PMG) e o peso do hectolitro (PH).

### **3.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **Caracterização da antese**

A duração da antese em cultivares suscetíveis de trigo, tritcale e centeio foi mais longa do que em Pampeano e BRS 179, e CEP 0059 não diferiu estatisticamente dessas (Tabela 4). Esses materiais foram os que se destacaram na média das épocas em menor severidade e índice de doença. A cultivar CD 114 apresentou o menor número de anteras presas em relação aos outros materiais e um maior período de duração da antese tanto na área examinada como em uma planta e em uma espiga, o que pode justificar sua alta suscetibilidade

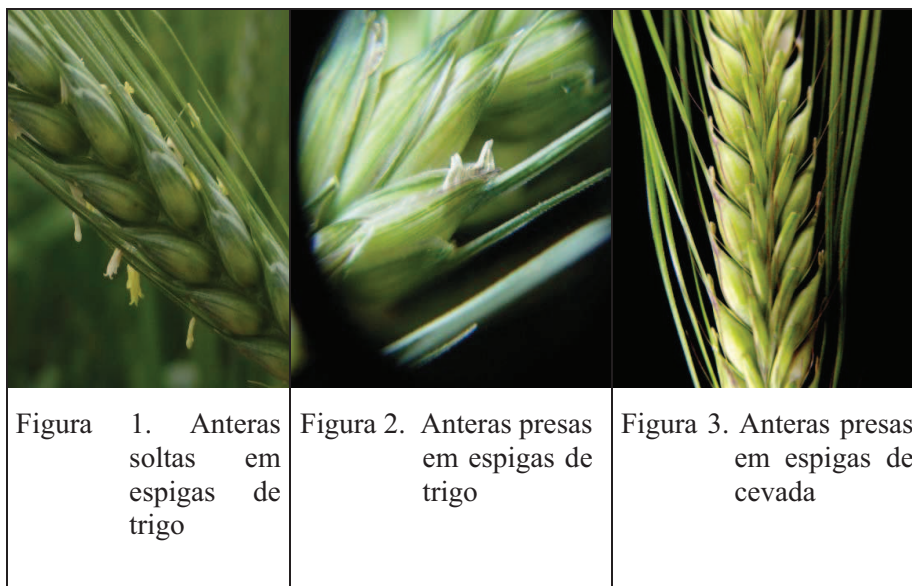
devido ao maior período de exposição das anteras às condições climáticas. Ao contrário, na avaliação (4ª e 5ª épocas - Tabela 5) a cultivar CD 114 apresentou o maior percentual de espiguetas com anteras presas. O cultivar BRS 179 apresentou o menor número de dias em antese na área, planta e espiga, e apresentou o maior número de anteras presas em relação aos cultivares de trigo analisados. Para o cultivar BR 23, Vargas et al (2000), observaram a duração da antese em 1996 e 1997 e encontraram valores de 15 e 17 dias o que se assemelha ao resultado observado neste trabalho de 17,3 dias.

Tabela 4. Caracterização da antese em centeio, cevada, cultivares de trigo e triticales, quanto à duração (dias) em uma área de 1m<sup>2</sup>, número de anteras presas e número de espiguetas por espiga. Passo Fundo, FAMV, 2005

Cultivar	DAA <sup>1</sup>	DAP <sup>1</sup>	DAE <sup>1</sup>	NAP <sup>2</sup>	NEE <sup>3</sup>
BR 23	17,3 a	8,3 b	5,4 abc	7,2 cd	13,3 d
BRS 179	14,3 b	5,8 d	4,3 c	11,9 b	13,8 d
CEP 0059	16,6 ab	7,8 bc	4,8 bc	4,9 de	13,7 d
CD114	17,6 a	10,3 a	6,6 a	4,4 e	12,3 d
Pampeano	14,3 b	8,9 b	5,6 ab	4,9 de	12,7 d
Triticale	17,3 a	7,9 bc	5,3 bc	8,7 c	20,3 c
Centeio	17,6 a	6,5 cd	5,6 ab	5,4 de	31,4 a
Cevada	-	-	-	17,0 a	24,2 b
C.V.%	7,8	9,2	11,5	16,59	11,7

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Duncan a 5%. <sup>1</sup> média em dias de duração da antese (extrusão à deiscência) em uma área de 1m<sup>2</sup> (DAA); duração da antese em uma planta (DAP) e duração da antese em uma espiga (DAE) por meio do monitoramento de anteras soltas; <sup>2</sup> Número de anteras presas por espiga (NAP);<sup>3</sup> Número de espiguetas por espiga (NEE).

Conforme Briggs (1978), na cevada o florescimento difere significativamente entre cultivares. Em tipos de florescimento fechado as anteras podem ser empurradas para a ponta da espigueta e se sobressair entre a palea e a lema (Figura 3) ou mais tarde podem ser eliminadas pelo desenvolvimento do grão, por outro lado, em tipo de florescimento aberto as anteras podem ser totalmente extrusadas. A cevada diferiu estatisticamente de todos os materiais tendo o maior número de anteras presas por espiga. Identificou-se, portanto que a cultivar analisada apresentou florescimento fechado o que pode estar relacionado a suscetibilidade a giberela.



### **Relação entre anteras presas/soltas e presença de *Fusarium graminearum***

Em relação ao número de anteras presas foi demonstrada uma diferença significativa entre os genótipos, tendo a linhagem CEP 0059 se destacado pelo menor número de anteras presas (Tabela 5). A

presença desse tipo de anteras (valores transformados ou não) quando correlacionada aos dados da doença obtidos no campo demonstrou correlação com a incidência final de giberela espigas (2ª avaliação) e com o índice da doença (Tabela 6).

Analisando-se os genótipos individualmente, verificou-se que Pampeano e o cultivar suscetível BR 23 não diferiram em percentual de anteras presas sendo estatisticamente diferente de CEP 0059, que apresentou menor número de anteras presas e o maior grau de resistência entre os materiais. Assim, a resistência do cultivar Pampeano não pode ser explicada pela ausência de anteras presas. A cultivar CD 114 e a testemunha suscetível BR 23 também não diferiram.

Conforme a Tabela 7, aproximadamente 60% das anteras presas analisadas apresentam incidência de *F. graminearum* enquanto nas anteras soltas não foi detectada infecção. Panisson et al. (2002), quantificando a importância relativa das anteras soltas e presas no processo infeccioso da giberela em trigo, em Passo Fundo-RS, no ano 2000, concluíram que no estágio de floração plena a infecção foi de 11,8% nas anteras soltas e de 24,3% nas anteras presas.

A relação entre intensidade da doença e o comprimento das anteras soltas indicou que o centeio apresentou o maior comprimento (8,6 mm) e o maior percentual de anteras infectadas por *F. graminearum* (72%). Em estudo realizado por Panisson et al (2003), o centeio foi o mais suscetível à doença entre cereais de inverno, sugerindo que esta condição pode estar relacionada com o tamanho das anteras, as maiores entre as espécies testadas. Provavelmente esse fator oferece uma maior área de exposição para os



esporos depositarem-se sobre as anteras. Há diferenças entre o tamanho das anteras entre os genótipos de trigo, e entre trigo, triticale e centeio. O triticale em relação ao percentual de infecção nas anteras presas não diferiu estatisticamente do centeio e dos trigos BR 23, CD 114 e Pampeano.

Tabela 5. Percentual de espiguetas com anteras presas em espiguetas gibbereladas. Passo Fundo/RS- FAMV, 2005

4º Época	BR - 23	BRS 179	CD 114	CEP 0059	Pampeano
I rep	32	48	64	40	72
II rep	44	52	68	44	40
III rep	24	88	44	20	52
5º Época					
I rep	64	64	72	44	44
II rep	72	84	84	28	44
III rep	68	64	80	36	24
Média*	AB 50,67	A 66,67	A 68,67	B 35,33	AB 46,00

\*Médias seguidas de mesma letra não apresentam diferença significativa pelo teste de Duncan a 1%.

### Diferenciação de cultivares/linhagem

Em 2005, a primeira época de semeadura (25/06) foi a menos favorável para a doença (Tabelas 8, 9 e 10). O intervalo entre o início da floração e o início do molhamento das espigas variou de 10 a 16 dias em BRS 179 e CD 114, respectivamente (ZOLDAN, dados não publicados). Como a duração máxima da antese em uma área de 1 m<sup>2</sup> foi 17,6 dias o período de maior suscetibilidade já havia ocorrido.

A segunda e terceira época apresentaram os maiores índices da doença, tendo a floração iniciado principalmente no período de primeiro a 10 de outubro quando ocorreu 160,1 mm de precipitação pluvial seguido de 165,8 durante os dez dias seguintes. No entanto a terceira época de semeadura (11/07) se destacou pelos maiores rendimentos (Tabela 11).

Tabela 6. Coeficientes de correlação geral entre avaliação de doença no campo e anteras presas. Passo Fundo/RS- FAMV-UPF, 2005

	Inc 1 <sup>1</sup>	Inc 2 <sup>2</sup>	Severidade <sup>3</sup>	Índice <sup>4</sup>	Ant_nt <sup>5</sup>	Ant_tf <sup>6</sup>
Inc 1 <sup>1</sup>	1.00000	0.32303 0.0817 ns	0.41387 0.0230 *	0.44175 0.0145 *	0.14161 0.9779 ns	0,02610 0,8911 ns
Inc 2 <sup>2</sup>		1.00000	0,49719 0,0052 **	0,65045 <.0001 **	0,40571 0,0261*	0,39640 0,0301 *
Severidade <sup>3</sup>			1.00000	0,97381 <.0001 **	0,31656 0,0883 ns	0,28686 0,1243 ns
Índice <sup>4</sup>				1.00000	0,39016 0,0331 *	0,36336 0,0484*
Ant nt <sup>5</sup>					1.00000	0,97946 <.0001 **
Ant tf <sup>6</sup>						1.00000

<sup>1</sup>: Incidência inicial; <sup>2</sup> : Incidência final; <sup>3</sup>: Severidade; <sup>4</sup>: Índice = (Incidência X severidade)/100; <sup>5</sup>: Percentual de espiguetas com anteras presas (Não Transformadas); <sup>6</sup> Percentual de espiguetas com anteras presas (transformadas em Log<sub>n</sub>)

\*\* : Significativo a 1% de probabilidade \* : Significativo a 5% de probabilidade

A qualidade de grãos expressa pelo peso de mil grãos (PMG) e peso específico (PH) (Tabelas 12 e 13) foi superior na quinta época de semeadura (28/07). Nesta época não recomendada para o cultivo, o florescimento ocorreu na segunda quinzena de outubro tendo ocorrido períodos críticos para a infecção, mas durante o

enchimento de grãos, em novembro, as condições climáticas não foram favoráveis a doença.

Por meio das análises realizadas no ano de 2005 pode-se destacar o nível de resistência à doença do cultivar Pampeano e da linhagem CEP 0059. Os dois materiais apresentam menos incidência, menos severidade e conseqüentemente menor índice de doença. O cultivar BRS 179 mostrou severidade e índice de doença intermediário. Lima et al. (2000), em 1998 observaram que o cultivar BRS 179 possui um elevado grau de resistência Tipo II (resistência à colonização subsequente ao tecido após a infecção) e também resistência do Tipo I (definida como resistência à infecção inicial). No cultivar Pampeano foi observado em muitas espiguetas que apenas um grão manifestava o sintoma de giberela, característica que pode ter superestimado a severidade na cultivar, pois foi considerada sempre como uma espiguetta doente. Essa característica pode ser considerada como um tipo de resistência que restringe a infecção.

O cultivar Pampeano foi superior aos outros materiais em PH, PMG e rendimento. Além da maior tolerância a doença, também apresenta outras características de cultivo desejáveis ao melhoramento. Pampeano e a linhagem CEP 0059 apresentam em sua genealogia germoplasma materiais chinês. Pampeano apresenta o cultivar Sumai 3 enquanto CEP 0059 tem Shangai 8 em sua genealogia. O cultivar chinês de trigo Sumai 3 tem sido considerado a fonte com o maior grau de resistência a giberela e é amplamente utilizado no mundo (BAI & SHANER, 2004; YU et al, 2006).

Tabela 7. Comprimento médio de anteras soltas em cultivares de trigo e centeio, incidência de *Fusarium graminearum* em anteras soltas e presas. Passo Fundo/RS- FAMV, 2005

Cultivar/Linhagem	CPA <sup>1</sup> (mm)	Incidência de <i>F.graminearum</i>	
		AP <sup>2</sup> (%)	AS <sup>2</sup> (%)
BR 23	3,3 c	60 abc	0,0 a
BRS 179	2,9 de	50 c	0,0a
CD114	2,7 de	58 bc	0,0 a
CEP 00 59	2,7 de	50 c	0,0 a
Pampeano	2,9 de	55 bc	0,0 a
Triticale	4,5 b	66 ab	0,0 a
Centeio	8,6 a	72 a	0,0a
Média*	3,9	58,7	0,0
C.V.%	3,8	15,3	0,0

\*Médias seguidas por mesmas letras não apresentam diferença significativa pelo teste de Duncan a 5%. 1- CPA comprimento das anteras soltas; 2- AS anteras soltas; AP antera presa.

Tabela 8. Efeito da época de semeadura e cultivar na incidência de giberela em espigas de trigo e triticale na safra 2005. Passo Fundo/RS- FAMV

ÉPOCAS	BR 23	BRS 179	CEP 0059	CD 114	Pampeano	Triticale	Médias
I	49,2	70,7	58,9	68,5	28,6	69,1	57,52 c
II	90,1	95,4	79,2	96,4	93,1	99,3	92,27 a
III	96,4	95,3	85,6	96,5	84,6	98,57	92,82 a
IV	78,8	83,8	52,4	93,1	76,7	93,1	79,66 b
V	76,0	87,3	81,2	89,5	75,7	93,9	83,93 b
Médias*	<b>B 78,13</b>	<b>A 86,49</b>	<b>B 71,48</b>	<b>A 88,81</b>	<b>B 71,74</b>	<b>A 90,79</b>	
C.V.							
Geral %	8,24						

\*Médias seguidas por mesmas letras não apresentam diferença significativa pelo teste de Duncan a 5%

Na safra 2005 a incidência média da doença variou de 57,52 a 92,82 %, muito superior ao ocorrido na safra 2006 (Tabela 14, 15 e 16) quando o máximo atingiu 42,5%. O maior valor de incidência em 2005, no trigo, foi 96,5% e em 2006, 44,5%.

Em 2006, condições climáticas não favoráveis à ocorrência de giberela a incidência em BR 23 chegou ao máximo de 53,25 %, a severidade não ultrapassou 22,32 % e o índice 11,94 % na época de maior ocorrência, semeadura em 30/06/2005. Pampeano foi superior em resistência à doença e as demais características avaliadas, em todas as épocas, de cultivo quando comparado a BR 23. O índice máximo de doença obtido em relação a Pampeano foi 1,85%.

Forte massa de ar frio atingiu o Rio Grande do Sul na primeira semana de setembro de 2006, causando eventos de geada forte e temperatura negativa. A ocorrência de geada causou danos para a agricultura regional, atingindo muitas lavouras de cereais de inverno em suas fase mais crítica (floração), especialmente devido ao aceleração do ciclo de desenvolvimento pela temperatura elevada registrada em junho e julho do corrente ano. A chuva de setembro foi 94,0 mm abaixo da média histórica (206,8 mm), o mês de outubro de 2006 caracterizou-se por temperatura elevada e chuva abaixo da média (CUNHA, 2006b). Estes eventos justificam a perda das duas primeiras épocas de plantio e os rendimentos inferiores observados em 2006 (Tabela 17). Além das adversidades climáticas, a baixa densidade populacional e a presença de invasoras prejudicaram o desenvolvimento e rendimento da cultura. Ao contrário, em relação a qualidade de grãos, devido a baixa ocorrência de chuvas da floração

ao enchimento de grãos, no ano 2006, o PH e o PMG foram superiores (Tabela 18 e 19).

