UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA AGRÍCOLA

INFLUÊNCIA DO ESPECTRO DE GOTAS NO DESEMPENHO DE FUNGICIDAS NA CULTURA DO TRIGO

TESE DE DOUTORADO

Caroline Almeida Gulart

Santa Maria, RS, Brasil.

2012

INFLUÊNCIA DO ESPECTRO DE GOTAS NO DESEMPENHO DE FUNGICIDAS NA CULTURA DO TRIGO

Caroline Almeida Gulart

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Mecanização Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Engenharia Agrícola

Orientador: Prof. PhD. Ricardo Silveiro Balardin

Santa Maria, RS, Brasil.

2012

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática
da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Gulart, Caroline Almeida
Influência do espectro de gotas no desempenho de fungicidas na cultura do trigo / Caroline Almeida Gulart.-2012.
70 p.; 30cm

Orientador: Ricardo Silveiro Balardin
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2012

1. Tecnologia de aplicação 2. Deposição de gotas 3. Drechslera tritici- repentis 4. Bipolaris sorokiniana 5. Triticum aestivum I. Balardin, Ricardo Silveiro II. Título.

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado

INFLUÊNCIA DO ESPECTRO DE GOTAS NO DESEMPENHO DE FUNGICIDAS NA CULTURA DO TRIGO

elaborada por
Caroline Almeida Gulart

como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Engenharia Agrícola.

COMISSÃO EXAMINADORA:

_____
Ricardo Silveiro Balardin, Ph.D.
(Presidente/Orientador)

_____
Sandro Borba Possebon, Dr. (Instituto Federal Farroupilha)

_____
Marcelo Gripa Madalosso, Dr. (Instituto Phytus)

_____
Luiz Aquiles Martins Medeiros, Dr. (Instituto Federal Farroupilha)

_____
Walter Boller, Dr. (Universidade de Passo Fundo).

Santa Maria, 19 de março de 2012.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu afilhado Arthur e aos pequenos Paulo Henrique, Luana, João Vitor e Bernardo para que um dia sirva de estímulo e exemplo na busca dos seus objetivos.

Ao meu querido Tio e Dindo, Abel Antunes e minha querida Tia Elenita Guarienti (*In memorian*), pelo exemplo de carinho, generosidade e dedicação à família que eles foram , e que, em muito contribuiu para que eu chegasse até aqui.

Dedico e ofereço!

Agradecimentos

A Deus por ter me mostrado sempre o caminho certo a seguir, e também por ter colocado ao meu lado as pessoas que me ajudaram nessa caminhada.

A Universidade Federal de Santa Maria e ao PPGEA pela oportunidade.

A Capes pela concessão da Bolsa de estudos.

Ao meu Orientador e amigo Ricardo Balardin pela confiança, amizade, e principalmente pelos ensinamentos e oportunidades concedidas, que certamente, me fizeram uma profissional melhor.

Ao Instituto Phytus e a Clarice Balardin pelo apoio na condução dos trabalhos.

Aos meus pais Fernando e Maria do Carmo e minhas irmãs Lívia e Paula pelo carinho e apoio constantes nessa longa caminhada.

Aos meus sobrinhos Lucas e Arthur pelo simples fato de existirem e serem minha maior motivação

A minha querida Vó Maria, pelo carinho, pelo companherismo e pelos constantes ensinamentos.

Aos meus cunhados Pedro e Marcelo por estarem sempre na torcida

Ao meu querido Eroci, pela paciência , parceria e sobretudo pelo amor no decorrer desses anos.

Aos meus tios e primos pelo constante apoio e principalmente por não permitirem que eu desanimasse no último momento.

Aos amigos Mônica Debortoli, Marcelo Madalosso, Gerson Dalla Corte, Virgínia Viero, Leandro Marques e Justina Franchi um agradecimento especial, pois certamente sem a ajuda de vocês nesse ultimo momento, eu não teria conseguido.

Aos colegas e amigos do Instituto Phytus: Juliano Perlin de Ramos, Carla Siqueira, Nédio Rodrigo Tormen, Diego Dalla Favera, Giuvan Lenz, Heraldo S. Cezar, Francis

Sartori Maffini, Rafael Pegoraro Gai, Marlon Stefanello, Felipe Frigo Pinto, Juliano Daniel Uebel, André Ebone, Felipe Dalla Lana, Simone Minuzzi, Lucas Domingues, Marília Zabot e tantos outros que tiveram participação na obtenção deste Título.

Aos amigos do IP ensino: Verônica Viero, Taciane Soncini, Graziele Stefano, Marione Medeiros, Martha, Lucio Zabot e Ricardo Mânica pela torcida nos últimos momentos

Aos colaboradores do Instituto Phytus: Vani, Antão, Eduardo, Antão Barroso e Fabiane , pelo auxílio nas atividades diárias e agradável convivência.

Aos professores e funcionários do DFS/UFSM que de alguma forma colaboraram para a conclusão desse trabalho.

A querida amiga Betânia Brum, que mesmo de longe segue me motivando a não desistir jamais.

Ao Prof. e amigo Ivan Dressler pelo apoio de sempre

Aos Professores Luis Aquiles e Walter Boller pela disponibilidade e paciência nessa complicada fase final.

Ao Professor Jerson Guedes que por muitas vezes me ajudou nos momentos difíceis, desde os tempos da graduação.

A Secretária do PPGEA, Luciana Nunes pela presteza e boa vontade em resolver os contratempos que antecedem os dias da defesa.

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós –Graduação em Engenharia Agrícola
Unversidade Federal de Santa Maria

INFLUÊNCIA DO ESPECTRO DE GOTAS NO DESEMPENHO DE FUNGICIDAS NA CULTURA DO TRIGO

AUTOR: Caroline Almeida Gulart
ORIENTADOR: RICARDO SILVEIRO BALARDIN
Local e Data: Santa Maria/RS, 19 de março de 2012.

A Ferrugem da folha e as manchas foliares causadas por *Bipolaris sorokiniana* e *Drechslera tritici-repentis,* são doenças capazes de reduzir drasticamente a produtividade da cultura do trigo. Em função da dificuldade em dispor de cultivares resistentes a todas as doenças, o controle químico é uma alternativa viável, técnica e economicamente. Para maximizar o residual dos fungicidas é necessário otimizar os fatores relacionados à tecnologia de aplicação minimizando os danos em função da incidência das doenças. O objetivo do trabalho foi determinar a influência do número de gotas na penetração dos fungicidas e na sua eficácia de controle em diferentes momentos de aplicação. O delineamento experimental utilizado foi de Blocos ao acaso em parcelas subsubdivididas, totalizando 20 tratamentos em quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas cultivares de trigo (Fundacep Cristalino e Fundacep Nova Era); três pontas de pulverização (XR 11002, TJ 60-11002 e TX 8002); 3 fungicidas: Piraclostrobina + Epoxiconazol; Epoxiconazol e Piraclostrobina, mais uma testemunha sem aplicação. Foi avaliada a densidade de gotas por centímetro quadrado, diâmetro mediano volumétrico (DMV), diâmetro mediano numérico (DMN), severidade das doenças, peso do hectolitro e produtividade da cultura. A utilização dos fungicidas epoxiconazol+ piraclostrobina e piraclostrobina, respectivamente, proporcionaram o melhor controle de doenças, melhor produtividade e maior peso do hectolitro na cultivar Nova Era. Por outro lado, na cultivar Cristalino submetida a um menor impacto das doenças, não houve diferença com relação aos fungicidas utilizados. O controle de doenças foi influenciado pelo espectro de gotas proporcionado devido a utilização das diferentes pontas de pulverização. Pontas com espectro fino/médio apresentaram melhor cobertura do terço inferior do dossel, proporcionando menor estabelecimento das doenças. A correlação entre as variáveis mostrou que a segunda aplicação dos fungicidas foi a que mais impactou no calculo da área abaixo da curva de progresso das doenças (AACPD), produtividade de grão e peso do hectolitro. Esse resultado pode ser explicado pela maior pressão de doença no estádio de florescimento.

Palavras- chaves: Tecnologia de aplicação. Deposição de gotas. *Drechslera tritici- repentis. Bipolaris sorokiniana.* T*riticum aestivum.* Controle de doenças.

ABSTRACT

Doctor thesis
Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Santa Maria

EFFECT OF DROPS SPECTRA AND LEAFLETS AGE ON THE FUNGICIDES ABSORPTION RATE IN SOYBEAN

AUTHOR: CAROLINE ALMEIDA GULART
ADVISOR: RICARDO SILVEIRO BALARDIN
Local and Date: Santa Maria/RS, March 19 th, 2012.

Leaf rust and leaf spots caused by *Bipolaris sorokiniana* and *Drechslera tritici-repentis*, are diseases that dramatically reduce the productivity of wheat. Depending on the difficulty in having cultivars resistant to all diseases, chemical control is an alternative, technically and economically viable. To maximize the residual of fungicides is necessary to optimize the factors related with spray minimizing the losses due to disease incidence. The goal of the work was to determine the influence of the number of drops in the penetration of fungicides and its control efficacy at various stages of application. The experimental design used was randomized block in Split plot design, totaling 20 treatments and four replications. The treatments were two wheat cultivars (Fundacep Cristallino and Fundacep Nova Era); three spray tips (XR 11002, TJ 60-11002 and TX 8002); 3 fungicides: Pyraclostrobin + Epoxiconazol; Epoxiconazol and Pyraclostrobin, and a control without any application. It was evaluated the density of drops per square centimeter, DMV, DMN, severity of disease, weight of hectoliter and productivity of the crop. The use of fungicides pyraclostrobin and epoxiconazol + piraclostrobia, respectively, provided the better control of diseases, higher productivity and greater weight of hectoliter in Nova Era cultivar. On the other hand, Cristalino cultivar with lower impact of the diseases did not show difference on efficacy of the fungicides used. The control of diseases was influenced by the DMV/DMN ratio due to the use of different spray tips. Tips with thin/medium drop spectrum performed better coverage at the lower part of the canopy, providing fewer establishments of the diseases. The correlation between the variables showed that the second application of fungicides was the one that crashed in the calculation of the area under the curve of progress of diseases (AACPD), hectoliter weight and yield. The greater disease pressure at flowering can explain this result.