Tabela 9. Efeito da época de semeadura e cultivar na severidade de giberela em trigo e triticale na safra 2005. Passo Fundo/RS- FAMV

ÉPOCAS	BR 23	BRS 179	CEP 0059	CD 114	Pampeano	Triticale	Médias
I	33,9	27,9	27,2	37,7	11,4	23,4 c	<b>26,94 b</b>
II	60,4	47,2	31,7	45,8	38,5	38,3 bc	<b>43,66 a</b>
III	53,1	44,5	28,3	51,7	30,9	57,6 a	<b>44,36 a</b>
IV	43,2	28,7	20,3	49,2	35,8	50,1 ab	<b>37,91 a</b>
V	41,3	26,8	35,4	59,3	40,0	31,8 c	<b>39,11 a</b>
<b>Médias*</b>	<b>A 46,41</b>	<b>BC 35,03</b>	<b>C 28,57</b>	<b>A 48,77</b>	<b>BC 31,33</b>	<b>AB 40,26</b>	
C.V. Geral %	21,55						

\*Médias seguidas por mesmas letras não apresentam diferença significativa pelo teste de Duncan a 5%

Tabela 10. Efeito da época de semeadura e cultivar no índice de giberela em trigo e triticale na safra 2005. Passo Fundo/RS- FAMV

ÉPOCAS	BR 23	BRS 179	CEP 0059	CD 114	Pampeano	Triticale	Médias
I	16,9	20,3	15,8	25,9	3,5	16,6	<b>16,51 c</b>
II	54,5	45,5	26,1	44,2	35,9	38,0	<b>40,70 a</b>
III	51,4	42,5	24,1	49,9	26,3	56,8	<b>41,80 a</b>
IV	34,3	23,7	11,1	45,9	28,1	46,9	<b>31,66 b</b>
V	31,4	23,8	28,7	53,2	30,4	29,8	<b>32,88 b</b>
<b>Médias*</b>	<b>AB 37,71</b>	<b>BC 31,16</b>	<b>D 21,15</b>	<b>A 43,80</b>	<b>CD 24,82</b>	<b>AB 37,62</b>	
C.V. Geral %	23,05						

\*Médias seguidas por mesmas letras não apresentam diferença significativa pelo teste de Duncan a 5%

Tabela 11. Efeito da época de semeadura e cultivar no rendimento de grãos em trigo e triticale na safra 2005. Passo Fundo/RS- FAMV

ÉPOCAS	BR 23	BRS 179	CEP 0059	CD 114	Pampeano	Triticale	Médias
I	2503,7	2262,8	3143,7	3274,3	3284,5	2900,9	<b>2894,9 b</b>
II	2312,1	2085,3	3261,6	3291,8	3658,5	3269,4	<b>2979,7 b</b>
III	2612,4	2253,6	3690,1	3556,2	4016,0	3216,6	<b>3224,1 a</b>
IV	2654,5	2050,4	3009,7	3165,9	3422,3	3372,2	<b>2945,8 b</b>
V	2923,8	2784,1	2925,7	2993,1	3416,1	3178,6	<b>3036,8 b</b>
<b>Médias*</b>	<b>C 2601,3</b>	<b>D 2887,2</b>	<b>B 3206,1</b>	<b>B 3256,2</b>	<b>A 3559,5</b>	<b>B 3187,5</b>	
C.V.							
Geral %	<b>6,74</b>						

\*Médias seguidas por mesmas letras não apresentam diferença significativa pelo teste de Duncan a 5%

Tabela 12. Efeito da época de semeadura e cultivar no peso específico (PH) de grãos em trigo e triticale na safra 2005. Passo Fundo/RS- FAMV

ÉPOCAS	BR 23	BRS 179	CEP 0059	CD 114	Pampeano	Triticale	Médias
I	71,4	71,3	72,5	69,7	74,9	65,8	<b>70,95 e</b>
II	72,4	73,3	75,8	74,3	76,5	67,6	<b>73,30 d</b>
III	74,5	74,6	74,9	76,6	78,6	68,6	<b>74,65 c</b>
IV	76,3	76,7	78,1	77,5	76,5	69,5	<b>75,78 b</b>
V	78,9	77,4	79,1	79,1	78,5	69,5	<b>77,11 a</b>
<b>Médias*</b>	<b>C 74,72</b>	<b>C 74,69</b>	<b>AB 76,08</b>	<b>BC 75,46</b>	<b>A 76,98</b>	<b>D 68,23</b>	
C.V.							
Geral %	1,26						

\*Médias seguidas por mesmas letras não apresentam diferença significativa pelo teste de Duncan a 5%

Tabela 13. Efeito da época de semeadura e cultivar no peso de mil grãos (PMG) em trigo e triticale na safra 2005. Passo Fundo/RS-FAMV

ÉPOCAS	BR 23	BRS 179	CEP 0059	CD 114	Pampeano	Triticale	Médias
I	29,9	25,5	27,1	28,5	36,2	28,6	<b>29,31 c</b>
II	29,5	23,8	26,1	28,5	35,9	31,7	<b>29,27 c</b>
III	31,8	25,1	27,7	30,3	37,0	29,2	<b>30,20 bc</b>
IV	33,9	24,1	27,3	33,3	36,7	29,9	<b>30,89 ba</b>
V	35,4	30,6	29,3	30,9	36,9	31,3	<b>32,25 a</b>
<b>Médias*</b>	<b>B 32,13</b>	<b>E 25,83</b>	<b>D 27,31</b>	<b>C 30,34</b>	<b>A 36,54</b>	<b>C 30,16</b>	
C.V. Geral %							3,68

\*Médias seguidas por mesmas letras não apresentam diferença significativa pelo teste de Duncan a 5%

Tabela 14. Efeito da época de semeadura e cultivar na incidência em espigas de giberela em trigo na safra 2006. Passo Fundo/RS- FAMV

ÉPOCAS	BR 23	PAMPEANO	Média
I	18,00	12,75	<b>15,37 c</b>
II	53,25	31,25	<b>42,25 a</b>
III	44,50	28,00	<b>36,25 a</b>
IV	29,25	23,50	<b>26,37 b</b>
<b>Média*</b>	<b>A 36,25</b>	<b>B 23,87</b>	
C.V. geral %			9,85

\*Médias seguidas por mesmas letras não apresentam diferença significativa pelo teste de Duncan a 5%



Tabela 15. Efeito da época de semeadura e cultivar na severidade de giberela em trigo na safra 2006. Passo Fundo/RS- FAMV

<b>ÉPOCAS</b>	<b>BR 23</b>	<b>PAMPEANO</b>	<b>Média</b>
I	2,44	1,28	<b>1,86 c</b>
II	22,32	5,81	<b>14,06 a</b>
III	9,78	3,73	<b>6,75 b</b>
IV	3,64	2,82	<b>3,50 c</b>
<b>Média*</b>	<b>A 9,55</b>	<b>B 3,54</b>	
C.V. geral %	24,57		

\*Médias seguidas por mesmas letras não apresentam diferença significativa pelo teste de Duncan a 5%

Tabela 16. Efeito da época de semeadura e cultivar no índice de giberela em trigo na safra 2006. Passo Fundo/RS- FAMV

<b>ÉPOCAS</b>	<b>BR 23</b>	<b>PAMPEANO</b>	<b>Média</b>
I	0,51	0,17	<b>0,34 c</b>
II	11,94	1,85	<b>6,89 a</b>
III	4,40	1,05	<b>2,72 b</b>
IV	1,07	0,80	<b>0,94 c</b>
<b>Média*</b>	<b>A 4,48</b>	<b>B 0,97</b>	
C.V. geral %	34,40		

\*Médias seguidas por mesmas letras não apresentam diferença significativa pelo teste de Duncan a 5%

Tabela 17. Efeito da época de semeadura e cultivar no rendimento de grãos em trigo na safra 2006. Passo Fundo/RS- FAMV

<b>ÉPOCAS</b>	<b>BR 23</b>	<b>PAMPEANO</b>	<b>Médias</b>
I	2004,89	2199,34	<b>2102,1 b</b>
II	2252,54	3327,29	<b>2789,9 a</b>
III	1751,59	2516,4	<b>2134,0 b</b>
IV	2198,34	2765,5	<b>2481,9 ab</b>
<b>Médias*</b>	<b>B 2051,84</b>	<b>A 2702,14</b>	
C.V. geral %	11,48		

\*Médias seguidas por mesmas letras não apresentam diferença significativa pelo teste de Duncan a 5%

Tabela 18. Efeito da época de semeadura e cultivar no peso específico (PH) de grãos em trigo na safra 2006. Passo Fundo/RS- FAMV

<b>ÉPOCAS</b>	<b>BR 23</b>	<b>PAMPEANO</b>	<b>Média</b>
I	76,11	77,85	<b>76,98 a</b>
II	72,69	78,96	<b>75,82 a</b>
III	75,38	75,78	<b>75,88 a</b>
IV	76,05	74,88	<b>75,00a</b>
<b>Média*</b>	<b>B 75,06</b>	<b>A 76,79</b>	
C.V. geral %	3,35		

\*Médias seguidas por mesmas letras não apresentam diferença significativa pelo teste de Duncan a 5%

Tabela 19. Efeito da época de semeadura e cultivar no peso de mil grãos (PMG) em trigo na safra 2006. Passo Fundo/RS

<b>ÉPOCAS</b>	<b>BR 23</b>	<b>PAMPEANO</b>	<b>Média</b>
I	30,19	35,35	<b>32,77 b</b>
II	30,56	38,68	<b>34,62 a</b>
III	29,82	36,42	<b>33,12 b</b>
IV	31,40	33,17	<b>32,29 b</b>
<b>Média*</b>	<b>B 30,49</b>	<b>A 35,91</b>	
C.V. geral %	5,02		

\*Médias seguidas por mesmas letras não apresentam diferença significativa pelo teste de Duncan a 5%

#### 4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos identificaram correlação geral entre a incidência final de giberela no campo com o número de anteras presas. A importância das anteras presas no processo infeccioso foi comprovada.

A linhagem CEP 0059 e o cultivar Pampeano se destacaram por menor suscetibilidade a giberela, enquanto a cultivar CD 114 obteve o maior índice de doença.

A quantificação da giberela foi melhor representada pela avaliação do índice do que por outro critério fitopatométrico.

O ano de 2005 pode ser considerado epidêmico para a giberela. Em 2005 a primeira época de semeadura (26/06) foi a menos favorável à doença, enquanto a segunda (02/07) e terceira (11/07) apresentaram os maiores índices da doença. Em 2006 a primeira época (19/06) e a quarta (21/07) se destacaram pelo menor índice, enquanto

a segunda (30/06) teve a maior ocorrência. As diferentes intensidades de giberela nos dois anos avaliados indicam que o escalonamento de épocas de semeadura é uma medida de escape eficiente para manejar a ocorrência e a severidade da doença.

O desenvolvimento de cultivares com floração concentrada em um curto período contribuiriam com a eficiência do controle químico, já que uma quantidade maior de anteras seriam atingidas e protegidas pela calda depositada no momento da aplicação.

## CAPÍTULO IV

# INTERAÇÕES ENTRE TEMPERATURA E DURAÇÃO DO MOLHAMENTO DAS ESPIGAS SOBRE A INTENSIDADE DA GIBERELA EM TRIGO

Sandra Maria Zoldan<sup>1</sup> e Erlei Melo Reis<sup>2</sup>

### RESUMO

Em experimentos conduzidos em câmaras de crescimento com o cultivar suscetível de trigo BR 23 foram avaliadas as interações entre cinco temperaturas (10, 15, 20, 25 e 30°C) e onze períodos de molhamento das espigas (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 e 50 horas) sobre a intensidade da giberela. Cada temperatura constituiu um experimento e as horas de molhamento os tratamentos. Valores superiores a 90% de severidade da doença foram detectados a 25°C com 50 horas de molhamento. A 10°C, temperatura mínima estudada houve ocorrência da doença. As variações de intensidade da giberela do trigo pela temperatura, foram explicadas pelo modelo Beta generalizado. A duração do molhamento das espigas pelo modelo Gompertz. A intensidade da doença foi modelada em função da temperatura e da duração do molhamento das espigas. A equação resultante fornece uma descrição precisa da resposta da intensidade da giberela e aos efeitos combinados de temperatura e de duração do molhamento. Os dados foram utilizados para elaborar tabelas de

---

<sup>1</sup> Eng. Agrônoma, Bacharel em Ciências Econômicas, Mestre em Fitopatologia doutoranda do programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de concentração Fitopatologia - smzoldan@brturbo.com.br

<sup>2</sup> Orientador, Eng. Agr., Dr. Professor da FAMV/PPGAgro/UPF – erleireis@tpo.com.br

períodos críticos que serão utilizadas na validação de um modelo de previsão de giberela em trigo em experimentos conduzidos no campo.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum*, *Gibberella zeae*, períodos críticos, previsão de doenças.

## INTERACTIONS BETWEEN TEMPERATURE AND WETTING DURATION ON WHEAT SPIKES ON SCAB INTENSITY

### ABSTRACT

In experiments conducted in growth chamber using wheat cultivar BR 23 scab susceptible, interactions between five temperatures (10, 15, 20, 25 and 30°C) and eleven periods of scab wetting on scab intensity were assessed. Each temperature performed one experiment and wetting hours its treatments. Disease occurred even at 10°C, the minimum tested temperature. Variations in wheat scab intensity by temperature were explained by the Beta generalized model, and spikes wetting duration by the Gompertz model. Thus disease intensity was modeled in function of temperature and spikes hours of wetting duration. The resulting equation represents a precise description of the scab intensity answer to the combined effects of temperature and wetting durations. The model was used to elaborate tables of critical periods which will be used in the model field validation.

**Key-Words:** *Triticum aestivum*, *Gibberella zeae*, critical periods, disease warning system.

## 1 INTRODUÇÃO

A giberela é detectada em todas as regiões do mundo, onde são cultivados cereais de inverno. Esta doença causada pelo fungo *Gibberella zae* (Schw.) Petch é observada com mais frequência nas regiões tritícolas de clima quente, úmido e semi-úmido (principalmente onde as precipitações pluviais são freqüentes e a duração do molhamento das anteras superior a 48 horas) durante a floração (ANDERSEN, 1948; REIS et al., 1995 e PARRY et al. 1995).

A ocorrência desta doença no Brasil limita-se principalmente aos estados da Região Sul, onde as precipitações pluviais são freqüentes durante a época de floração do trigo. As epidemias mais recentes de giberela foram registradas em 1997, 1998, 2000 e 2002 (LIMA, 2004) e em 2005 (FERNANDES & MACIEL, 2006).

O conhecimento do período crítico (PC), que é um período de tempo (horas) identificável durante o qual as condições são favoráveis à infecção é fundamental na maioria dos sistemas de previsão de doenças. Corresponde ao número de horas em que os sítios de infecção devem permanecer continuamente molhados (período de molhamento = hm), a uma dada temperatura ( $T$  °C), para que se completem os subprocessos de germinação dos esporos, de penetração e de estabelecimento do parasitismo (REIS & WORDELL FILHO, 2004a). Portanto a infecção é diretamente influenciada pela duração do molhamento (hm) e da temperatura, já a colonização é

influenciada, sobretudo, pela temperatura (ZADOKS & SCHEIN, 1979).

Deve ser discutida ainda a importância da interação entre temperatura e o número de horas requeridas de molhamento diário para completar-se o processo infeccioso. O período crítico será mais curto quando a temperatura for ótima ao crescimento do patógeno. O processo infeccioso é bloqueado pela morte do tubo germinativo quando o molhamento cessar antes de completar-se a penetração. Grande número de esporos perde a viabilidade porque o período crítico não é satisfeito, sendo curto e, por isso, não possibilitando que o processo infeccioso seja completado. Tanto a umidade relativa (UR), vapor de água contido no ar, quanto o molhamento foliar desempenham importante papel no desenvolvimento de doenças de plantas. A diferença entre o efeito da umidade relativa alta (próxima à saturação) e o efeito do molhamento foliar é muito difícil de ser denominada (REIS & BRESOLIN, 2004).

Para o desenvolvimento de um sistema de previsão citam-se dois métodos: a) fundamental: desenvolvidos por meio de dados obtidos experimentalmente em condições controladas, avaliam o efeito da temperatura e a duração do molhamento sobre a infecção descrevendo um ou mais aspectos da interação patógeno-hospedeiro-ambiente; b) empírico: desenvolvidos a partir da coleta e análise de dados históricos de registro da doença e condições ambientais em um local determinado (MOSCHINI, 2003).

Dados obtidos em câmaras de crescimento fornecem uma idéia do que possivelmente ocorre no campo, mas podem não simular com exatidão o desenvolvimento da doença na natureza. Assim, da



mesma forma que um modelo é uma representação simplificada da realidade, o ambiente controlado é uma representação simplificada do ambiente de cultivo (Rotem, 1988 apud CARDOSO, 2006).

Conforme Reis & Wordell Filho (2004), a duração do molhamento contínuo e a temperatura requerida durante esse período para que ocorra a infecção variam grandemente entre os diferentes patógenos. Andersen (1948) realizou trabalho pioneiro no estudo dos efeitos da temperatura e umidade no desenvolvimento da giberela em ambiente controlado.

E após mais de 50 anos esse trabalho tem por objetivo realizar novas avaliações sobre a influencia da temperatura e horas de molhamento no comportamento do patógeno em condições controladas visando desenvolver um sistema de previsão da giberela em trigo.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi conduzido no laboratório de Fitopatologia e em câmaras climatizadas da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo – RS, no ano de 2006.

### **2.1 Cultivo das plantas**

Sementes de trigo cultivar suscetível BR 23 tratadas com o fungicida triadimenol 40g i.a./100 kg e inseticida imidacloprida 36g i.a./100 kg (Informações Técnicas da Comissão Centro – Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, 2006) foram cultivadas em

baldes plásticos contendo solo hortado. A densidade de semeadura foi de 10 sementes aptas por vaso. Os vasos foram mantidos em condições ambiente durante o desenvolvimento vegetativo das plantas que quando atingiram o estágio fenológico de emborrachamento foram transferidos para câmara climatizada com temperatura e fotoperíodo controlado 25°C e 12 horas de luz.

## **2.2 Produção de inóculo**

O inóculo foi produzido a partir de uma colônia pura de um isolado de *Fusarium graminearum* obtido e utilizado por Telles Neto (2004) pertencente a micoteca da FAMV. A partir da colônia original o fungo foi repicado com auxílio de agulha histológica flambada para placas de Petri contendo o meio de cultura ¼ BSA (50g de batata, 5 g de sacarose e 15 g de agar para cada 1000mL de meio de cultura) acrescido de antibiótico (sulfato de estreptomicina 0,2 g em 50 mL de água destilada-esterilizada). As placas foram incubadas a 25°C ± 2°C e com fotoperíodo de 12 horas até a colônia se desenvolver na placa. A partir das colônias desenvolvidas, preparou-se uma suspensão de macroconídios em água destilada com polioxietilenosorbitano (Tween 20 - 2 gotas/l) adicionando-se água destilada na placa sobre a colônia pura do fungo, pincelando-a para a liberação dos propágulos. A suspensão obtida foi coada e a densidade de inóculo foi determinada contando-se o número de conídios em 0,01 µL, vertida em uma lâmina, e por varredura examinada ao microscópio. A partir desta concentração e por diluição obteve-se a

concentração desejada para a inoculação de 40.000 esporos/mL conforme estudo realizado por Telles Neto (2004).

### **2.3 Inoculação**

A inoculação foi realizada em plantas mantidas em câmara de crescimento, pela deposição da suspensão do inóculo com aspersor manual sobre as espigas de trigo até o ponto de escorrimento, aos 7-8 dias após o início da extrusão das anteras. Tomou-se o cuidado de inocular somente as espigas das plantas que apresentavam desenvolvimento e floração uniforme.