Keywords: Application technology. Droplet deposition. *Drechslera tritici- repentis. Bipolaris sorokiniana.* T*riticum aestivum,* desease control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cobertura (gotas/cm2) medida no terço inferior e obtidas a partir da utilização de três pontas de pulverização e em dois momentos de aplicação. Itaara/RS, 2010. 47

Figura 2 – Diâmetro Mediano Volumétrico medido no terço inferior das plantas de trigo das cultivares Nova Era e Cristalina e obtidas devido à utilização de três pontas de pulverização e em dois momentos de aplicação. Itaara/RS, 2010. 47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tratamentos utilizados, obedecendo ao delineamento de blocos ao acaso com parcelas subsubdivididas. Itaara/ RS, 2009/2010. 28

Tabela 2 – Espectro de gotas em função da ponta de pulverização, pressão de trabalho e velocidade de deslocamento. Itaara/RS, 2010. 29

Tabela 3 – Condições ambientais nos momentos de aplicação dos tratamentos. Itaara/RS, 2010. 29

Tabela 4 – Número de gotas por unidade de área, medido no terço inferior na primeira aplicação dos fungicidas nas duas cultivares de trigo. Itaara/RS, 2010. 32

Tabela 5 – Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) das gotas, medido no terço inferior na primeira aplicação dos fungicidas nas duas cultivares de trigo. Itaara/RS, 2010. 34

Tabela 6 – Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) gerado pelas pontas de pulverização no terço Médio, na primeira aplicação dos fungicidas nas duas cultivares de trigo. Itaara/RS, 2010. 35

Tabela 7 – Número de gotas por unidade de área medida no terço inferior, na segunda aplicação dos fungicidas nas duas cultivares de trigo. Itaara/RS, 2010. 36

Tabela 8 – Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) das gotas medido no terço Inferior, na segunda aplicação dos fungicidas nas duas cultivares de trigo. Itaara/RS, 2010. 36

Tabela 9 – Número de gotas por unidade de área, medido no terço médio, na segunda aplicação dos fungicidas nas duas cultivares de trigo. Itaara/RS, 2010. 37

Tabela 10 – Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) das gotas medido no terço médio, na segunda aplicação de fungicidas nas duas cultivares de trigo. Itaara/RS, 2010. 38

Tabela 11 – Interação entre os fatores Cultivares de trigo, Pontas de pulverização e Fungicidas, considerando o parâmetro número de gotas por unidade de área, no terço médio na segunda aplicação dos fungicidas. Itaara/RS, 2010. 39

Tabela 12 – Interação entre os fatores Cultivares de trigo, Pontas de pulverização e Fungicidas considerando o parâmetro diâmetro mediano volumétrico, no terço médio na segunda aplicação dos fungicidas. Itaara/RS, 2010. 40

Tabela 13 – Área abaixo da curva de progresso de manchas foliares para duas cultivares de trigo submetido à aplicação de diferentes fungicidas. Itaara/RS, 2010. 41

Tabela 14 – Área abaixo da Curva de Progresso de Manchas Foliares na interação entre Pontas de pulverização e Fungicidas aplicados nas cultivares Cristalino e Nova Era. Itaara/RS, 2010. 42

Tabela 15 – Área abaixo da curva de Progresso de Manchas Foliares na interação entre Cultivares de trigo, Pontas de pulverização e Fungicidas. Itaara/RS, 2010. 43

Tabela 16 – Área abaixo da Curva de Progresso de Ferrugem da folha na interação entre Cultivares de trigo e Fungicidas. Itaara/RS, 2010. 44

Tabela 17 – Área abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem da folha na interação entre Pontas de pulverização e Fungicidas aplicados nas cultivares Nova Era e Cristalino de trigo. Itaara/RS, 2010. 45

Tabela 18 – Área abaixo da curva de Progresso de Ferrugem da folha na interação entre Cultivares de trigo, Pontas de pulverização e Fungicidas. Itaara/RS, 2010. 46

Tabela 19 – Peso do Hectolitro na interação entre Cultivares de trigo e Fungicidas. Itaara/RS, 2010. 48

Tabela 20 – Peso do hectolitro na interação entre Cultivares, Pontas de pulverização e Fungicidas. Itaara/RS, 2010. 49

Tabela 21 – Produtividade de grãos na interação entre Cultivares e Fungicidas. Itaara/RS, 2010. 50

Tabela 22 – Rendimento de grãos na interação entre os fatores Cultivares de trigo, Pontas de pulverização e Fungicidas. Itaara/RS, 2010. 51

Tabela 23 – Matriz de correlação simples entre número de gotas no terço inferior na aplicação 2 (GTI2); número de gotas no terço médio na aplicação 2 (GTM2); Área Abaixo da Curva de Progresso de Mancha foliar (AACPM); Área Abaixo da Curva de Progresso de Ferrugem-da-folha (AACPF); Produtividade (PROD); peso hectolitro (Ph). 52

LISTA DE ANEXOS

Anexo A – Escala Fenológica de desenvolvimento da cultura do Trigo, de acordo com Zadoks et al. (1974). 59
Anexo B – Escala diagramática para avaliação da severidade de Ferrugem segundo Peterson *et al*. (1948). 60
Anexo C – Escala diagramática para avaliação da severidade de manchas foliares segundo James (1971). 61
Anexo D – Classes de tamanho de gotas segundo normas BCPC (British Crop Production Council) com características correspondentes (DMV e PRD). 62
Anexo E – Descrição das cultivares utilizadas no experimento. Itaara/RS, 2010. ... 63

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A – QUADROS DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA DAS VARIÁVEIS DE DEPOSIÇÃO DE GOTAS PARA A PRIMEIRA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS EM DUAS CULTIVARES DE TRIGO.....65

Apêndice B – QUADROS DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA DAS VARIÁVEIS DE DEPOSIÇÃO DE GOTAS PARA A SEGUNDA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS EM DUAS CULTIVARES DE TRIGO.....67

Apêndice C – QUADROS DA ÁNALISE DA VARIÂNCIA PARA ÁREA ABAIXO DA CURVA DE PROGRESSO DE DOENÇA DE MANCHAS FOLIARES E ÁREA ABAIXO DA CURVA DE PROGRESSO DE DOENÇAS DA FERRUGEM DA FOLHA EM DUAS CULTIVARES DE TRIGO. 69

Apêndice D – QUADROS DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA PARA PESO DO HECTOLITRO E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS.....70

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **15**
2 REVISÃO DE LITERATURA **17**
2.1 Doenças na cultura do trigo **17**
2.2 Importância da tecnologia de aplicação **19**
2.2.1 Pontas de pulverização e Espectro de gotas 20
2.3 Diâmetro mediano volumétrico (DMV), diâmetro mediano numérico (DMN) e Cobertura **22**
2.4 Controle químico de doenças no trigo **24**
3 MATERIAL & MÉTODOS **27**
3.1 Equipamentos e volume de calda utilizado **28**
3.2 Aplicação dos tratamentos **29**
3.3 Severidade das doenças **30**
3.4 Avaliação de deposição de gotas **31**
3.5 Rendimento de grãos e Peso do hectolitro **31**
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO **32**
4.1 Deposição de gotas para a primeira aplicação de fungicidas em duas cultivares de trigo. **32**
4.2 Deposição de gotas para a segunda aplicação de fungicidas em duas cultivares de trigo **35**
4.3 Influência da aplicação de diferentes fungicidas sobre o controle de doenças em trigo **40**
4.3.1 Área abaixo da curva de Progresso de Manchas Foliares 40
4.3.2 Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem da folha do trigo- AACPF 43
4.2.3 Peso do Hectolitro 48
4.2.4 Produtividade de grãos 50
4.3 Correlação simples entre as variáveis **51**
CONCLUSÕES **53**
REFERÊNCIAS **54**
ANEXOS **58**
APÊNDICES **64**

1 INTRODUÇÃO

A cultura do trigo está entre as mais importantes no cenário agrícola brasileiro, especialmente na região sul do país, onde está concentrada a maior parte da produção. Apesar de o Brasil apresentar condições de solo, clima, material genético e também tecnologia disponível para cultivar mais de 10 milhões de hectares do cereal, a produção atual não consegue suprir a demanda interna (AGRIANUAL, 2003).

Vários são os fatores que interferem de forma negativa na produtividade dessa cultura, tais como fertilidade do solo, condição climática, ataque de insetos-praga, doenças, entre outras. Quando não adotado o manejo adequado para evitar ou controlar o ataque dos patógenos na lavoura, as doenças podem trazer sérios prejuízos ao produtor. Esses prejuízos causam grande impacto financeiro no momento em que várias doenças incidem simultaneamente na lavoura (BARROS et al., 2005).