### **2.4 Incubação**

Depois de inoculadas as plantas foram mantidas em câmara com temperatura de 10, 15, 20, 25 e 30°C e fotoperíodo de 12 horas protegidas por abrigos plásticos individuais para cada tratamento (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 e 50 horas de molhamento). Cada abrigo contém um aspersor na parte superior para garantir o molhamento contínuo das espigas durante os períodos pré-estabelecidos onde um temporizador eletrônico aciona o motor elétrico da bomba de pressão a intervalos de três horas. A temperatura máxima estudada para incubação foi 30°C, pois temperaturas superiores a essa durante várias horas prejudicam o desenvolvimento da cultura.

Ao término de cada período de molhamento as plantas foram transferidas para outra câmara climatizada com temperatura de

25°C e fotoperíodo de 12 horas controlados e com umidade relativa do ar mantida abaixo de 70% visando fornecer condições desfavoráveis a colonização do fungo. Através de um termo-higrógrafo a temperatura e umidade relativa do ar foram monitoradas.

## **2.5 Avaliações**

No décimo dia após a inoculação as espigas do trigo foram avaliadas quantificando-se o número de espiguetas infectadas ou incidência em espiguetas (%)

## **2.6 Análise estatística**

Empregou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições. Cada experimento (temperatura) foi constituído por onze tratamentos, os quais correspondem às diferentes horas de molhamento, perfazendo seis diferentes temperaturas e 11 diferentes períodos de molhamento. As unidades experimentais foram constituídas por seis vasos com cinco plantas cada. Portanto, cada tratamento continha 30 espigas. Todos os experimentos foram realizados duas vezes, sendo utilizados para análise os dados do experimento com menor variação.

### *2.6.1 Efeito da temperatura na intensidade de giberela em espigas de trigo*

Para o ajuste dos dados de temperatura foi utilizado o programa estatístico SAS® (SAS Institute Inc., 2004) no

procedimento NLIN (não linear). Os dados foram ajustados por meio de regressão não linear, usando-se a função Beta, citadas por Hau & Kranz (1990) a qual explica o efeito da temperatura sobre o desenvolvimento de doenças de plantas, onde:

$$Y=B1((X-B2)^{B4})((B3-X)^{B5})$$

Os parâmetros B2 e B3 representam as temperaturas mínimas e máximas, respectivamente, Y representa a intensidade da doença, X representa a temperatura testada, os parâmetros B1, B4 e B5, são parâmetros do próprio modelo e não possuem significado biológico.

#### *2.6.2 Efeito da duração do molhamento das espigas na intensidade de giberela do trigo*

Para o ajuste dos dados de molhamento das espigas também foi utilizado o programa SAS no procedimento NLIN. Os dados foram ajustados por meio de regressão não linear, testando-se os modelos de Gompertz, Logístico e Monomolecular citados em Campbell & Madden (1990). Para escolher o melhor modelo, a ser utilizado, levou-se em conta o maior coeficiente de determinação ajustado ( $R^{*2}$ ); o valor do quadrado médio dos desvios; a menor distribuição dos resíduos e a forma da curva do observado versus a prevista (JESUS JUNIOR et al., 2004).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à temperatura (Figura 1) observa-se que a faixa entre 20°C e 30°C, em concordância com Andersen (1948), é a que propicia a maior intensidade de doença, tendo a 25°C a máxima ocorrência da doença ( $90,96 \pm 3,8876\%$ ) quando há interação do maior período de molhamento, 50 h (Tabela 1). Mesmo na temperatura mínima estudada (10°C), na ausência de molhamento das espigas não se obteve a ausência de doença, isso pode ter ocorrido, pois na câmara de incubação houve períodos de variação da umidade relativa o que pode ter propiciado condições favoráveis à infecção e a colonização.

Ao contrário de Andersen (1948), que obteve traços da doença a 15°C, nesta temperatura registrou-se aproximadamente 43% de espiguetas infectadas no molhamento máximo estudado (50 h), enquanto que níveis da doença próximos a 5% foram observados a 10°C temperatura mínima estudada. A 30°C a intensidade da doença começa a diminuir principalmente nos períodos de molhamento inferiores a 25 horas.

Em relação ao efeito isolado da duração do molhamento das espigas na intensidade de giberela do trigo após a análise concluiu-se que os dados ajustaram-se melhor ao modelo de Gompertz, sendo:

$$Y = \text{EXP}(-(-\text{LN}(y_0)) * \text{EXP}(-r * h_m))$$

Onde Y representa a intensidade da doença,  $y_0$  o molhamento mínimo necessário para a doença, r a taxa de progresso

para o modelo de Gompertz e hm a duração do período de molhamento das espigas.

Períodos de molhamento inferiores a 10 horas apresentam um percentual de infecção próximo ou inferior a 6%, exceto a 25°C onde esse percentual ultrapassa a 10. A giberela é altamente dependente de molhamento, o que pode ser observado na Figura 2. Quanto maior duração do molhamento maior o número de espiguetas infectadas. Molhamentos de 30 horas ocasionam em temperatura igual ou superior a 20°C intensidades com 25% de espiguetas infectadas, enquanto que a 25°C essa intensidade é alcançada com 25 horas de molhamento. Molhamentos com duração superior a 40 horas acarretam em temperatura superior a 20°C mais de 50% de espiguetas infectadas. A interação da temperatura e do molhamento na intensidade de giberela do trigo foi obtida combinando-se as equações encontradas para os dois fatores onde  $Z=(2,0288*((T-10)**0,9594)*((35-T)**0,5178))*(EXP(-(-LN(0,00243))*EXP(-0,060839*hm))$  que deu origem ao gráfico da superfície de resposta (Figura 3).

Após a análise de regressão não-linear e com a equação gerada e utilizando-se uma planilha eletrônica Excel 6.0 colocando-se nas células a intensidade desejada da giberela expressa como intensidade de doença (0 a 100%) e a temperatura de 10 a 35°C, tomaram-se a duração do período de molhamento (hm) como incógnita e calculou-se sua duração para causar probabilidades desejadas de intensidades da doença. Os efeitos da temperatura foram calculados em intervalos de 1,0 °C e das variações do molhamento em intervalos de 1,0 h (Apêndice B). Os dados de resposta à infecção

foram denominados valores diários de infecção (VDPI) e classificados como VDPI = 0 corresponde a inexistência de doença; 1, corresponde de 1 a 15%; 2, de 16 a 40%; 3 de 41 a 60% e 4, mais de 60% de espiguetas infectadas. Os VDPI são somados toda vez que ocorrer alguma interação dos dados coletados pelo aparelho com as tabelas contidas em sua memória e então denominados soma dos valores diários de infecção (SVDPI), desta forma os valores somados (0, 1, 2, 3 e 4) representam segundo as tabelas diferentes intensidades (incidência em espiguetas) da doença nas parcelas no campo.

Com o procedimento descrito foram elaboradas tabelas com intervalos de temperatura de 2, 3, 4 e 5 °C (Tabelas 2, 3, 4 e 5) que podem servir como base de um sistema de aviso para a previsão da giberela em trigo. O desenvolvimento das tabelas visa identificar pela validação do sistema àquela que detecte com maior precisão os sintomas iniciais da giberela no campo. No campo os efeitos das interações entre temperatura e horas de molhamento sobre a infecção, sofrem influência de inúmeros fatores podendo diferir dos obtidos em condições controladas. Alguns desses fatores citados por Sutton (1988) são: variação das condições climáticas, disponibilidade de inóculo produzido (densidade), predisposição do hospedeiro (idade dos tecidos/órgãos suscetíveis), presença de nutrientes e de pesticidas no filoplano e atividade biológica antagônica dos organismos residentes no filoplano. Sendo assim a intensidade máxima da doença sob condições naturais de cultivo é dificilmente quantificada.



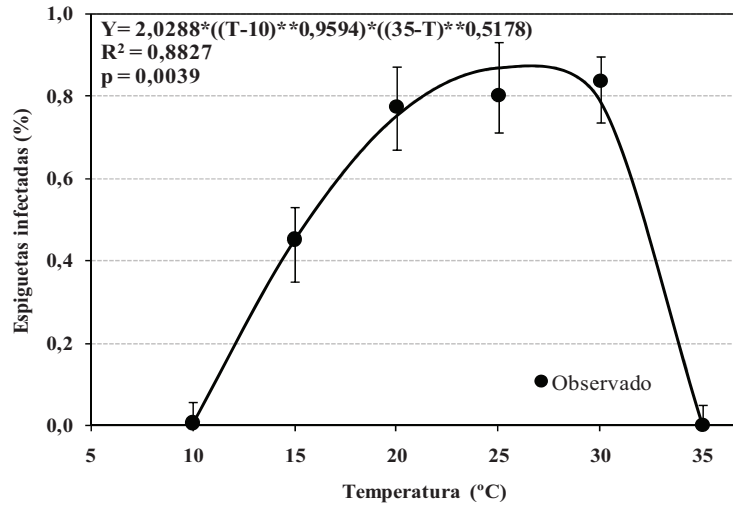


Figura 1. Incidência da *Gibberella zeae* em espiguetas de trigo (y) submetidas à diferentes temperaturas [T °C (x)] no cultivar Trigo BR 23. As barras representam o erro padrão da média e a linha em negro representa o modelo Beta - Generalizado. Passo Fundo, FAMV, 2006.

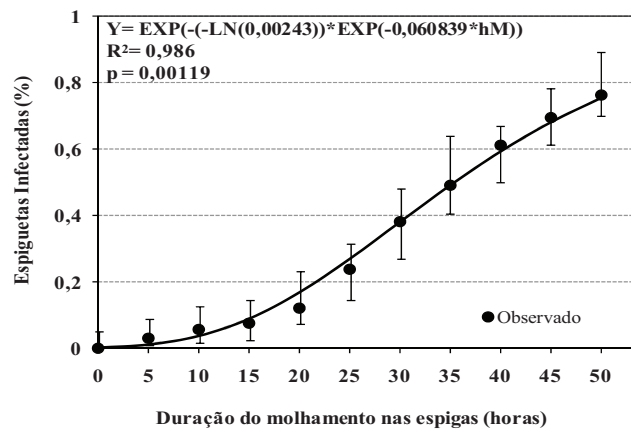


Figura 2. Incidência de *Gibberella zeae* em espiguetas de trigo (y) submetidas à diferentes períodos de molhamento [hm (x)] no cultivar Trigo BR 23. As barras representam o erro padrão da média e a linha em negro representa o modelo de Gompertz. Passo Fundo, FAMV, 2006.

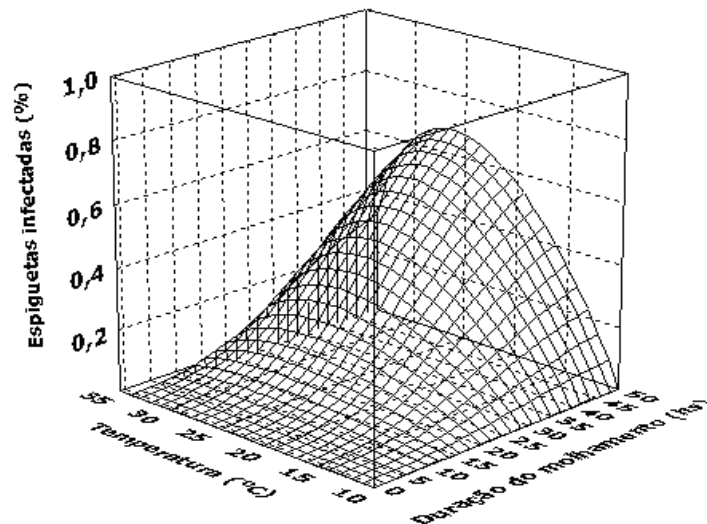


Figura 3. Superfície de resposta da interação entre duração do molhamento das espigas [hm (y)] e a temperatura [T°C(x)] sobre a intensidade da giberela do trigo (Z) na cultivar BR 23, Passo Fundo, FAMV, 2006.

Com o presente trabalho confirma-se a elevada suscetibilidade do trigo, principalmente pelo fato das temperaturas na região sul do Brasil, onde concentra-se a maior área cultivada de trigo, variarem normalmente ao redor dos 25°C (ótima para o desenvolvimento da doença) na época de maior suscetibilidade da cultura durante a floração. Esta temperatura aliada à alta umidade relativa do ar, também presente nesta época, tem provocado epidemias severas. No entanto, quando dispõem-se do conhecimento e monitoramento dos fatores temperatura e principalmente horas de molhamento pode-se utilizá-los no manejo da doença no campo, baseado em estratégias de controle químico associado à previsão de

epidemias. Aliados ao monitoramento da epidemia no campo, estes dados, interações entre temperatura e duração do período de molhamento das espigas poderão servir para o desenvolvimento de um modelo para estimar a epidemia de acordo com as condições locais de uma região a cada ano.

Tabela 1 – Interações entre temperaturas e duração do período de molhamento em espigas de trigo inoculadas na floração na incidência da giberela em espiguetas de trigo, cultivar BR 23. Passo Fundo, FAMV, 2006

hm <sup>1</sup>	Temperatura (°C)					
	10	15	20	25	30	35
Incidência em espiguetas (%) <sup>2</sup>						
0	0,6 ± 0,40*	6,78 ± 1,562	6,63 ± 0,76	0,49 ± 0,303	3,03 ± 1,223	0,00
5	1,1 ± 0,45	3,8 ± 0,453	6,64 ± 2,938	2,52 ± 1,816	2,80 ± 0,79	0,00
10	1,82 ± 0,04	3,27 ± 0,976	6,62 ± 2,011	10,67 ± 1,561	6,10 ± 1,116	0,00
15	0,7 ± 0,714	3,92 ± 1,107	12,48 ± 1,62	11,04 ± 1,483	7,63 ± 2,625	0,00
20	1,7 ± 0,53	8,65 ± 2,09	11,62 ± 2,58	16,34 ± 3,418	12,12 ± 1,73	0,00
25	0,3 ± 0,33	10,75 ± 2,92	15,0 ± 0,4	27,04 ± 3,478	28,76 ± 5,03	0,00
30	1,14 ± 0,47	10,42 ± 1,63	21,76 ± 4,99	33,21 ± 3,373	59,43 ± 1,49	0,00
35	4,9 ± 2,4	11,14 ± 1,84	33,8 ± 5,426	68,4 ± 3,912	67,53 ± 5,87	0,00
40	3,52 ± 1,44	15,66 ± 2,79	51,56 ± 2,67	53,76 ± 2,068	86,69 ± 2,48	0,00
45	3,6 ± 1,67	22,52 ± 3,73	64,8 ± 3,55	80,12 ± 8,766	86,41 ± 1,54	0,00
50	5,4 ± 0,91	42,86 ± 6,16	77,1 ± 3,887	90,96 ± 3,887	83,46 ± 2,24	0,00

<sup>1</sup> Duração do molhamento das espigas (horas)

<sup>2</sup> Percentual de espiguetas infectadas 10 dias após a inoculação.

\* Erro padrão da média, calcula a precisão que foi obtida a média.

Tabela 2 – Interações entre temperatura (em intervalos de 2 °C) e duração do período de molhamento das espigas (hm) para causar diferentes valores diários de probabilidade de infecção (VDPI) de *Gibberella zeae*, em espiguetas de trigo. Passo Fundo, FAMV, 2006

T °C	VDPI				
	0*	1	2	3	4
	Incidência em espiguetas (%)				
	0	1-15	16-40	41-60	> 60
hm					
10 - 11	< 16	> 17	-	-	-
12 - 13	< 10	11-37	> 38	-	-
14 - 15	< 8	9-28	> 29	-	-
16 - 17	< 7	8-25	26-45	> 46	-
18 - 19	< 6	7-23	24-39	> 40	-
20 - 21	< 6	7-21	22-36	> 37	-
22 - 23	< 5	6-21	22-34	35-46	> 47
24 - 25	< 5	6-20	21-33	34-45	> 46
26 - 27	< 5	6-20	21-33	34-44	> 45
28 - 29	< 5	6-20	21-33	34-45	> 46
30 - 31	< 5	6-21	22-35	36-48	> 49
32 - 33	< 6	7-23	24-39	> 40	-
34 - 35	< 8	9-29	> 30	-	-

\* Incidência da doença de 0, inexistência de doença; 1, corresponde de 1 a 15%; 2, de 16 a 40%; 3 de 41 a 60% e 4, mais de 60% de espiguetas infectadas. (-) Incidência não alcançada

Tabela 3 – Interações entre temperatura (em intervalos de 3 °C) e duração do período de molhamento das espigas (hm) para causar diferentes valores diários de probabilidade de infecção (VDPI) de *Giberella zae*, em espiguetas de trigo. Passo Fundo, FAMV, 2006

T °C	VDPI				
	0*	1	2	3	4
	Incidência em espiguetas (%)				
	0	1-15	16-40	41-60	> 60
hm					
10 – 12	< 12	> 13	-	-	-
13 – 15	< 8	9-28	> 29	-	-
16 – 18	< 6	7-23	24-42	> 43	-
19 – 21	< 6	7-21	22-36	> 37	-
22 – 24	< 5	6-20	21-34	35-45	> 46
25 – 27	< 5	6-20	21-33	34-44	> 45
28 – 30	< 5	6-20	21-33	34-45	> 46
31 – 33	< 6	7-22	23-37	> 38	-
34 - 35	< 8	9-29	> 30	-	-

\* Incidência da doença de 0, inexistência de doença; 1, corresponde de 1 a 15%; 2, de 16 a 40%; 3 de 41 a 60% e 4, mais de 60% de espiguetas infectadas. (-) Incidência não alcançada

Tabela 4 – Interações entre temperatura (em intervalos de 4 °C) e duração do período de molhamento das espigas (hm) para causar diferentes valores diários de probabilidade de infecção (VDPI) de *Gibberella zae*, em espiguetas de trigo. Passo Fundo, FAMV, 2006

T °C	VDPI				
	0*	1	2	3	4
	Incidência em espiguetas (%)				
	0	1-15	16-40	41-60	> 60
	hm				
10 – 13	< 10	11-37	> 38	-	-
14 – 17	< 7	8-25	26-45	> 46	-
18 – 21	< 6	7-21	22-36	> 37	-
22 – 25	< 5	6-20	21-33	34-45	> 46
26 - 29	< 5	6-20	21-33	34-45	> 46
30 – 33	< 5	6-21	22-35	36-48	> 49
34 - 35	< 8	9-29	> 30	-	-

\* Incidência da doença de 0, inexistência de doença; 1, corresponde de 1 a 15%; 2, de 16 a 40%; 3 de 41 a 60% e 4, mais de 60% de espiguetas infectadas. (-) Incidência não alcançada

Tabela 5 – Interações entre temperatura (em intervalos de 5 °C) e duração do período de molhamento das espigas (hm) para causar diferentes valores diários de probabilidade de infecção (VDPI) de *Gibberella zae*, em espiguetas de trigo. Passo Fundo, FAMV, 2006

T °C	VDPI				
	0*	1	2	3	4
	Incidência em espiguetas (%)				
	0	1-15	16-40	41-60	> 60
	hm				
10 – 14	< 9	10-31	> 32	-	-
15 – 19	< 6	7-23	24-39	> 40	-
20 – 24	< 5	6-20	21-34	35-45	> 46
25 – 29	< 5	6-20	21-33	34-44	> 45
30 – 34	< 5	6-21	22-35	36-48	> 49
35	< 24	> 25	-	-	-

\* Incidência da doença de 0, inexistência de doença; 1, corresponde de 1 a 15%; 2, de 16 a 40%; 3 de 41 a 60% e 4, mais de 60% de espiguetas infectadas. (-) Incidência não alcançada

#### 4 CONCLUSÃO

Os dados obtidos em condições controladas permitem relatar que molhamentos superiores a 35 horas podem acarretar aproximadamente 68% de espiguetas infectadas por giberela quando a temperatura estiver próximo a 25°C. Confrontando com os dados de Andersen (1948) o estudo leva a crer que o fungo está adaptando-se a temperaturas inferiores, desenvolvendo-se em até 10°C e sendo também mais agressivo. A concentração de esporos foi um quinto da utilizada por Andersen.

Diferentes intensidades da doença foram geradas com os fatores temperatura e horas de molhamento isolados ou por suas interações. As tabelas originadas podem ser utilizada para a validação de um sistema de alerta para a giberela em trigo.

## CAPÍTULO V

### VALIDAÇÃO DE UM SISTEMA DE AVISO PARA A GIBERELA DO TRIGO E TRITICALE

Sandra Maria Zoldan<sup>1</sup> & Erlei Melo Reis<sup>2</sup>

#### RESUMO

Com objetivo de validar um sistema de previsão para giberela em trigo, os modelos obtidos por Zoldan (2008, não publicado) e Reis & Blum (2004) foram avaliados e comparados através de resultados obtidos na intensidade da giberela no campo em cinco genótipos de trigo e um cultivar de triticale em duas safras de cultivo 2005 (5 épocas) e 2006 (6 épocas). Partindo-se da data do início do florescimento e acompanhando a soma dos valores diários das infecções (SVDI) obtidas por cada modelo, determinou-se que o modelo Reis & Blum (2004) como o melhor modelo e o valor de  $SVDPI \geq 2$  como determinante para o alerta da ocorrência da doença e necessidade de medidas de controle. O sistema tem inicialmente a denominação de UPF-Scab-alerta.

**Palavras-chave:** *Gibberella zeae*, sistemas de aviso, *Triticosecale* sp

---

<sup>1</sup> Eng. Agrônoma, Bacharel em Ciências Econômicas, Mestre em Fitopatologia, doutoranda do programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de concentração Fitopatologia - [smzoldan@brturbo.com.br](mailto:smzoldan@brturbo.com.br)

<sup>2</sup> Orientador, Eng. Agr., Dr. Professor da FAMV/PPGAgro/UPF - [erleireis@tpo.com.br](mailto:erleireis@tpo.com.br)



## VALIDATION OF A WARNING SYSTEM FOR SCAB IN WHEAT AND TRITICALE

### ABSTRACT

With the objective to validate a warning system to predict scab infection in wheat and triticale, the models of Zoldan (2008) and Reis & Blum (2004) were compared in field experiments. For the model validation, scab infection was assessed in five wheat cultivars and in one of triticale during the 2005 (5 seeding times) and 2006 (6 seeding times) growing seasons totalizing eleven combinations. Data was collected from the beginning of flowering date and processing the sum of the daily infection likelihood values (SVDPI) according to each model that shows the disease onset. It was concluded that the Reis & Blum (2004) model was the best and that the  $SVDPI \geq 2$  may be used as an indicator for alert disease occurrence and the need for its control. UPF – Scabalert is proposed to name the system.

**Key words:** *Gibberella zae*, head blight warning system, *Triticosecale* sp, disease prediction

### 1 INTRODUÇÃO

A giberela ou fusariose da espiga do trigo, causada por *Gibberella zae* (Schw.) Petch (anamorfo = *Fusarium graminearum* Schwabe) é uma doença amplamente difundida promovendo perdas na produtividade e na qualidade dos grãos em todas as áreas tritícolas do mundo. Sua dependência a fatores ambientais e sua natureza esporádica tem impulsionado o desenvolvimento de trabalhos de sistemas de previsão da doença, com base em variáveis

meteorológicas. Estes sistemas buscam apoiar a definição de estratégias de manejo e a tomada de decisão para a utilização do controle químico (MOSCHINI, 2003).

O controle da doença só é possível através do uso de táticas múltiplas que visam controlar a doença de forma integrada. O controle através de cultivares resistentes é dificultado, pois a resistência genética presente nas cultivares é insuficiente quando as condições climáticas são muito favoráveis. Sob situações de alto risco de ambiente favorável no florescimento e levando em consideração fatores econômicos, a aplicação de fungicidas pode ser uma alternativa no controle da doença. Porém embora se disponha de fungicidas eficientes contra o fungo, existem problemas relacionados à aplicação destes produtos no campo, como a cobertura insuficiente das partes suscetíveis da planta, as anteras, o que afeta a eficiência do controle. Ainda, o incremento dos custos de produção com aplicações sequenciais de fungicidas a partir da floração é outro fator limitante, uma vez que estas protegeriam mais eficientemente a cultura, já que a janela suscetível pode se estender por um período relativamente longo até o enchimento dos grãos (DEL PONTE, 2007).

Segundo Lima et al. (2002), em anos mais secos, como 1999, ano de ocorrência do fenômeno La Niña, a giberela não foi problema para os cereais de inverno. O mesmo não ocorreu no ano de El Niño, 2000, no qual as condições climáticas de temperatura e de precipitação acima da média foram extremamente favoráveis à ocorrência da doença. Além dos elementos climáticos, como a frequência de chuvas coincidindo com o florescimento da cultura, acredita-se que a prática de manutenção dos resíduos culturais sobre o

solo (Plantio Direto – PD) tenha contribuído para o aumento de inóculo e a sobrevivência do patógeno entre as estações de cultivo, garantindo, dessa forma, inóculo em abundância (FERNANDES,1997).

Além de causar impacto na produção, a ocorrência de giberela envolve questões de segurança alimentar da população humana e animal, consumidora de produtos derivados de trigo, uma vez que o fungo que causa a doença produz micotoxinas que podem acarretar implicações toxicológicas quando consumidas.

Através da análise de dois modelos de previsão de ocorrência de giberela, Reis & Blum (2004) e Zoldan (2008, não publicado), oriundos de dados obtidos em ambiente controlado e comparados com os dados da intensidade da doença ocorrida no campo sob condições naturais de infecção o objetivo deste trabalho é identificar com que soma dos valores diários de infecção (SVDI) surge a doença no campo. Através da determinação de alertas da favorabilidade climática para a ocorrência da doença em uma área de abrangência limitada é possível determinar o momento para o controle preventivo da doença.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram conduzidos no campo experimental da FAMV da Universidade de Passo Fundo, durante as safras agrícolas de trigo de 2005 e 2006.

**Ano 2005:** Foram utilizados três cultivares de trigo (BRS 179, CD 114 e Pampeano) e uma linhagem (CEP 00-59) indicados como os

mais resistentes a giberela, pelas respectivas instituições obtentoras, e um cultivar suscetível (BR 23). Também foi cultivado Triticale (BRS Minotauro) suscetível á giberela. Uma área de rotação com aveia no inverno anterior, dessecada 10 dias antes da semeadura foi destinada para o ensaio,

A semeadura foi realizada em cinco épocas, a fim de coincidir o período de floração, com a ocorrência de períodos críticos (PC) na primavera. A primeira época foi semeada dia 25/06/2005 e a cada 7 a 10 dias foram semeadas as demais épocas, finalizando com a quinta época no dia 28/07/2005 (Tabela 1).

Os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente em três repetições, em parcelas de 10 m de comprimento por 1 m de largura. Cada parcela constou de cinco linhas espaçadas 0,20 m entre si, com uma densidade de 350 sementes aptas/m<sup>2</sup> nos cultivares de trigo e 370 sementes aptas/m<sup>2</sup> para o triticale. As sementes foram tratadas com o inseticida imidacloprida (Gaucho - 100mL/100 kg de sementes) mais o fungicida triadimenol (Baytan - 270 mL/100 kg de sementes). Foi adicionado na semeadura de 250 kg ha<sup>-1</sup> do adubo 5-25-25 (NPK), mais 100 kg ha<sup>-1</sup> de uréia em cobertura, na fase de afilhamento.

No controle de plantas daninhas do trigo e triticale foi realizada uma aplicação do herbicida iodosulfurom-metílico (Hussar) na dose de 0,1 kg ha<sup>-1</sup> + espalhante adesivo Hoefix na dose de 0,5 L ha<sup>-1</sup> no estágio de afilhamento.

Para o controle de doenças da folhagem foram realizadas duas aplicações de fungicida até o emborrachamento, sendo em ambas aplicado o fungicida tebuconazole (Folicur), na dose de 0,6 L ha<sup>-1</sup>. Também foi efetuado o controle de pragas de parte aérea no final da

antese, com o inseticida imidacloprida + beta-ciflutrina (Connect) na dose de 150 mL ha<sup>-1</sup> mais o inseticida lufenurom (Match) na dose de 100 mL ha<sup>-1</sup>.

**Ano 2006:** Foram utilizados dois cultivares de trigo. Trigo BR 23 (Embrapa Trigo) de reação suscetível, e Pampeano (OR sementes) moderadamente resistente, semeados em seis épocas diferentes (Tabela 2) para coincidir a ocorrência de períodos crítico com o florescimento do trigo.

Os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente em quatro repetições, em parcelas de 10 m de comprimento por 1 m de largura. Cada parcela constou de cinco linhas espaçadas 0,20 m entre si, com uma densidade de 370 sementes aptas/m<sup>2</sup>. As sementes foram tratadas com o inseticida imidacloprida (Gaucho – 60 mL/100 kg de sementes) mais os fungicidas triadimenol (Baytan - 270 mL/100 kg de sementes) e iprodiona (Rovral - 200 mL/100 kg de sementes). Foi adicionado na semeadura 250 kg ha<sup>-1</sup> do adubo 5-25-25 (NPK), mais 80 kg ha<sup>-1</sup> de uréia em cobertura, na fase de afilamento.

No controle de plantas daninhas do trigo foi realizada uma aplicação do herbicida iodosulfurom-metílico (Hussar) na dose de 0,1 kg ha<sup>-1</sup> + espalhante adesivo Hoefix na dose de 0,5 L ha<sup>-1</sup> no estágio de afilamento.

Para os dois anos foi observada a data do início do florescimento (extrusão das primeiras anteras), a data do início do aparecimento dos sintomas da doença e o intervalo entre o início da floração e início do molhamento (Tabela 3).

Medida de registro dos dados meteorológicos foi realizada por meio do equipamento Aura®.

## 2.1 Avaliações da doença

**Ano 2005:** Foram realizadas três avaliações da doença (Tabela 1). Para isso foram marcados na segunda linha de cada parcela 5 metros, onde foi realizada a primeira e segunda avaliação, quantificando-se a incidência em espigas, após o aparecimento dos primeiros sintomas. A terceira avaliação constou da quantificação do número de espiguetas infectadas por espiga (severidade) no momento de maior contraste entre espiguetas sadias e doentes. Nesta avaliação foram coletadas 100 espigas e determinado o número de espiguetas sadias e doentes.

**Ano 2006:** Foram realizadas três avaliações da doença, exceto na quarta época, onde foram realizadas apenas duas avaliações devido ao aparecimento tardio dos sintomas (Tabela 2). Para cada avaliação foram coletadas 100 espigas de cada cultivar, determinando-se o percentual de espigas doentes (incidência) na primeira e segunda avaliação e o percentual de espiguetas doentes (severidade) na terceira avaliação.

Tanto em 2005 como em 2006 a infecção dos genótipos pelo patógeno ocorreu sob condições naturais. O índice de giberela foi calculado por:  $IG = (I \times S)/100$ , onde I é a incidência obtida na segunda avaliação e S é a severidade.

Tabela 1. Data de semeadura e avaliações 2005

<b>Épocas 2005</b>	<b>Semeadura</b>	<b>1º avaliação (Incidência)</b>	<b>2º avaliação (Incidência)</b>	<b>3º avaliação (Severidade)</b>
1º	25/06/05	18 e 19/10/05	21/10/05	27 e 29/10/05
2º	02/07/05	13/10/05	20/10/05	04/11/05
3º	11/07/05	22/10/05	10/11/05	11/11/05
4º	20/07/05	30/10/05	11/11/05	14/11/05
5º	28/07/05	01 e 03/11/05	18/11/05	21/11/05

Tabela 2. Data de semeadura e avaliações 2006

<b>Épocas 2006</b>	<b>Semeadura</b>	<b>1º avaliação (Incidência)</b>	<b>2º avaliação (Incidência)</b>	<b>3º avaliação (Severidade)</b>
-	29/05/06	Geada	-	-
-	07/06/06	Geada	-	-
1º	19/06/06	10/10/06	27/10/06	27/10/06
2º	30/06/06	17/10/06-BR 23 23/10/06-Pampeano	03/11/06	03/11/06
3º	11/07/06	31/10/06	07/11/06	07/11/06
4º	21/07/06	-	07/11/06	07/11/06

(-) não houve avaliação

## 2.2 Processamento dos dados

A intensidade da giberela esta diretamente relacionada com a interação entre temperatura e duração do período de molhamento das espigas (hm). Para determinar esta interação, foi instalado a campo um aparelho coletor de dados meteorológico, Aura, que registra horas do molhamento, umidade relativa e temperatura do

ar a intervalos de 15 minutos. O aparelho foi instalado no experimento no início do espigamento dos cultivares de trigo e de triticales. No momento da instalação procurou-se deixar o sensor de molhamento foliar na altura das espigas, já que o mesmo deve registrar a duração dos períodos de molhamento presente nas espigas de trigo.

Os dados registrados nas safras 2005 e 2006 foram coletados periodicamente e transferidos para o computador onde com auxílio de um programa possuindo em sua memória as tabelas das interações entre temperatura e duração do período de molhamento das espigas (hm) para causar diferentes valores diários de probabilidade de infecção (VDPI) de *G. zeae* em espigas de trigo e triticales, obtidas por Reis & Blum (2004) e a tabela de interações com intervalo de 3°C de Zoldan (2008, não publicado). O programa calcula automaticamente os valores diários de probabilidade de infecção (VDPI) e com o decorrer do tempo a soma desses valores (SVDPI). Os VDPI são somados toda vez que ocorrer alguma interação dos dados coletados pelo aparelho com as tabelas contidas em sua memória. Desta forma os valores somados (0, 1, 2, 3 e 4) representam segundo as tabelas diferentes intensidades (incidência em espiguetas) da doença nas parcelas no campo.

No modelo Reis & Blum (RB), a incidência da doença de 0, corresponde a inexistência de doença; 1, corresponde de 1 a 10%; 2, de 11 a 20%; 3 de 21 a 30% e 4, mais de 30% de espiguetas infectadas. No modelo Zoldan (Z) foi utilizado os dados das interações entre molhamento e temperatura em intervalo de 2 °C, onde VDPI igual a 0 corresponde a inexistência de doença; 1, corresponde de 1 a 15%; 2, de 16 a 40%; 3 de 41 a 60% e 4 mais de 60% de



espiguetas infectadas. Para os dois modelos os VDPI foram calculados primeiramente considerando a umidade relativa de 90% e posteriormente sem considerar a umidade relativa. Os dados de VDPI obtidos foram comparados com os dados de infecção avaliados no campo na busca da SVDPI, valor indicador da possibilidade de ocorrência da infecção que aponte o momento e a necessidade de controle.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na safra 2005 ocorreram durante, praticamente, todo o período de formação e enchimento dos grãos e até na colheita do trigo precipitações pluviais acima da média condição favorável à epidemia da doença (Apêndice C e D). As chuvas em setembro foram bem distribuídas entretanto o mês de outubro de 2005 caracterizou-se por um total de chuva acima do valor normal: choveu 384,8 mm nesse mês, equivalente a 230% do valor normal (CUNHA, 2005a; CUNHA, 2005b)

Por outro lado em 2006 (Apêndice E e F) às condições climáticas durante o período de floração dos cereais não foi favorável a infecções severas o que permitiu uma melhor avaliação dos modelos devido ao contraste dos anos. A chuva de setembro foi abaixo da média histórica, caracterizando um mês ensolarado beneficiando sobremaneira as lavouras de cereais de inverno que escaparam de eventos de geada (CUNHA, 2006a). Em outubro a temperatura elevada, a pouca chuva e uma maior duração de radiação solar criaram

uma condição favorável e de aceleração da fase de enchimento de grãos dos cereais de inverno na região (CUNHA, 2006b).