A cultura é atacada por uma grande diversidade de patógenos, tais como os causadores de manchas foliares, o oídio, as ferrugens e também as que atacam as espigas, podendo, dessa forma, causar danos consideráveis sob condições climáticas que favorecem epidemias. Os danos causados pela ocorrência de doenças são bastante variáveis, principalmente porque são influenciados por fatores como condições ambientais (chuvas frequentes), suscetibilidade de cultivares, agressividade dos patógenos, época do início da infecção, entre outros (HETZLER et al., 1991; MEHTA, 1992).

A utilização de pontas de pulverização gerando diferentes espectros de gotas irá proporcionar penetração e cobertura distintas em toda a planta, principalmente no terço inferior, que é o local provável de início da patogênese. Em função dessa característica, a adequação da ponta de pulverização nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do trigo, bem como do momento da patogênese, irá possibilitar a maximização do residual e da efetividade dos produtos sobre o controle das doenças.

É possível que diferentes pontas de pulverização promovam diferenças na deposição dos fungicidas no dossel da planta, no tamanho de gotas e penetração do

produto, interferindo na eficiência dos mesmos no controle de doenças. Especialmente no caso das manchas foliares e da ferrugem da folha, a penetração do fungicida no terço inferior do trigo é essencial para um controle efetivo, visto que essas doenças provavelmente têm seu início no dossel inferior da cultura.

Com base nas informações apresentadas, o objetivo geral do presente trabalho é determinar a influência que a aplicação de fungicidas apresenta sobre o controle de doenças na cultura do trigo. Como objetivos específicos buscou-se verificar a influência do tamanho de gotas na penetração dos fungicidas e no controle de doenças; a influência do número de gotas na penetração dos fungicidas e no controle de doenças; a influência que as pontas de pulverização apresentam nos diferentes momentos da aplicação dos fungicidas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Doenças na cultura do trigo

O aumento crescente na demanda pela produção de alimentos e a consequente busca por altas produtividades têm gerado a necessidade de pesquisas que busquem potencializar o rendimento das culturas, sem, entretanto, elevar seus custos de produção. Apesar de estar entre um dos maiores produtores de trigo, o Brasil não consegue atender a demanda interna, necessitando, dessa forma, importar grande parte do que consome.

A cultura do trigo está sujeita a diversos patógenos causadores de manchas foliares que, dependendo das condições ambientais e da intensidade, podem causar significativas reduções no rendimento de grãos (PICCININI & FERNANDES, 1988), assim como podem gerar aumento considerável dos custos de produção em função da necessidade constante de aplicação de fungicidas (REIS & CASA, 1997). Além disso, a maioria das doenças são transmitidas pelas sementes e, dessa forma, o controle torna-se ainda mais oneroso, devido à necessidade de utilização de fungicidas para tratamento da semente (REIS & CASA, 1998).

Nas condições climáticas do Estado do Rio Grande do Sul as principais doenças que comprometem o rendimento da cultura do trigo são: o oídio (*Blumeria graminis)*; as ferrugens da folha e do colmo, causadas respectivamente por *Puccinia triticina* (Rob. Ex. Desm) e *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* (Heriks. & Henn.); a mancha da gluma, induzida por *Stagonospora nodorum* (Berk.) Cast. & Germ.; a mancha marrom, induzida por *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.In. Sorok) Shoem.*;* a mancha amarela, induzida por *Drechslera tritici-repentis (*Died. Shoemaker*);* e a giberela, induzida por *Fusarium graminearum (*DC. Ex. Mérrat*).* De acordo com Picinini & Fernandes, 2000, essas doenças estão entre as mais importantes. Entretanto, as perdas de rendimento em função da ocorrência de doenças estão relacionadas com a suscetibilidade da cultivar, com o tipo de patógeno, as condições ambientais e também medidas de controle empregadas antes e após o estabelecimento da doença. A magnitude dessas reduções depende diretamente da época em que ocorre a infecção, assim como da parte da planta que é afetada (CUNHA &

BONALDO, 2008). Resultados de um estudo realizado por Piccinini et al. (1996), durante 12 anos, demonstram que as reduções de rendimento de grãos na cultura do trigo podem chegar a 44,6% nas condições do sul do Brasil, considerando-se ainda que os custos com a aplicação de fungicidas podem chegar a 27% do custo de produção.

No que se refere ao Oídio, doença foliar importante em anos mais secos, Reis et al.(1997) afirmam que a doença pode reduzir o rendimento de grãos em até 62%, caso não seja adotado o controle correto. A mancha marrom e a mancha amarela, causadas respectivamente por *B. sorokiniana* e *D. tritici repentis,* estão entre as manchas de maior ocorrência, especialmente devido às nossas condições de clima tropical e também em função do sistema de plantio direto ou áreas de monocultivo, pois, de acordo com Prestes et al. (2002), a emergência das plântulas ocorre em meio aos restos culturais infectados pelas estruturas dos patógenos em questão, que, por serem necrotróficos, sobrevivem em restos culturais ou em hospedeiros alternativos, servindo, mais tarde, de inóculo primário para o trigo.