Em 2005, no trigo, a incidência da doença em espigas observada variou de 28,6 a 96,4% e em espiguetas de 11,4 a 60,4%. Em triticale se manteve entre 69,1 a 99,2% e 23,4 a 57,5% de incidência em espigas e espiguetas, respectivamente, enquanto que em 2006 o máximo de incidência encontrado em espiguetas no cultivar suscetível BR 23 foi de 22,32% e 5,80% no cultivar moderadamente resistente Pampeano. Os cultivares apresentaram diferentes níveis de resistência à doença. Dados de incidência em espigas e espiguetas assim como o índice de doença para cada cultivar, época e ano pode ser verificado nas Tabelas 3 e 4.

Os sintomas em 2005 se manifestaram no campo de sete a nove dias após o início do molhamento, independente do grau de suscetibilidade dos cultivares analisados. Em 2006 os sintomas iniciaram após 20 dias do início do molhamento na primeira época, 14 dias em BR 23 e 20 dias em Pampeano na segunda época, 10 e 11 dias na terceira e quarta época respectivamente. Em 2005, a primeira época de semeadura (25/06) foi a menos favorável para a doença (Tabela 3). O intervalo entre o início da floração e o início do molhamento das espigas variou de 10 a 16 dias em BRS 179 e CD 114, respectivamente, a exposição máxima das anteras, período de maior suscetibilidade já havia ocorrido. A segunda e terceira época apresentaram os maiores índices da doença, tendo a floração iniciado principalmente no período de 1º a 10 de outubro quando ocorreu 160,1 mm de precipitação pluvial seguido de 165,8 durante os dez dias seguintes.

Em nenhum dos anos houve ausência da doença. Diferentes intensidades da doença ocorreram em função das épocas de florescimento e reação das cultivares, mas o nível de tolerância das cultivares foi desconsiderado na validação do sistema de alerta.

O modelo Reis & Blum (2004) desconsiderando-se a umidade relativa não foi eficiente para alertar a doença, pois na visualização dos sintomas, terceira época de 2005 para dois materiais o SVDPI marcou 0 (zero = inexistência da doença) mesmo havendo infecção nos materiais. Desta forma os dois modelos sem considerar a umidade relativa do ar foram descartados. A infecção é diretamente influenciada pela duração do molhamento e a umidade relativa do ar contribui para esse fator. O modelo Reis & Blum (2004) considerando a umidade relativa do ar indicou SVDPIs de 2 a 8 (2005) e de 1 a 6 (2006) entre o início da floração e o aparecimento dos primeiros sintomas. Enquanto o modelo Z/UR variou de 4 a 16 SVDPIs (2005) e 10 a 24 SVDPIs (2006).

Para o modelo RB/UR no ano de 2005 o SVDPI mínimo foi 2 e a incidência das espigas gibereladas alcançou 60,8 na cultivar CD 114 demonstrando a alta favorabilidade do clima à doença. Em 2006 o mínimo encontrado alertando para a doença foi 1 na primeira época, com incidência de 4,75% na cultivar suscetível BR 23. Nesta época após o alerta leve (1) passaram 21 dias sem ocorrer VDPI, por isso o índice da doença foi baixo.

O Modelo Zoldan, considera o mínimo de 6 horas de duração dos períodos de molhamento para marcar 1 VDPI enquanto que para o RB/UR esse mínimo é 18 horas, assim o Z/UR marca VDPIs com frequência o que não permite identificar o momento mais

preciso para a infecção. Sendo assim, obteve-se por utilizá-lo em trabalhos futuros visando relacionar os SVDPIs obtidos com o índice da doença encontrado no campo.

Tabela 3 – Ocorrência de giberela em trigo e triticale em função de épocas de semeadura, de cultivares e da soma dos valores diários de infecção, Passo Fundo, FAMV, 2005

Épocas	Cultivares	IF <sup>1</sup> Data	IFM <sup>2</sup>	SVDPI <sup>3</sup>				PS <sup>4</sup> (data)	Intensidade (%)			
				RB UR	RB	ZR UR	ZR		IE <sup>5</sup>	IE <sup>6</sup>	Ie <sup>7</sup>	Índice <sup>8</sup>
Primeira época	Pampeano	21/09	12	2	2	15	12	11/10	16,0	28,6	11,4	3,26
	CD 114	17/09	16	2	2	16	13	11/10	36,5	68,4	37,7	25,79
	CEP 59	20/09	13	2	2	15	12	11/10	17,4	58,9	27,1	15,96
	BRS 179	23/09	10	2	2	15	12	11/10	25,2	70,6	27,9	19,70
	BR 23	18/09	15	2	2	16	13	11/10	25,9	49,2	33,9	16,68
	Triticale*	19/09	14	2	2	16	13	11/10	24,0	69,1	23,4	16,17
Segunda época	Pampeano	01/10	2	2	2	11	9	11/10	51,2	93,1	38,5	35,84
	CD 114	29/09	4	2	2	11	9	11/10	60,8	96,4	45,8	44,15
	CEP 59	02/10	1	2	2	9	8	11/10	9,74	79,2	31,6	25,03
	BRS 179	04/10	0	2	2	7	7	11/10	32,4	95,4	47,1	44,93
	BR 23	30/09	3	2	2	11	9	11/10	35,6	90,1	60,4	54,42
	Triticale	03/10	0	2	2	8	8	11/10	9,2	99,2	38,3	37,99
Terceira época	Pampeano	04/10	9	5	2	9	9	20/10	25,6	84,5	30,9	26,11
	CD 114	04/10	9	5	2	9	9	20/10	27,9	96,4	51,6	49,74
	CEP 59	06/10	7	5	2	9	9	20/10	1,7	85,6	28,3	24,22
	BRS 179	10/10	3	3	0	4	4	20/10	4,7	95,2	44,5	42,36
	BR 23	05/10	8	5	2	9	9	20/10	23,0	96,4	53,1	51,19
	Triticale	10/10	3	3	0	4	4	20/10	2,9	98,5	57,5	56,64

<sup>1</sup> IF - Início da floração; <sup>2</sup> IFM – Intervalo entre início da floração e início do molhamento;

<sup>3</sup> SVDPI – Soma de valores diários de probabilidade de infecção; <sup>4</sup> PS – Primeiros sintomas;

<sup>5</sup> IE – Incidência em espigas 1ª avaliação; <sup>6</sup> IE – Incidência em espigas 2ª avaliação;

<sup>7</sup> Incidência em espiguetas;

<sup>8</sup> Índice- (incidência em espigas 2ª avaliação X incidência em espiguetas) / 100

RB-UR – Reis & Blum (2004) considerando umidade relativa; RB - Reis & Blum (2004) sem considerar umidade relativa

Z-UR - Zoldan (2008) considerando umidade relativa; Z - Zoldan (2008) sem considerar umidade relativa

\*Triticale: BRS Minotauro

Continuação Tabela 3

Épocas	Cultivares	IF <sup>1</sup> Data	IFM <sup>2</sup>	SVDPI <sup>3</sup>				PS <sup>4</sup> (data)	Intensidade (%)			
				RB UR	RB	ZR UR	ZR		IE <sup>5</sup>	IE <sup>6</sup>	Ie <sup>7</sup>	Índice <sup>8</sup>
Quarta época	Pampeano	12/10	1	6	2	6	6	22/10	20,3	76,7	35,8	27,46
	CD 114	11/10	2	6	2	7	7	22/10	50,9	93,1	49,2	45,80
	CEP 59	14/10	-1	6	2	5	5	22/10	5,1	52,3	20,2	10,56
	BRS 179	17/10	-4	6	2	5	5	22/10	17,4	83,8	28,7	24,05
	BR 23	11/10	2	6	2	7	7	22/10	42,8	78,8	43,2	34,04
	Triticale	11/10	2	6	2	7	7	22/10	21,2	93,0	50,1	46,59
Quinta época	Pampeano	19/10	2	5	3	10	7	29/10	11,1	75,7	39,9	30,20
	CD 114	18/10	3	8	3	12	9	29/10	18,9	89,5	59,3	53,07
	CEP 59	20/10	1	5	3	10	7	29/10	3,2	81,1	35,4	28,71
	BRS 179	22/10	-1	5	3	10	7	29/10	3,6	87,2	26,7	23,28
	BR 23	20/10	1	5	3	10	7	29/10	13,6	76,0	41,3	31,39
	Triticale	20/10	1	5	3	10	7	29/10	12,0	93,8	31,8	29,83

<sup>1</sup> IF - Início da floração

<sup>2</sup> IFM –Intervalo entre início da floração e início do molhamento

<sup>3</sup> SVDPI – Soma de valores diários de probabilidade de infecção

<sup>4</sup> PS – Primeiros sintomas

<sup>5</sup> IE – Incidência em espigas 1º avaliação

<sup>6</sup> IE – Incidência em espigas 2º avaliação

<sup>7</sup> Incidência em espiguetas

<sup>8</sup> Índice- (incidência em espigas 2º avaliação X incidência em espiguetas) / 100

RB-UR – Reis & Blum (2004) considerando umidade relativa; RB - Reis & Blum (2004) sem considerar umidade relativa

Z-UR - Zoldan (2008) considerando umidade relativa; Z - Zoldan (2008) sem considerar umidade relativa

\*Triticale: BRS Minotauro

Tabela 4 – Ocorrência de giberela em trigo em função de épocas de semeadura, cultivares e da soma dos valores diários de infecção, Passo Fundo, FAMV, 2006.

Épocas	Cultivares	IF <sup>1</sup> Data	IFM <sup>2</sup>	SVDPI <sup>3</sup>				PS <sup>4</sup> (data)	Intensidade (%)			
				RB UR	RB	ZR UR	ZR		IE <sup>5</sup>	IE <sup>6</sup>	Ie <sup>7</sup>	Índice <sup>8</sup>
Primeira época	Pampeano	19/09	0	1	1	17	16	10/10/	4,00	12,75	1,28	0,16
	BR 23	17/09	2	1	1	18	15	09/10/	4,75	18,00	2,44	0,44
Segunda época	Pampeano	29/09	1	6	5	24	20	20/10	7,75	31,25	5,80	1,81
	BR 23	27/09	3	2	2	18	15	14/10	9,00	53,25	22,32	11,88
Terceira época	Pampeano	06/10	4	6	5	17	13	20/10	13,50	28,00	3,72	1,04
	BR 23	09/10	1	6	5	13	10	20/10	15,50	44,50	9,78	4,35
Quarta época	Pampeano	14/10	1	4	3	10	5	26/10	-	23,50	3,36	0,79
	BR 23	14/10	1	4	3	10	5	26/10	-	29,25	3,64	1,06

<sup>1</sup> IF - Início da floração

<sup>2</sup>IFM –Intervalo entre início da floração e início do molhamento

<sup>3</sup> SVDPI – Soma de valores diários de probabilidade de infecção

<sup>4</sup> PS – Primeiros sintomas

<sup>5</sup> IE – Incidência em espigas 1ª avaliação

<sup>6</sup>IE – Incidência em espigas 2ª avaliação

<sup>7</sup> Incidência em espiguetas

<sup>8</sup>Índice- (incidência em espigas 2ª avaliação X incidência em espiguetas) / 100 RB-UR – Reis & Blum (2004) considerando umidade relativa; RB - Reis & Blum (2004) sem considerar umidade relativa  
Z-UR - Zoldan (2008) considerando umidade relativa; Z - Zoldan (2008) sem considerar umidade relativa

#### **4 CONCLUSÃO**

O modelo Reis & Blum (2004), analisando a umidade relativa do ar (RB/UR) foi validado podendo ser utilizado em um sistema de aviso. O alerta pode ser dado com SVDPI de 1, mas essa indicação serve apenas para identificar a provável ocorrência da doença. Valores de SVDPIs  $\geq 2$  servem à tomada de decisão para efetuar a aplicação de fungicidas.

O modelo também pode ser usado para prever infecções se dados meteorológicos de previsão cinco dias anteriores a data estimada forem alimentados ao modelo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O zoneamento de regiões de risco para a giberela pode contribuir para o manejo racional da doença. A identificação de áreas com alta, média ou baixa favorabilidade à doença, pode tornar o controle da doença mais eficiente, diminuindo o risco de danos ocasionados pela doença e aumentando a renda do produtor pela racionalização do uso de fungicidas.

A utilização do sistema de alerta em áreas de abrangência definidas (microregional) como as de média e/ou de alta probabilidade de ocorrência da giberela pode também contribuir para melhorar a eficiência do controle.

Um entrave para o aperfeiçoamento e expansão da metodologia utilizada para gerar os mapas de riscos é a pouca disponibilidade de estações meteorológicas nas regiões produtoras. Como também são escassas as informações sobre a quantificação da doença nos locais estudados.

Ensaio de seleção ou avaliação da reação de cultivares à giberela poderiam ser conduzidos em regiões de alta probabilidade de infecção de giberela.

A safra de 2005 foi epidêmica à giberela. A doença ocorreu com intensidade variada, nas nove safras agrícolas simuladas neste trabalho.

Intensificar a busca de novas fontes de resistência, criar variedades com período de floração curto e realizar semeaduras escalonadas são opções para minimizar os danos da giberela. Além



disso, aperfeiçoar os sistemas de alerta e modelos de previsão disponíveis, pesquisar fungicidas e métodos de aplicação mais eficientes vão contribuir para o manejo mais eficaz da doença no campo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, H.U., GILBERT, J., FERNANDO, W.G.D., BRÛLÉ-BABÉL, A., SCHOOF, A.; ENTZ, M. Influence of crop rotation and cover crop on Fusarium Head Blight of wheat. Anais, National Fusarium Head Blight Forum, Erlanger, KY, USA. 2002. pp.128-131.

ALI, S.; FRANCL, L. Progression of *Fusarium* species on wheat leaves from seedlings to adult stages in North Dakota. National Fusarium Head Blight Forum, Anais... Erlanger, KY, USA, 2001. p.99.

ALMEIDA, J. L. *Manejo em Plantio direto no 2º Planalto do Paraná e conseqüências sobre a Produção de Micotoxinas*. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006. 161 p.

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

ANDRIES, C., JAROSZ, A.; TRAIL, F. Effects of rainfall and temperature on production of perithecia by *Gibberella zeae* in field debris in Michigan. National Fusarium Head Blight Forum, Anais...Erlanger, KY, USA, 2000. p.118-122.

ANGELLOTTI, F.; TESSMANN, D. J.; ALBUQUERQUE, T. C.; VIDA, J. B.; FILHO D. S. J.; HAKAKAVA, R. Caracterização morfológica e identificação molecular de isolados de *Fusarium graminearum* associados à giberela do trigo e triticales no sul do Brasil. *Summa Phytopathologica* 32: 177-79. 2006

AOKI, T.; O'DONNELL, K. Morphological and molecular characterization of *Fusarium pseudograminearum* sp. nov., formerly recognized as the Group 1 of *F. graminearum*. *Mycologia*. v.91, n.4. 1999. p.597-609.

ATANASOFF, D. Fusarium-blight (scab) of wheat and other cereals. *Journal of Agricultural Research*. v. 20, p.1-4. 1920.

ATENÇÃO com a giberela no Sul do país. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. Notícia Nº 73/2007. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/noticias/2007/not0773.htm>>. Acesso: 12 out. 2007.

BAI, G.; SHANER, G. Scab of wheat: prospects for control. *Plant disease*. v.78. n.8. p. 760-766. 1994.

BAI, G.; SHANER, G. Variation in *Fusarium graminearum* and cultivar resistance to wheat. *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*, Set. 2004, v. 42, p.135-161. <http://ars.usda.gov/research/publications/publications.htm> Acesso: 04 jan. 2008

BARRETO, M.; VALE, F.X.R.; PAUL, P. A. et al. Sistemas de previsão e estações de aviso. In: VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W. C; ZAMBOLIN, L. (Eds.). *Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas*. Belo Horizonte: Ed. Perffil, 2004. p. 243-266.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Sistemas de previsão e avisos. In: Bergamin Filho, A., Kimati, H., Amorim, L. (Eds.) *Manual de fitopatologia*. 3 ed. São Paulo. Agronômica Ceres. 1995. p. 627-646.

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

BOTTALICO, A.; PERRONE, G. Toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with head blight in small-grain cereals in Europe. *European Journal of Plant Pathology*. v.108, p. 611-624. 2002.

BRIGGS. D. E. *Barley*. London. Chapman & Hall. 1978. 612p.

CANTERI, M. G. Mapas de risco de Epidemias. *Fitopatologia Brasileira*, v. 29(Suplemento). Agosto, 2004.

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.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. *Introduction to Plant Disease Epidemiology*. New York. John Wiley & Sons Inc. 1990.

CARDOSO, C. A. A. *Desenvolvimento de um sistema de previsão de aviso para brusone do trigo causada por Pyricularia grisea*. 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia) – Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2006. 84p.

CONAB:[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/boletim\\_12\\_safra.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/boletim_12_safra.pdf) Acesso: 07 out. 2007.

CUNHA, G. R. *Informações meteorológicas de Passo Fundo, RS: setembro de 2005*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005a. 5 p. html. (Comunicado Técnico Online, 175). Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p\\_co175.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co175.htm). Acesso: 04 out. 2006.

CUNHA, G. R. *Informações meteorológicas de Passo Fundo, RS: outubro de 2005*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005b. 5 p. html. (Comunicado Técnico Online, 176). Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p\\_co176.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co176.htm). Acesso: 04 out. 2006.

CUNHA, G. R. *Informações meteorológicas de Passo Fundo, RS: setembro de 2006*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006a. 5 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 197). Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p\\_co197.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co197.htm) Acesso: 04 out. 2006.

CUNHA, G. R. *Informações meteorológicas de Passo Fundo, RS: outubro de 2006*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006b. 5 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 198). Disponível em:

[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p\\_co198.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co198.htm) Acesso: 04 out. 2006.

CUNHA, G. R. et al. *Revista Brasileira Agrometeorologia*, v.9, n.3, (Nº Especial: Zoneamento Agrícola), 2001. p.400-414, <http://www.sbagro.org.br/rbagro/pdfs/artigo560.pdf> Acesso: 10 nov 2007.

DE WOLF, E.; LIPPS, P.E.; MADDEN, L.V.; FRANCL, L. Influence of corn residue and cultivar susceptibility on the accuracy of Fusarium Head Blight risk assessment models. In: NATIONAL FUSARIUM HEAD BLIGHT FORUM, Erlanger, *Anais...*KY, USA, 2002. p.137-139.

DE WOLF, E.D.; MADDEN, L.V.; LIPPS, P.E. Risk assessment models for Fusarium head blight epidemics based on within-season weather data. *Phytopathology*. v. 93, 2003. p. 429-435.

DEL PONTE, E. M. Fontes de contaminação. *Cultivar Grandes Culturas*. Ano IX nº100. Setembro, 2007.p. 26-28.

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.

DEL PONTE, E. M, FERNANDES, J. M.; PIEROBON, C. R. Factors affecting density of airborne *Gibberella zeae* inoculum. *Fitopatologia Brasileira*, 2005, v.30, n.1, p. 55-60.

DILL-MACKY, R.; JONES, R.K. The effect of previous crop residues and tillage on Fusarium head blight of wheat. *Plant Disease* 84:71-76. 2000.

DUFAULT, N., DE WOLF, E., LIPPS, P. & MADDEN, L.V. Identification of environmental variables that affect perithecial development of *Gibberella zeae*. National Fusarium Head Blight Forum, *Anais...*Erlanger, KY, USA, 2002a. p.141.

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. National Fusarium Head Blight Forum, *Anais...*Erlanger, KY, USA, 2002b. p. 142-144.

FERNANDO, D. *Overview of the Fusarium Situation in Canada. Canadian Workshop on Fusarium Head Blight/Holiday Inn Crown Plaza Winnipeg, Manitoba November 28 - 30, 1999.* <http://www.graincanada.gc.ca/Cdngrain/fusarium/workshop/1999/workshop99.pdf> Acesso: 07 maio 2006.

FERNANDES, J.M.C. As doenças das plantas e o sistema plantio direto. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, Passo Fundo, v. 5, p. 317-352, 1997.

FERNANDES, J. M. C.; MACIEL, J. L. N. Ocorrência de giberela. In: ALBUQUERQUE, A. C. S. (Org.). *Problemas fitossanitários associados à lavoura de trigo no estado do Rio Grande do Sul em 2005*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo/safraRS2005.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2007.

FERNANDES, J.M.C.; PAVAN, W. A phenology-based predictive model for Fusarium Head Blight of Wheat. NATIONAL FUSARIUM HEAD BLIGHT FORUM, Erlanger, KY, USA, 2002. *Anais...*2002. p.154-158.

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.

FRANCL, L. J. Development of fusarium head blight in relation to environment and inoculum. In: THE 1998 NATIONAL FUSARIUM HEAD BLIGHT FORUM. Michigan. 1998. p.1-3.

JESUS JUNIOR, W. C. de; POZZA, E. A.; VALE, F. X. R. do; JESUS JUNIOR, W. C. de ANGUILERA, G. M. Análise temporal de

epidemias. In: VALE, F. X. R. do;; ZAMBOLIM, L. *Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas*. Belo Horizonte: Editora Perfil, p. 337-364. 2004

LIMA, M.I.P.M. GIBERELA OU BRUSONE? ORIENTAÇÕES PARA A IDENTIFICAÇÃO CORRETA DESSAS ENFERMIDADES EM TRIGO E EM CEVADA. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 56 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online; 40). Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do40.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do40.htm) Acesso em: 04 jun. 2006.

LIMA, M. I.P.M.; FERNANDES, JOSÉ M.C. Avaliação da resistência à giberela em trigo. *Fitopatologia Brasileira*, 2000, vol.25, n. 1. p. 30-35.

LIMA,M.I.P.M.; FERNANDES,J.M.C.;PICININI,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, 2002.5 p.html.(Embrapa Trigo.Comunicado Técnico Online, 92).Disponível em:<[http://www.cnpt.embrapa.br/bibli/p\\_c\\_92.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/bibli/p_c_92.htm)>.

LIMA,M.I.P.M.; SÓ E SILVA,M.; SCHEREEN,P.L.; DEL DUCA,L.de J.A.; PIRES,J.L.;NASCIMENTO JUNIOR,A.d . *Avaliação de giberela em genótipos de trigo do ensaio estadual de cultivares,na região de Passo Fundo,em 2004* .Passo Fundo:Embrapa Trigo, 2005.11 p.html.(Embrapa Trigo .Documentos Online,52). Disponível em:[http://www.cnpt.embrapa.br/bibli/d/pdf\\_52.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/bibli/d/pdf_52.htm) Acesso: 15 set. 2007.

LIMA, M. I. P. M.; SÓ E SILVA, M.; CAIERÃO, E.; SCHEREEN, P. L.; DEL DUCA, L. de J. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, A. do; PIRES, J. L. Avaliação de giberela em genótipos de trigo do Ensaio Estadual de Cultivares, na região de Passo Fundo, em 2005. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 7 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 66). Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do66.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do66.htm) 15/set. 2006.

MARKELL, S.G.; FRANCL, L. Fusarium head blight inoculum: species prevalence and *Gibberella zeae* spore type. *Plant Disease*. v. 87, p. 814-820. 2003.

MARTINELLI, J., BOCCHESI, C. A. C., XIE, W. et al. 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.

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.

MESTERHÁZY, Á., BARTÓK, T., VARGA, M., KÁSZONYI, G.; TÓTH, B. *National Fusarium Head Blight Forum Proceedings 2003* [http://scab.pw.usda.gov/pdfs/forum\\_03\\_proc.pdf](http://scab.pw.usda.gov/pdfs/forum_03_proc.pdf) Acesso: em agos. 2007.

MOSCHINI, R.C. Sistemas de pronóstico con base meteorological de la Fusariosis de la espiga en trigo (FET), en el marco de su manejo integrado. *Manejo Integrado de Enfermedades en Cultivos Extensivos* (Jornadas Técnicas). Paraguay - Capital Federal, p.29-35, set. 2003.

MOSCHINI, R.C.; FORTUGNO, C. Predicting wheat head blight incidence using models based on meteorological factors in Pergamino, Argentina. *European Journal of Plant Pathology*. v. 102. p.211-218. 1996

MOSCHINI, R.C.; GALICH, M .T.V.de; ANNONE, J.G.; POLIDORO, O. Enfoque fundamental-empírico para estimar la evolución del índice de Fusarium en trigo. *RIA*. v. 31, n. 3 p. 39-53. 2002.

MOSCHINI, R.C.; PIOLI, R.; CARMONA, M.; SACCHI, O. Empirical predictions of wheat head blight in the Northern Argentinian Pampas Region. *Crop Science*, v. 41, p. 1541-1545. 2001.

OSÓRIO, E. A., PIEROBOM, C. R., LUZZARDI, G. C.; FRANCO, L. B. Correlação de suscetibilidade à giberela com caracteres da planta



de trigo. *Revista Brasileira de Agrociência* v.2 n.2, 111-114 Mai.-Ago., 1998

PANISSON, E. *Giberela em trigo: Intensidade, danos e controle químico*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina veterinária, Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, RS. 2001. 74p.

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

PANISSON, E., REIS, E.M. & BOLLER, W. Quantificação de danos causados pela Giberela em cereais de inverno, na safra 2000, em Passo Fundo, RS. *Fitopatologia Brasileira*, v. 28, p.189-192. 2003.

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

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

REIS, E.M. Effects of rain and relative humidity on the release of ascospores and on the infection of wheat heads by *Gibberella zeae*. *Fitopatologia Brasileira*. v.15, p. 339-343. 1990a.

REIS, E.M. Perithecial formation of *Gibberella zeae* on senescent stems of grasses under natural conditions. *Fitopatologia Brasileira*. v.15, p.52-54. 1990b.

REIS, E.M.; BRESOLIN, A. C. R. Fatores climáticos e doenças de plantas. In: REIS, E. M. (Org.) *Previsão de doenças de plantas*. Passo Fundo: Editora UPF, 2004. p. 23-45.

REIS, E.M.; BLUM, M.M.C. Modelo climático para a previsão da giberela em trigo. *Summa Phytopathologica*, v. 30, p. 497-500. 2004.

REIS, E. M.; BLUM, M. M.; 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, 1996a.

REIS, E.M., BLUM, M.M.C. & CASA, R.T. Controle químico de *Gibberella zeae* em trigo, um problema de deposição de fungicidas em anteras. *Summa Phytopathologica* 22:39-42. 1996b.

REIS, E. M.; CASA, R. T. Sobrevivência de fitopatógenos. In: VALE, F. X. R. do; JESUS JUNIOR, W. C. de; ZAMBOLIM, L. *Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas*. Belo Horizonte: Editora Perfil, p. 337-364. 2004.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; BRESOLIN, A. C. R. *Manual de diagnose e controle de doenças do milho*. Lages. 2.ed. Graphel, 2004. 144p

REIS, E. M.; CASA, R. T.; FORCELINI, C. A. Doenças do trigo. In: KIMATI et al. *Manual de Fitopatologia: Doenças de plantas cultivadas*. 3.Ed. São Paulo. Agronômica Ceres. 1995. 2v. p. 725-736.

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

REIS, E. M.; FORCELINI, C. A. Controle cultural. In: KIMATI et al. *Manual de Fitopatologia: Doenças de plantas cultivadas*. 3.Ed. São Paulo. Agronômica Ceres. 1995. 1v. p. 710-716.

REIS, E.M; WORDELL FILHO, J. A. Princípios de epidemiologia. In: REIS, E. M. (Org.) *Previsão de doenças de plantas*. Passo Fundo: Editora UPF, 2004a. p .49-64.

REIS, E.M; WORDELL FILHO, J. A. Previsão de doenças de plantas. In: REIS, E. M. (Org.) *Previsão de doenças de plantas*. Passo Fundo: Editora UPF, 2004b. p .67-99

ROSSI, V.; LANGUASCO, L.; PATTORI, E.; GIOUSUE, S. Dynamics of airborne *Fusarium* macroconidia in wheat fields

naturally affected by head blight. *Journal of Plant Pathology*. v. 84, p.53-64. 2002.

SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M.; DERPSCH, R. Rotação de culturas. In: Embrapa/CNPT. Fundacep, Fecotrigo, Fundação ABC. *Plantio direto no Brasil*. Passo Fundo: Ed. Aldeia Norte, 1993. p. 85-103.

SARTORI, J. F.; LINHARES, W. I. Avaliações do ensaio estadual de cultivares de trigo frente ao ataque de giberela. In: *XII Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo*. p. 252-254. Cascavel, PR. Jul. 1982.

SAS Institute Inc. SAS®. Leaninig Edition 2.0. Cary, NC., 2004. 86p.

SEGALIN, M.; REIS, E. M. Semi-selective médium for *Fusarium graminearum* *Fitopatologia Brasileira*. 2008 No prelo.

SHANER, G.E. Epidemiology of *Fusarium* head blight of small grain cereals in North America. In: Leonard, K.L. & Bushnell, W.R (Eds.) *Fusarium head blight of wheat and Barley*. APS Press. 2003. pp.84-119.

STACK. R. W. *A Summary of the USA Situation on FHB*. *Canadian Workshop on Fusarium Head Blight*/Holiday Inn Crown PlazaWinnipeg, Manitoba November 28 - 30, 1999. <http://www.grainscanada.gc.ca/Cdngrain/fusarium/workshop/1999/workshop99.pdf> Acesso: 07 set. 2007

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

STRANGE, R. N.; SMITH, H. A fungal growth stimulant in anthers which predisposes whaet to atack by *Fusarium graminearum*. *Phisiol. Plant Pathol.*, v.1, p. 141-150, 1971.

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

SUTTON, J. C. Predictive value of weather variables in the epidemiology and management of foliar diseases. *Fitopatologia Brasileira*, v. 12, n.4, p. 305-312, 1988.

TELLES NETO, F. *Transmissão e controle de Fusarium graminearum em sementes e danos causados pela giberela em trigo*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina veterinária, Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, RS. 2004. 113p.

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

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

VARGAS, P.R. *Previsão de epidemia de giberela através da modelagem da antese em trigo*. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Passo Fundo. Universidade de Passo Fundo, 1998. Simulação de epidemia de giberela em trigo. *Fitopatologia Brasileira*, v. 25. p. 497-504. 2000.

VARGAS, P.R., FERNANDES, J.M.C., PICININI, E.C.; HUNT, A.L. Simulação de epidemia de giberela em trigo. *Fitopatologia Brasileira*, v. 25. p. 497-504. 2000.

WEIZHONG, L. *Wheat Scab in China: Breeding, Research, and Development Canadian Workshop on Fusarium Head Blight/Holiday Inn Crown Plaza Winnipeg, Manitoba November 28 - 30, 1999*. <http://www.grainscanada.gc.ca/Cdngrain/fusarium/workshop/1999/workshop99.pdf> Acesso: 07 set. 2007.

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

YU, J., BAI, G., CAI, S., BAN, T. Marker-assisted characterization of asian wheat lines for resistance to fusarium head blight. *Theoretical and Applied Genetics*. v.113, 2006. p.308-320. <http://ars.usda.gov/research/publications/publications.htm> Acesso:15 jan. 2008.

YUYAMA, M.M.; HENNING, A.A. Ocorrência de *Fusarium* do grupo Roseum em sementes de soja: levantamento e identificação da espécie. Congresso Brasileiro de Soja, 1999. *Anais...* Londrina: Embrapa Soja, 1999. p. 454.

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

ZADOKS, J.C. A quarter century of disease warning, 1958-1983. *Plant Disease*, v. 68, p. 352-355, 1984.

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

## **APÊNDICE**

**APÊNDICE A** - Resultados obtidos para PIG = Probabilidade de infecção por Giberela (%) de 1976-2006 para Passo Fundo utilizando intervalo de temperatura <9°C - >26°C. Onde pb classifica os intervalos de probabilidade de infecção em 1= 0-25%; 2= 25-50% e 3= >50% infecção. Dia Juliano do início do processamento (Djul), número de períodos críticos (NPC) e residual diário de temperatura (RDT). Passo Fundo, 2007

<b>Data espigamento</b>	<b>Ano</b>	<b>Djul</b>	<b>NPC</b>	<b>RDT</b>	<b>PIG</b>	<b>pb</b>
5/ago	1976	217	6	65,10	40,25	2
5/ago	1977	217	4	33	38,72	2
5/ago	1978	217	5	56,6	35,79	2
5/ago	1979	217	6	9	67,74	3
5/ago	1980	217	5	55,3	36,42	2
5/ago	1981	217	0	36,9	2,29	1
5/ago	1982	217	4	40,8	34,9	2
5/ago	1983	217	7	55,3	53,68	3
5/ago	1984	217	4	79,8	15,79	1
5/ago	1985	217	8	16	81,57	3
5/ago	1986	217	8	37,2	71,18	3
5/ago	1987	217	5	64,5	31,92	2
5/ago	1988	217	0	23	9,1	1
5/ago	1989	217	3	39	27,15	2
5/ago	1990	217	1	51	4,01	1
5/ago	1991	217	3	48,6	22,45	1
5/ago	1992	217	7	58,3	52,21	3
5/ago	1993	217	2	77,1	-0,15	1
5/ago	1994	217	2	50	13,13	1
5/ago	1995	217	3	68,6	12,65	1
5/ago	1996	217	0	31	5,18	1
5/ago	1997	217	9	35,2	80,79	3
5/ago	1998	217	6	6,9	68,77	3
5/ago	1999	217	0	72	-14,91	1
5/ago	2000	217	2	53,7	11,32	1
5/ago	2001	217	1	27,8	15,38	1

5/ago	2002	217	6	40	52,55	3
5/ago	2003	217	0	72,5	-15,16	1
5/ago	2004	217	4	53,9	28,48	2
5/ago	2005	217	1	36,3	11,21	1
5/ago	2006	217	4	94,2	8,73	1
5/set	1976	248	5	47,4	40,29	2
5/set	1977	248	4	43,6	33,53	2
5/set	1978	248	3	37,9	27,69	2
5/set	1979	248	1	70,3	-5,45	1
5/set	1980	248	1	67,8	-4,22	1
5/set	1981	248	10	42,2	85,99	3
5/set	1982	248	2	30,4	22,73	1
5/set	1983	248	2	63,4	6,56	1
5/set	1984	248	1	26,2	16,16	1
5/set	1985	248	7	22,3	69,85	3
5/set	1986	248	6	25,9	59,46	3
5/set	1987	248	0	58,2	-8,15	1
5/set	1988	248	5	35,7	46,03	2
5/set	1989	248	5	40,7	43,58	2
5/set	1990	248	4	71,4	19,9	1
5/set	1991	248	0	33	4,2	1
5/set	1992	248	2	16,2	29,69	2
5/set	1993	248	7	38,4	61,96	3
5/set	1994	248	2	78,1	-0,64	1
5/set	1995	248	1	61,5	-1,13	1
5/set	1996	248	4	46,3	32,2	2
5/set	1997	248	2	41,8	17,15	1
5/set	1998	248	5	18,5	54,46	3
5/set	1999	248	1	25,4	16,55	1
5/set	2000	248	5	35,7	46,03	2
5/set	2001	248	4	31	39,7	2
5/set	2002	248	4	65,8	22,65	1