As ferrugens, por serem causadas por um parasita biotrófico, necessitam de um hospedeiro vivo para completar o seu ciclo. Por ser uma doença extremamente destrutiva e de desenvolvimento rápido, sua incidência pode comprometer a produtividade de uma lavoura em poucos dias quando as condições são favoráveis. A taxa de progresso das ferrugens é diretamente proporcional ao tempo de molhamento foliar e à quantidade de inóculo inicial nas áreas próximas, visto que, de acordo com Piccinini (1995), os uredósporos perpetuam-se em hospedeiros alternativos, disseminando-se a longas distâncias pelo vento. Em função disso, a doença distribui-se de forma generalizada na lavoura.

Reis (2001) afirma que a ferrugem pode reduzir em até 63% o rendimento da cultura. Porém, de acordo com Balardin (2001), as doenças são responsáveis por dano em torno de 49%, no caso de manchas foliares, e até 80% no caso da ferrugem da folha. Da mesma forma, danos de até 80% no rendimento em função da ferrugem foram relatadas em cultivares suscetíveis por Picinini & Fernandes (1995).

Ao contrário das outras ferrugens que incidem sobre a cultura do trigo, a ferrugem da folha ocorre todos os anos no Brasil (ZOLDAN & BARCELLOS, 2002). Em função disso, é de extrema importância que se preconize o tratamento preventivo, principalmente em anos com condições mais favoráveis ao estabelecimento e progresso da doença.

Tendo em vista o aumento na incidência e severidade das doenças fúngicas na cultura do trigo, assim como o fato de que nem sempre as cultivares apresentarem resistência duradoura a todas as doenças limitantes, a aplicação de fungicidas torna-se a alternativa para evitar e/ou diminuir as reduções de rendimento do trigo.

2.2 Importância da tecnologia de aplicação

Diante do fato de que muitas vezes a única alternativa viável para alcançar altos rendimentos em trigo limita-se à aplicação de fungicidas, a tecnologia de aplicação torna-se uma ferramenta essencial para o sucesso da lavoura. Frequentemente a diferença entre uma boa colheita e uma safra com prejuízos consideráveis na lavoura de trigo está atrelada à rapidez e à qualidade da aplicação de defensivos agrícolas (COSTA, 2009).

Para alcançar a eficácia dos produtos aplicados para o controle das doenças de parte aérea, além de fatores inerentes à epidemiologia das doenças em questão, Picinini & Fernandes (2000) relatam que o momento e a qualidade da pulverização também são determinantes. Da mesma forma, Reis & Casa (2007) salientam que além da qualidade da pulverização, o sucesso do controle está condicionado ao momento ou critério adotado para iniciar a aplicação do fungicida.

Com o desafio cada vez maior de produção de alimentos no mundo, torna-se necessário o aprimoramento da tecnologia de aplicação visando alcançar a máxima eficiência com o mínimo impacto ambiental. Reiterando essa afirmativa, Carvalho et al. (2006) citam que sem a utilização de agroquímicos na agricultura a produção de alimentos no mundo sofreria uma redução de 40 a 45%, gerando um aumento do custo da alimentação em torno de até 75%, além de comprometer a qualidade dos alimentos e fibras produzidas.

Portanto, para um eficiente controle de doenças é necessária a utilização de tecnologia de aplicação adequada que proporcione completa cobertura do dossel e uniformidade de distribuição das gotas. De acordo com Matuo (1990), a correta aplicação é aquela realizada no momento certo, proporcionando cobertura eficiente

do alvo, sendo suficiente para eliminar ou abrandar com segurança um determinado problema, evitando danos econômicos.

De acordo com Santos et al. (2002), a qualidade (espectro de gotas) e a quantidade (densidade de gotas) do fungicida pulverizado e a sua deposição ou aderência às folhas através das gotas de pulverização deverão resultar em uma distribuição uniforme e homogênea da quantidade recomendada do ingrediente ativo, e dessa forma, é necessário ter amplo conhecimento de todos os fatores que afetam a tecnologia de aplicação de produtos . Dentre esses fatores, as pontas de pulverização merecem destaque.

2.2.1 Pontas de pulverização e Espectro de gotas

A definição de parâmetros como o tamanho de gotas e volume de aplicação depende diretamente da relação alvo/defensivo. Quando corretamente utilizadas, as gotas grandes oferecem bom nível de depósito (quantidade ou volume de produto depositado nos alvos), porém, não proporcionam boas condições de cobertura (ANTUNIASSI, 2005).