5/set	2003	248	1	63,1	-1,92	1
5/set	2004	248	4	44,6	33,04	2
5/set	2005	248	7	49,3	56,62	3
5/set	2006	248	4	82,6	14,42	1
5/out	1976	278	2	26,4	24,69	1
5/out	1977	278	3	53,2	20,19	1
5/out	1978	278	0	48,3	-3,3	1
5/out	1979	278	12	25,2	111,58	3
5/out	1980	278	3	39,9	26,71	2
5/out	1981	278	1	38,1	10,33	1
5/out	1982	278	6	35,6	54,71	3
5/out	1983	278	3	32,7	30,24	2
5/out	1984	278	4	48,2	31,27	2
5/out	1985	278	1	46,9	6,02	1
5/out	1986	278	4	37,6	36,47	2
5/out	1987	278	4	22,6	43,82	2
5/out	1988	278	0	30,2	5,57	1
5/out	1989	278	2	23,9	25,92	2
5/out	1990	278	2	18,8	28,42	2
5/out	1991	278	4	55,8	27,55	2
5/out	1992	278	1	34,8	11,95	1
5/out	1993	278	3	36,9	28,18	2
5/out	1994	278	9	13,9	91,23	3
5/out	1995	278	4	24,9	42,69	2
5/out	1996	278	7	4,3	78,67	3
5/out	1997	278	6	9,7	67,4	3
5/out	1998	278	1	23,2	17,63	1
5/out	1999	278	5	17	55,19	3
5/out	2000	278	6	32,6	56,18	3
5/out	2001	278	3	28,5	32,3	2
5/out	2002	278	6	30,6	57,16	3
5/out	2003	278	2	31	22,44	1

5/out	2004	278	2	16,8	29,4	2
5/out	2005	278	6	27,5	58,68	3
5/out	2006	278	1	36,3	11,21	1
5/nov	1976	309	0	40	0,77	1
5/nov	1977	309	3	56	18,82	1
5/nov	1978	309	5	32,7	47,5	2
5/nov	1979	309	5	37,6	45,1	2
5/nov	1980	309	3	29,9	31,61	2
5/nov	1981	309	1	47,4	5,77	1
5/nov	1982	309	5	23,4	52,05	3
5/nov	1983	309	4	28,6	40,88	2
5/nov	1984	309	3	42,2	25,58	2
5/nov	1985	309	0	133,4	-45	1
5/nov	1986	309	2	66,7	4,95	1
5/nov	1987	309	1	43,4	7,73	1
5/nov	1988	309	0	62,4	-10,21	1
5/nov	1989	309	1	47,1	5,92	1
5/nov	1990	309	4	73,1	19,01	1
5/nov	1991	309	2	34,4	20,77	1
5/nov	1992	309	1	53,8	2,64	1
5/nov	1993	309	4	64,5	23,94	1
5/nov	1994	309	4	29,7	40,34	2
5/nov	1995	309	0	69,3	-13,59	1
5/nov	1996	309	2	46	15,09	1
5/nov	1997	309	8	41,5	69,08	3
5/nov	1998	309	1	48,7	5,14	1
5/nov	1999	309	0	28,5	6,41	1
5/nov	2000	309	0	53,1	-5,65	1
5/nov	2001	309	0	72,1	-14,96	1
5/nov	2002	309	1	53,4	2,83	1
5/nov	2003	309	1	64,4	-2,56	1
5/nov	2004	309	2	50,6	12,84	1

5/nov	2005	309	1	66	-3,34	1
5/nov	2006	309	2	69,3	3,67	1
15/ago	1976	227	3	80,1	7,01	1
15/ago	1977	227	4	41,7	34,46	2
15/ago	1978	227	6	73,3	36,23	2
15/ago	1979	227	6	32	56,47	3
15/ago	1980	227	4	47,7	31,52	2
15/ago	1981	227	5	36,1	45,83	2
15/ago	1982	227	3	20,7	36,12	2
15/ago	1983	227	4	57,1	26,91	2
15/ago	1984	227	2	75,7	0,54	1
15/ago	1985	227	9	34,3	81,23	3
15/ago	1986	227	7	40,6	60,89	3
15/ago	1987	227	3	76,8	8,63	1
15/ago	1988	227	0	41,6	-0,01	1
15/ago	1989	227	3	34,4	29,4	2
15/ago	1990	227	2	39,6	18,23	1
15/ago	1991	227	2	15,4	30,08	2
15/ago	1992	227	7	35,5	63,39	3
15/ago	1993	227	2	62,8	6,86	1
15/ago	1994	227	2	58,7	8,87	1
15/ago	1995	227	2	63,7	6,42	1
15/ago	1996	227	2	25,6	25,09	2
15/ago	1997	227	5	37,5	45,15	2
15/ago	1998	227	7	14,6	73,63	3
15/ago	1999	227	0	63,3	-10,65	1
15/ago	2000	227	4	58,5	26,23	2
15/ago	2001	227	2	14,6	30,48	2
15/ago	2002	227	5	47,1	40,44	2
15/ago	2003	227	0	90,6	-24,02	1
15/ago	2004	227	3	51,2	21,17	1
15/ago	2005	227	3	48,7	22,4	1

15/ago	2006	227	5	95,6	16,68	1
15/set	1976	258	2	41,5	17,3	1
15/set	1977	258	3	37,6	27,84	2
15/set	1978	258	0	40,3	0,62	1
15/set	1979	258	7	49,2	56,67	3
15/set	1980	258	1	74,7	-7,6	1
15/set	1981	258	6	55,5	44,96	2
15/set	1982	258	5	25,9	50,83	3
15/set	1983	258	4	53,8	28,53	2
15/set	1984	258	5	25,3	51,12	3
15/set	1985	258	6	7,3	68,57	3
15/set	1986	258	6	26,9	58,97	3
15/set	1987	258	1	35,1	11,8	1
15/set	1988	258	5	33,4	47,15	2
15/set	1989	258	5	35,5	46,13	2
15/set	1990	258	4	47,1	37,81	2
15/set	1991	258	2	29,1	23,37	1
15/set	1992	258	1	23	17,73	1
15/set	1993	258	7	16,6	72,65	3
15/set	1994	258	5	50,2	39,92	2
15/set	1995	258	6	39,1	52,99	3
15/set	1996	258	7	29,2	66,47	3
15/set	1997	258	2	29,4	23,22	1
15/set	1998	258	4	11,9	49,06	2
15/set	1999	258	2	31,2	22,34	1
15/set	2000	258	5	30,5	48,58	2
15/set	2001	258	4	22,8	43,72	2
15/set	2002	258	5	40,1	43,87	2
15/set	2003	258	1	51	4,01	1
15/set	2004	258	5	35,3	46,22	2
15/set	2005	258	5	36,6	45,59	2
15/set	2006	258	2	31,7	22,1	1

15/out	1976	288	2	24,6	25,58	2
15/out	1977	288	5	62,6	32,85	2
15/out	1978	288	1	33,5	12,59	1
15/out	1979	288	6	34,7	55,15	3
15/out	1980	288	3	26,3	33,37	2
15/out	1981	288	1	41,7	8,57	1
15/out	1982	288	6	37,2	53,92	3
15/out	1983	288	3	27,8	32,64	2
15/out	1984	288	2	59,9	8,28	1
15/out	1985	288	0	58,1	-8,1	1
15/out	1986	288	6	33	55,98	3
15/out	1987	288	4	42,7	33,97	2
15/out	1988	288	0	27	7,14	1
15/out	1989	288	2	20,3	27,68	2
15/out	1990	288	1	33,9	12,39	1
15/out	1991	288	3	59,4	17,15	1
15/out	1992	288	2	33,8	21,07	1
15/out	1993	288	1	53,7	2,69	1
15/out	1994	288	7	15,2	73,33	3
15/out	1995	288	0	44,8	-1,58	1
15/out	1996	288	6	18,1	63,28	3
15/out	1997	288	8	14,7	82,21	3
15/out	1998	288	3	22,6	35,19	2
15/out	1999	288	4	11,8	49,11	2
15/out	2000	288	6	32,9	56,03	3
15/out	2001	288	1	46,1	6,41	1
15/out	2002	288	7	32,3	64,95	3
15/out	2003	288	1	35,7	11,51	1
15/out	2004	288	1	34,3	12,19	1
15/out	2005	288	5	37,2	45,29	2
15/out	2006	288	1	66	-3,34	1
15/nov	1976	319	2	49	13,62	1

15/nov	1977	319	3	56,4	18,62	1
15/nov	1978	319	4	57,3	26,81	2
15/nov	1979	319	4	24,3	42,98	2
15/nov	1980	319	4	27,6	41,37	2
15/nov	1981	319	2	32,1	21,9	1
15/nov	1982	319	2	27	24,4	1
15/nov	1983	319	2	50,3	12,98	1
15/nov	1984	319	1	46,9	6,02	1
15/nov	1985	319	0	152,2	-54,21	1
15/nov	1986	319	2	74,9	0,93	1
15/nov	1987	319	0	52,3	-5,26	1
15/nov	1988	319	0	79,3	-18,49	1
15/nov	1989	319	1	77	-8,73	1
15/nov	1990	319	4	80,4	15,49	1
15/nov	1991	319	0	62,7	-10,35	1
15/nov	1992	319	0	58,6	-8,34	1
15/nov	1993	319	5	65	31,67	2
15/nov	1994	319	0	57	-7,56	1
15/nov	1995	319	0	81,3	-19,47	1
15/nov	1996	319	0	58,4	-8,25	1
15/nov	1997	319	4	60,9	25,05	2
15/nov	1998	319	1	75,1	-7,8	1
15/nov	1999	319	0	46,1	-2,22	1
15/nov	2000	319	0	53,1	-5,65	1
15/nov	2001	319	5	54,5	36,82	2
15/nov	2002	319	4	57	26,96	2
15/nov	2003	319	1	74,1	-7,31	1
15/nov	2004	319	2	57,4	9,5	1
15/nov	2005	319	0	73,2	-15,5	1
15/nov	2006	319	3	71,2	11,37	1
25/ago	1976	237	7	63,5	49,67	2
25/ago	1977	237	2	49,8	13,23	1

25/ago	1978	237	5	51,5	38,29	2
25/ago	1979	237	2	41,8	17,15	1
25/ago	1980	237	4	56,1	27,4	2
25/ago	1981	237	5	43,7	42,11	2
25/ago	1982	237	0	33,7	3,86	1
25/ago	1983	237	3	84,3	4,95	1
25/ago	1984	237	1	58,9	0,14	1
25/ago	1985	237	6	31,9	56,52	3
25/ago	1986	237	1	51,2	3,91	1
25/ago	1987	237	2	69,5	3,58	1
25/ago	1988	237	2	41,3	17,39	1
25/ago	1989	237	6	30,8	57,06	3
25/ago	1990	237	3	61,6	16,08	1
25/ago	1991	237	0	27	7014	1
25/ago	1992	237	4	10,2	49,89	2
25/ago	1993	237	2	54,9	10,73	1
25/ago	1994	237	1	58,6	0,29	1
25/ago	1995	237	0	53,1	-15,45	1
25/ago	1996	237	2	45	15,58	1
25/ago	1997	237	5	41,9	42,99	2
25/ago	1998	237	6	17,3	63,67	3
25/ago	1999	237	1	23,2	17,63	1
25/ago	2000	237	7	30	66,08	3
25/ago	2001	237	5	20,1	53,67	3
25/ago	2002	237	2	50,9	12,69	1
25/ago	2003	237	1	82,1	-11,23	1
25/ago	2004	237	5	48,6	39,71	2
25/ago	2005	237	3	57,6	18,04	1
25/ago	2006	237	4	113,7	-0,82	1
25/set	1976	268	0	31,6	4,89	1
25/set	1977	268	3	29	32,05	2
25/set	1978	268	0	36,4	2,53	1

25/set	1979	268	11	42	94,72	3
25/set	1980	268	3	55,7	18,97	1
25/set	1981	268	6	33,9	55,54	3
25/set	1982	268	6	20,6	62,06	3
25/set	1983	268	3	32,4	30,38	2
25/set	1984	268	6	33	55,98	3
25/set	1985	268	2	39,2	18,42	1
25/set	1986	268	7	24,3	68,87	3
25/set	1987	268	2	37	19,5	1
25/set	1988	268	3	26,8	33,13	2
25/set	1989	268	3	30,2	31,46	2
25/set	1990	268	4	32,3	39,06	2
25/set	1991	268	3	44,7	24,36	1
25/set	1992	268	0	35,8	2,83	1
25/set	1993	268	6	30,9	57,01	3
25/set	1994	268	3	45,9	23,77	1
25/set	1995	268	6	32,3	56,32	3
25/set	1996	268	9	8,7	93,78	3
25/set	1997	268	7	9,5	76,13	3
25/set	1998	268	2	16,8	29,4	2
25/set	1999	268	4	21,2	44,5	2
25/set	2000	268	5	37	45,39	2
25/set	2001	268	3	23,3	34,84	2
25/set	2002	268	8	40	69,81	3
25/set	2003	268	1	33,6	12,54	1
25/set	2004	268	3	21,8	35,58	2
25/set	2005	268	6	24,7	60,05	3
25/set	2006	268	2	31,9	22	1
25/out	1976	298	1	24,9	16,8	1
25/out	1977	298	4	53,2	28,82	2
25/out	1978	298	1	45,6	6,66	1
25/out	1979	298	6	46,4	49,41	2



25/out	1980	298	2	30,6	22,64	1
25/out	1981	298	2	45,1	15,53	1
25/out	1982	298	7	28,8	66,67	3
25/out	1983	298	4	26,1	42,1	2
25/out	1984	298	3	52,8	20,39	1
25/out	1985	298	0	94,7	-26,03	1
25/out	1986	298	3	38,3	27,49	2
25/out	1987	298	3	36,3	28,47	2
25/out	1988	298	0	46,2	-2,27	1
25/out	1989	298	0	23,7	8,76	1
25/out	1990	298	3	50,6	21,47	1
25/out	1991	298	3	36,8	28,23	2
25/out	1992	298	1	53,2	2,93	1
25/out	1993	298	2	47,2	14,5	1
25/out	1994	298	10	15,8	98,93	3
25/out	1995	298	0	65,7	-11,82	1
25/out	1996	298	4	39,1	35,73	2
25/out	1997	298	8	39,4	70,1	3
25/out	1998	298	2	30,7	22,59	1
25/out	1999	298	0	19,5	10,82	1
25/out	2000	298	1	41,6	8,62	1
25/out	2001	298	0	48,2	-3,25	1
25/out	2002	298	3	26,4	33,32	2
25/out	2003	298	1	58,7	0,24	1
25/out	2004	298	3	28,7	32,2	2
25/out	2005	298	1	41,1	8,86	1
25/out	2006	298	0	61	-9,52	1
25/nov	1976	329	3	61,7	16,03	1
25/nov	1977	329	2	66,6	5	1
25/nov	1978	329	5	58,7	34,76	2
25/nov	1979	329	3	39,3	27	2
25/nov	1980	329	3	43,6	24,9	1

25/nov	1981	329	2	35,5	20,24	1
25/nov	1982	329	0	49,5	-30,89	1
25/nov	1983	329	0	83	-20,3	1
25/nov	1984	329	0	55,5	-6,83	1
25/nov	1985	329	1	136,5	-37,89	1
25/nov	1986	329	2	95,1	-8,97	1
25/nov	1987	329	0	79	-18,34	1
25/nov	1988	329	0	85,4	-21,48	1
25/nov	1989	329	2	108	-15,29	1
25/nov	1990	329	0	63,1	-10,55	1
25/nov	1991	329	0	73,5	-15,65	1
25/nov	1992	329	0	48,2	-3,25	1
25/nov	1993	329	5	68,7	29,86	2
25/nov	1994	329	0	95,3	-26,33	1
25/nov	1995	329	0	94,6	-25,98	1
25/nov	1996	329	1	52,7	3,18	1
25/nov	1997	329	1	65,1	-2,9	1
25/nov	1998	329	1	86,3	-13,29	1
25/nov	1999	329	0	45	-1,68	1
25/nov	2000	329	1	80,4	-10,4	1
25/nov	2001	329	5	67,9	30,25	2
25/nov	2002	329	6	60,3	42,2	2
25/nov	2003	329	1	53,8	2,64	1
25/nov	2004	329	3	78,1	7,99	1
25/nov	2005	329	0	80,8	-19,22	1
25/nov	2006	329	3	99,8	-2,64	1

**APÊNDICE B1** - Interações entre horas de molhamento nas espigas e temperatura na intensidade de Giberela do Trigo

T°C	Molhamento (horas)																		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
11	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17	0,20	0,22	0,26	0,29	0,33	0,38	0,43	0,49	0,55	0,63	0,71	0,80	0,80
12	0,18	0,21	0,24	0,27	0,31	0,36	0,41	0,47	0,53	0,61	0,69	0,79	0,90	1,02	1,16	1,31	1,48	1,68	1,68
13	0,28	0,32	0,37	0,42	0,48	0,55	0,62	0,71	0,81	0,92	1,05	1,20	1,36	1,55	1,76	1,99	2,26	2,55	2,55
14	0,37	0,43	0,49	0,56	0,64	0,73	0,83	0,95	1,08	1,23	1,41	1,60	1,82	2,07	2,35	2,66	3,02	3,41	3,41
15	0,46	0,53	0,61	0,69	0,79	0,91	1,03	1,18	1,35	1,53	1,75	1,99	2,26	2,57	2,92	3,31	3,75	4,24	4,24
16	0,55	0,63	0,72	0,82	0,94	1,07	1,23	1,40	1,60	1,82	2,08	2,36	2,69	3,05	3,47	3,93	4,45	5,03	5,03
17	0,63	0,72	0,83	0,95	1,08	1,23	1,41	1,61	1,84	2,09	2,38	2,71	3,09	3,51	3,98	4,51	5,11	5,78	5,78
18	0,71	0,81	0,93	1,06	1,21	1,38	1,58	1,80	2,06	2,35	2,67	3,04	3,46	3,93	4,46	5,06	5,73	6,47	6,47
19	0,78	0,89	1,02	1,17	1,33	1,52	1,74	1,98	2,26	2,58	2,94	3,34	3,80	4,32	4,91	5,56	6,30	7,12	7,12
20	0,84	0,96	1,10	1,26	1,44	1,65	1,88	2,15	2,45	2,79	3,18	3,62	4,12	4,68	5,31	6,02	6,81	7,70	7,70
21	0,90	1,03	1,18	1,35	1,54	1,76	2,01	2,29	2,61	2,98	3,39	3,86	4,39	4,99	5,67	6,42	7,27	8,22	8,22
22	0,95	1,09	1,24	1,42	1,62	1,85	2,12	2,41	2,75	3,14	3,58	4,07	4,63	5,26	5,98	6,77	7,67	8,67	8,67

23	0,99	1,13	1,29	1,48	1,69	1,93	2,21	2,52	2,87	3,27	3,73	4,25	4,83	5,49	6,23	7,06	8,00	9,04
24	1,02	1,17	1,34	1,53	1,75	1,99	2,28	2,60	2,96	3,38	3,85	4,38	4,98	5,66	6,43	7,29	8,25	9,33
25	1,04	1,19	1,36	1,56	1,78	2,04	2,32	2,65	3,03	3,45	3,93	4,48	5,09	5,78	6,57	7,44	8,43	9,53
26	1,05	1,21	1,38	1,58	1,80	2,06	2,35	2,68	3,06	3,49	3,97	4,52	5,14	5,84	6,63	7,52	8,51	9,62
27	1,05	1,20	1,38	1,57	1,80	2,05	2,35	2,68	3,05	3,48	3,97	4,52	5,14	5,84	6,62	7,51	8,50	9,61
28	1,04	1,19	1,36	1,55	1,77	2,03	2,31	2,64	3,01	3,43	3,91	4,45	5,06	5,75	6,53	7,40	8,38	9,48
29	1,01	1,15	1,32	1,51	1,72	1,97	2,25	2,56	2,92	3,33	3,80	4,32	4,92	5,59	6,34	7,19	8,14	9,20
30	0,96	1,10	1,25	1,43	1,64	1,87	2,14	2,44	2,78	3,17	3,62	4,12	4,68	5,32	6,04	6,85	7,75	8,76
31	0,89	1,02	1,16	1,33	1,52	1,74	1,98	2,26	2,58	2,94	3,35	3,82	4,34	4,93	5,60	6,35	7,19	8,13
32	0,79	0,91	1,04	1,19	1,36	1,55	1,77	2,02	2,30	2,62	2,99	3,40	3,87	4,40	4,99	5,66	6,41	7,24
33	0,66	0,75	0,86	0,99	1,13	1,29	1,47	1,68	1,91	2,18	2,48	2,83	3,22	3,66	4,15	4,70	5,33	6,02
34	0,46	0,53	0,61	0,69	0,79	0,91	1,03	1,18	1,35	1,53	1,75	1,99	2,26	2,57	2,92	3,31	3,75	4,23
35	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,19	0,21	0,24	0,27	0,31

**APÊNDICE B2 - Interações entre horas de molhamento nas espigas e temperatura na intensidade da Giberela do Trigo**

T°C	Molhamento (horas)																								
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35							
10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03							
11	0,91	1,02	1,15	1,29	1,44	1,61	1,78	1,98	2,18	2,40	2,63	2,87	3,12	3,38	3,64	3,90	4,16	4,42							
12	1,89	2,13	2,39	2,68	3,00	3,35	3,72	4,13	4,56	5,01	5,49	6,00	6,52	7,05	7,59	8,14	8,68	9,22							
13	2,88	3,24	3,64	4,09	4,57	5,10	5,67	6,28	6,94	7,63	8,36	9,13	9,92	10,73	11,55	12,39	13,22	14,04							
14	3,85	4,33	4,87	5,46	6,11	6,81	7,57	8,39	9,27	10,20	11,17	12,19	13,25	14,34	15,44	16,55	17,66	18,76							
15	4,78	5,39	6,05	6,79	7,59	8,47	9,41	10,43	11,52	12,67	13,89	15,16	16,47	17,82	19,19	20,57	21,95	23,32							
16	5,67	6,39	7,18	8,05	9,01	10,05	11,17	12,38	13,67	15,04	16,48	17,99	19,55	21,15	22,78	24,42	26,05	27,67							
17	6,52	7,34	8,25	9,25	10,35	11,54	12,83	14,22	15,70	17,28	18,94	20,67	22,46	24,29	26,16	28,05	29,93	31,79							
18	7,31	8,23	9,25	10,37	11,60	12,94	14,38	15,94	17,60	19,37	21,22	23,16	25,17	27,23	29,33	31,44	33,55	35,63							
19	8,03	9,05	10,17	11,40	12,75	14,22	15,81	17,52	19,35	21,29	23,34	25,47	27,67	29,94	32,24	34,56	36,88	39,17							
20	8,69	9,79	11,00	12,34	13,80	15,39	17,11	18,96	20,94	23,04	25,25	27,56	29,94	32,39	34,89	37,40	39,91	42,39							
21	9,28	10,45	11,74	13,17	14,73	16,42	18,26	20,24	22,35	24,59	26,95	29,41	31,96	34,58	37,24	39,92	42,59	45,24							
22	9,78	11,02	12,38	13,89	15,53	17,32	19,26	21,34	23,57	25,93	28,42	31,01	33,70	36,46	39,27	42,09	44,92	47,71							

23	10,20	11,49	12,91	14,48	16,19	18,06	20,08	22,26	24,58	27,04	29,64	32,34	35,15	38,02	40,95	43,90	46,84	49,75
24	10,53	11,86	13,33	14,94	16,71	18,64	20,72	22,97	25,36	27,91	30,58	33,37	36,27	39,24	42,25	45,30	48,33	51,34
25	10,75	12,11	13,61	15,26	17,06	19,03	21,16	23,45	25,90	28,50	31,23	34,08	37,03	40,07	43,15	46,25	49,36	52,43
26	10,86	12,23	13,75	15,41	17,24	19,23	21,38	23,69	26,17	28,79	31,55	34,43	37,41	40,48	43,59	46,73	49,86	52,96
27	10,85	12,22	13,73	15,40	17,22	19,20	21,35	23,66	26,13	28,75	31,51	34,39	37,37	40,42	43,53	46,67	49,80	52,90
28	10,69	12,04	13,54	15,18	16,97	18,93	21,05	23,33	25,76	28,35	31,06	33,90	36,84	39,85	42,92	46,01	49,10	52,15
29	10,38	11,69	13,14	14,74	16,48	18,38	20,44	22,65	25,01	27,52	30,16	32,91	35,77	38,69	41,67	44,67	47,67	50,63
30	9,89	11,14	12,52	14,03	15,69	17,50	19,46	21,57	23,82	26,21	28,72	31,34	34,06	36,85	39,68	42,54	45,39	48,22
31	9,17	10,33	11,61	13,02	14,56	16,24	18,05	20,01	22,09	24,31	26,64	29,07	31,59	34,18	36,81	39,46	42,11	44,72
32	8,18	9,21	10,35	11,60	12,98	14,47	16,09	17,84	19,70	21,67	23,75	25,92	28,16	30,47	32,81	35,18	37,53	39,87
33	6,79	7,65	8,60	9,64	10,79	12,03	13,38	14,82	16,37	18,01	19,74	21,54	23,41	25,32	27,27	29,23	31,20	33,14
34	4,78	5,38	6,05	6,78	7,59	8,46	9,41	10,43	11,51	12,67	13,88	15,15	16,46	17,81	19,18	20,56	21,94	23,31
35	0,34	0,39	0,44	0,49	0,55	0,61	0,68	0,75	0,83	0,91	1,00	1,09	1,19	1,28	1,38	1,48	1,58	1,68

**APÊNDICE B3** - Interações entre horas de molhamento nas espigas e temperatura na intensidade da Giberela do Trigo

T °C	Molhamento (horas)																									
	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50											
10	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04											
11	4,68	4,92	5,16	5,39	5,60	5,80	5,99	6,17	6,33	6,48	6,61	6,74	6,85	6,95	7,04											
12	9,75	10,27	10,76	11,24	11,69	12,11	12,50	12,87	13,20	13,51	13,80	14,05	14,28	14,49	14,68											
13	14,85	15,63	16,38	17,10	17,79	18,43	19,03	19,59	20,10	20,57	21,00	21,39	21,74	22,06	22,34											
14	19,84	20,88	21,89	22,85	23,77	24,62	25,43	26,17	26,86	27,48	28,06	28,58	29,05	29,47	29,85											
15	24,66	25,96	27,21	28,41	29,54	30,61	31,61	32,53	33,38	34,16	34,88	35,52	36,11	36,64	37,11											
16	29,26	30,81	32,29	33,71	35,06	36,33	37,51	38,61	39,62	40,55	41,39	42,16	42,85	43,48	44,04											
17	33,61	35,39	37,09	38,73	40,27	41,73	43,09	44,35	45,51	46,57	47,55	48,43	49,23	49,94	50,59											
18	37,68	39,66	41,58	43,41	45,14	46,77	48,30	49,71	51,01	52,21	53,30	54,28	55,18	55,98	56,70											
19	41,42	43,61	45,71	47,72	49,63	51,42	53,10	54,65	56,08	57,40	58,59	59,68	60,66	61,55	62,34											
20	44,82	47,19	49,46	51,64	53,70	55,64	57,45	59,13	60,68	62,10	63,40	64,58	65,64	66,60	67,46											
21	47,84	50,36	52,79	55,12	57,32	59,39	61,32	63,12	64,77	66,29	67,67	68,93	70,06	71,08	72,00											
22	50,45	53,11	55,67	58,12	60,44	62,63	64,67	66,56	68,30	69,90	71,36	72,68	73,88	74,96	75,92											
23	52,61	55,38	58,06	60,61	63,03	65,31	67,44	69,41	71,23	72,90	74,42	75,80	77,04	78,17	79,18											
24	54,29	57,15	59,91	62,54	65,04	67,39	69,59	71,62	73,50	75,22	76,79	78,21	79,50	80,66	81,70											
25	55,43	58,36	61,18	63,87	66,42	68,82	71,06	73,14	75,05	76,81	78,41	79,87	81,18	82,37	83,43											
26	56,00	58,96	61,80	64,52	67,10	69,52	71,79	73,89	75,82	77,60	79,22	80,69	82,02	83,21	84,29											

<b>27</b>	55,93	58,88	61,73	64,44	67,01	69,43	71,70	73,79	75,73	77,50	79,12	80,58	81,91	83,11	84,18
<b>28</b>	55,14	58,05	60,85	63,53	66,07	68,45	70,68	72,75	74,66	76,41	78,00	79,45	80,76	81,93	82,99
<b>29</b>	53,54	56,36	59,08	61,68	64,15	66,46	68,63	70,63	72,49	74,18	75,73	77,14	78,40	79,55	80,57
<b>30</b>	50,98	53,67	56,26	58,74	61,09	63,29	65,35	67,27	69,03	70,64	72,12	73,46	74,67	75,75	76,73
<b>31</b>	47,29	49,79	52,19	54,48	56,66	58,71	60,62	62,39	64,03	65,53	66,89	68,13	69,26	70,27	71,17
<b>32</b>	42,16	44,38	46,52	48,57	50,51	52,33	54,04	55,62	57,08	58,41	59,63	60,74	61,74	62,64	63,45
<b>33</b>	35,04	36,89	38,67	40,37	41,98	43,50	44,91	46,23	47,44	48,55	49,56	50,48	51,31	52,06	52,73
<b>34</b>	24,64	25,94	27,20	28,39	29,53	30,59	31,59	32,51	33,37	34,15	34,86	35,51	36,09	36,62	37,09
<b>35</b>	1,78	1,87	1,96	2,05	2,13	2,21	2,28	2,34	2,41	2,46	2,51	2,56	2,60	2,64	2,67



**APÊNDICE C. Informações meteorológicas diárias, Passo Fundo, RS, setembro de 2005 (CUNHA, 2005a)**

Variável	Dia														
	1º	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Temperatura máxima (°C)	11,4	11,4	16,7	15,2	13,5	16,2	19,0	22,2	20,8	28,2	23,1	7,8	6,5	11,4	11,5
Temperatura mínima (°C)	8,3	5,3	2,1	10,4	9,3	4,9	4,6	9,2	12,3	16,2	7,8	5,0	4,5	5,6	7,0
Temperatura média (°C)	9,1	7,3	9,6	12,2	10,5	10,5	11,4	15,7	16,5	22,2	11,4	5,6	5,5	9,7	8,1
Umidade relativa (%)	96,3	75,3	78,8	94,5	79,0	70,3	62,5	71,0	76,8	63,8	94,0	76,3	82,5	93,5	92,8
Precipitação pluvial (mm)	20,3	3,2	0,0	13,3	11,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,0	3,4	0,0	0,2	24,6
Variável	Dia														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Temperatura máxima (°C)	14,4	13,2	15,4	16,3	20,6	23,7	17,4	24,4	19,4	16,2	17,4	21,2	21,6	25,0	19,6
Temperatura mínima (°C)	5,3	8,8	10,8	9,8	8,5	12,6	14,1	12,4	14,7	11,0	5,8	6,5	9,3	11,1	12,9
Temperatura média (°C)	9,3	11,3	12,8	12,1	14,5	17,5	15,0	18,4	16,0	12,8	10,9	13,8	14,6	18,0	15,7
Umidade relativa (%)	78,8	88,8	91,8	81,8	82,3	68,8	87,0	71,8	95,5	79,5	63,5	58,0	60,5	54,5	87,8
Precipitação pluvial (mm)	1,4	0,0	1,4	2,6	0,0	0,0	0,0	0,1	10,8	34,8	0,1	0,0	0,0	0,0	6,1

**APÊNDICE D.** Informações meteorológicas diárias, Passo Fundo, RS, outubro de 2005 (CUNHA, 2005b)

Variável	Dia														
	1º	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Temperatura máxima (°C)	25,2	26,4	30,4	21,8	17,4	19,8	23,5	18,8	21,4	25,6	27,7	31,0	32,8	25,0	19,8
Temperatura mínima (°C)	13,4	14,6	20,8	16,4	12,0	10,3	11,8	15,4	13,8	12,9	15,7	16,8	18,2	14,6	11,0
Temperatura média (°C)	17,5	20,1	22,1	17,6	13,8	13,9	17,9	16,5	15,9	18,1	21,3	23,7	25,2	17,0	13,7
Umidade relativa (%)	80,5	72,0	67,0	95,3	93,5	79,0	90,3	96,0	77,5	68,5	72,0	53,0	52,5	95,5	90,0
Precipitação pluvial (mm)	0	0,0	0,0	42,4	78,4	0,6	1,7	27,1	9,9	0,0	0	0	0,0	11,4	20,5
Variável	Dia														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Temperatura máxima (°C)	14,4	13,2	15,4	16,3	20,6	23,7	17,4	24,4	19,4	16,2	17,4	21,2	21,6	25,0	19,6
Temperatura mínima (°C)	5,3	8,8	10,8	9,8	8,5	12,6	14,1	12,4	14,7	11,0	5,8	6,5	9,3	11,1	12,9
Temperatura média (°C)	9,3	11,3	12,8	12,1	14,5	17,5	15,0	18,4	16,0	12,8	10,9	13,8	14,6	18,0	15,7
Umidade relativa (%)	78,8	88,8	91,8	81,8	82,3	68,8	87,0	71,8	95,5	79,5	63,5	58,0	60,5	54,5	87,8
Precipitação pluvial (mm)	1,4	0,0	1,4	2,6	0,0	0,0	0,0	0,1	10,8	34,8	0,1	0,0	0,0	0,0	6,1

**APÊNDICE E.** Informações meteorológicas diárias, Passo Fundo, RS, setembro de 2006 (CUNHA, 2006a)

Variável	Dia														
	1º	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Temperatura máxima (°C)	22,0	14,6	10,5	8,9	12,0	16,7	20,0	17,5	19,5	22,7	27,5	30,0	28,9	30,2	23,8
Temperatura mínima (°C)	13,1	6,2	3,2	-0,3	-2,5	-0,5	4,2	11,4	13,9	10,5	14,8	19,8	14,8	12,1	14,6
Temperatura média (°C)	16,0	9,3	5,7	4,1	5,1	7,9	11,6	14,3	15,0	15,5	21,0	23,8	21,3	22,6	16,5
Umidade relativa (%)	86,3	87,8	62,3	67,8	53,3	49,5	57,8	82,5	85,5	79,3	69,3	64,5	65,0	50,5	93,3
Precipitação pluvial (mm)	0,8	32,2	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,3	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8
Variável	Dia														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Temperatura máxima (°C)	14,4	13,2	15,4	16,3	20,6	23,7	17,4	24,4	19,4	16,2	17,4	21,2	21,6	25,0	19,6
Temperatura mínima (°C)	5,3	8,8	10,8	9,8	8,5	12,6	14,1	12,4	14,7	11,0	5,8	6,5	9,3	11,1	12,9
Temperatura média (°C)	9,3	11,3	12,8	12,1	14,5	17,5	15,0	18,4	16,0	12,8	10,9	13,8	14,6	18,0	15,7
Umidade relativa (%)	78,8	88,8	91,8	81,8	82,3	68,8	87,0	71,8	95,5	79,5	63,5	58,0	60,5	54,5	87,8
Precipitação pluvial (mm)	1,4	0,0	1,4	2,6	0,0	0,0	0,0	0,1	10,8	34,8	0,1	0,0	0,0	0,0	6,1