Em dimensões apropriadas, a uniformidade no espectro de tamanho de gotas proporciona melhores resultados, ou seja, sem uniformidade de espectro de gotas, torna-se difícil obter um adequado controle (BALS, 1978; ROMÁN, 2010). Nesse sentido, as pontas de pulverização são os componentes de maior importância de um equipamento de aplicação. De acordo com Fernandes et al. (2007), as pontas irão determinar as características da pulverização emitida, juntamente com o volume de calda e a pressão utilizada. Da mesma forma, Womac et al. (1999) citam que o tipo de ponta, a vazão nominal, ângulo de descarga, pressão de operação e características do líquido são fatores que determinam o espectro de uma série de gotas geradas.

Comumente o termo “bico” tem sido utilizado como sinônimo de ponta. Entretanto, vale ressaltar que essas são estruturas diferentes, visto que o bico é composto por todo o conjunto do corpo, peneira, ponta e capa, incluindo suas estruturas de fixação na barra. Já a ponta de pulverização é o componente do bico responsável pela formação das gotas. De acordo com Matuo (1998), as pontas

apresentam uma faixa ideal de pressão de trabalho, assim como aberturas de diferentes tamanhos. São essas características peculiares que diferenciam os vários modelos para cada finalidade.

Para a seleção da ponta adequada deve-se levar em consideração o produto fitossanitário que se deseja aplicar à superfície a ser tratada e o volume de calda necessário (MADALOSSO, 2007). Do mesmo modo, deve-se dar atenção ao tipo de alvo a ser atingido e às condições ambientais no momento da aplicação, a fim de obter resultados satisfatórios com a aplicação.

Quanto à distribuição e forma do jato, as pontas são divididas em pontas de jato cônico, com orifício e deposição circular, e pontas de jato plano, com orifício em forma de fenda que originará um jato em forma de leque com deposição linear (MATUO et al., 2005). De acordo com Christofoletti (1992), as pontas de jato cônico podem trabalhar com uma faixa de pressão bem mais elevada que as demais. Já as pontas de jato leque produzem um jato em um só plano, podendo ser de deposição contínua ou decrescer simetricamente para os bordos. Nessa situação, recomenda-se o uso em série, montado em barra, sobrepondo-se o jato leque de uma ponta com os jatos vizinhos.

A ponta de pulverização de jato plano duplo leque apresenta dois orifícios que produzem um leque voltado 30º para frente e outro 30º para trás, produzindo gotas de tamanho menor, quando comparada a uma ponta de jato leque de vazão equivalente. No caso da utilização dessa ponta, a angulação do jato tende a ser determinante na penetração e cobertura do produto no dossel inferior da cultura, condição indispensável para aplicação de fungicidas (CHRISTOFOLETTI, 1992).

Na grande maioria das culturas e também nos cereais de inverno, a parte inferior do dossel da planta mantém por mais tempo o molhamento foliar, favorecendo, dessa forma, o início da infecção da maioria dos patógenos. Porém, também é nessa porção das plantas que a cobertura e penetração dos fungicidas são mais prejudicadas com o avançar do estádio fisiológico da planta, o que favorece o estabelecimento do patógeno.

2.3 Diâmetro mediano volumétrico (DMV), diâmetro mediano numérico (DMN) e Cobertura

O espectro de gotas produzido por um equipamento é, por definição, a caracterização da pulverização em função dos diferentes tamanhos de gotas produzidas, sendo uma função do modelo de ponta de pulverização, tamanho do orifício e pressão de trabalho (PAULSRUD & MONTGOMERY, 2005; LENZ, 2010). Essa combinação irá afetar diretamente a cobertura do dossel da planta e o seu potencial de deriva. Para avaliar o espectro de gotas de uma série pulverizada é necessário o conhecimento de parâmetros como o DMV, DMN e AR.

O Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) é um valor expresso em micrômetros (µm) que é definido como o diâmetro da gota que divide o volume aplicado em duas partes iguais, onde metade do volume tem diâmetro menor que o DMV e a outra metade possui volume maior. Outro importante parâmetro é o Diâmetro Mediano Numérico (DMN), definido como o diâmetro que divide o número de gotas em duas partes numericamente iguais. De acordo com Debortoli (2011), o valor de DMN é necessariamente menor ou igual ao DMV, pois essa medida independe de volume e as gotas pequenas são numeradas da mesma forma que as grandes. A mesma autora afirma que, quando um volume é pulverizado existe a necessidade de se conhecer as características médias das gotas que compõem a série pulverizada, pois estas refletem diretamente a cobertura e penetração do produto na planta.

A amplitude relativa pode ser definida como a variação existente dentro do espectro de gotas gerado por uma ponta de pulverização. Essa variável se refere à uniformidade do espectro de gotas e é calculada pela equação: A.R. = (Dv0,1 – Dv0,9)/Dv0,5 (em que, Dv0,1 - diâmetro da gota, tal que 10% do volume aspergido é composto por gotas de diâmetro inferior a ele; Dv0,5 - diâmetro da gota, tal que 50% do volume aspergido é composto gotas de diâmetro inferior a ele, e Dv0,9 - diâmetro da gota, tal que 90% do volume aspergido é composto gotas de diâmetro inferior a ele).

De maneira geral, quando são pulverizadas gotas muito grossas, a cobertura da superfície foliar fica comprometida, pois devido, principalmente ao peso, essas gotas acabam não aderindo à folha. No entanto, quando as gotas são muito finas, apesar de se conseguir boa cobertura e uniformidade de distribuição da calda, esse

tipo de gota é facilmente perdida por evaporação, quando em condições de baixa umidade relativa ou mesmo em consequência das correntes de ar (LEFEBVRE, 1989; CUNHA et al., 2007). Alguns pesquisadores afirmam que gotas menores que 100 µm são facilmente levadas pelo vento, sofrendo mais facilmente a ação dos fenômenos climáticos (MURPHY et al., 2000, e WOLF, 2000).

Outro importante parâmetro é a cobertura proporcionada pela utilização de diferentes tipos de pontas de pulverização. Essa variável é descrita como a porcentagem da superfície alvo que é atingida pela pulverização (VELLOSO, 1998). Uma das formas de se obter esse parâmetro é através da fórmula de Courshee (1967), citado por Matuo et al. (2005):

$$C = \frac{15\,[V.R.K^2]}{A.D}$$

Sendo:

C = Cobertura (% da área)
V = Volume de aplicação ($L.ha^{-1}$).
R= Taxa de recuperação
K = Fator de espalhamento de gotas
A = Superfície vegetal existente no hectare
D = Diâmetro de gotas.

Ao analisar a fórmula, constata-se que para aumentar a cobertura é necessário elevar o volume de aplicação (V). A taxa de recuperação corresponde à porcentagem do volume de produto aplicado que é captado pelo alvo e depende de fatores ligados à tecnologia de aplicação como: momento de aplicação, tamanho de gota e arranjo de plantas adequado. Como o fator de espalhamento (K) é uma função quadrática, sua atuação é bastante sensível sobre a cobertura. Porém, pode ser maximizado pela adição de componentes tensoativos à calda, visando reduzir a tensão superficial da gota e também a superfície de contato com a superfície foliar (KISSMANN, 1998).

Outra forma de se conhecer a cobertura do alvo é através da medida do número de $gotas.cm^{-2}$ (CHRISTOFOLETTI, 1999). Esse parâmetro pode ser

determinado manualmente com auxílio de microscópio óptico ou através de softwares.

Os autores Ozeki & Kunz (1998) e Christofoletti (1999) relatam que para se ter uma cobertura satisfatória, a melhor densidade de gotas é de 30 a 50 gotas/cm^2, no caso dos fungicidas sistêmicos, e acima de 70 gotas/cm^2 para fungicidas protetores. Já para Marochi (1996), um número entre 50 e 70 gotas/cm^2 seria o suficiente para proporcionar uma cobertura adequada, independentemente do tipo de fungicida aplicado.

2.4 Controle químico de doenças no trigo

Em função do aumento da intensidade de doenças fúngicas na cultura do trigo e da constante quebra da resistência genética das cultivares, os fungicidas tornam-se a alternativa viável para garantir a expressão do potencial produtivo dessa cultura no Brasil. Essa situação agrava-se principalmente pelo fato da cultura ser semeada no mesmo local durante várias safras (PICININI et al., 1993; FIALLOS et al., 2011). Segundo Balardin (2004b), culturas como a soja, milho e trigo têm sua produtividade reduzida devido à intensidade das doenças foliares que afetam diretamente as rotas metabólicas das plantas. Dessa forma, com a adoção do controle no momento correto, além do benefício direto de controle do patógeno, existe um benefício fisiológico, fazendo com que a planta manifeste todo o seu metabolismo basal ao invés de mobilizar energia para sua defesa.

Vários trabalhos demonstram resposta diferenciada de cultivares de trigo ao tratamento químico (FERNANDES et al., 1980; BARROS et al., 2005). Dimmock (2002) relata que outras características inerentes às cultivares, tais como o ciclo, podem ser importantes na resposta ao controle químico. Outros fatores que podem influenciar nessa resposta são a suscetibilidade da cultivar à doenças, as condições climáticas para ocorrência de epidemias e por fim o momento de aplicação .

A manutenção da área foliar verde do trigo é de extrema importância para obterem-se bons índices de produtividade. Nesse sentido, o controle de doenças é de fundamental importância, por ser um dos fatores que compromete a área foliar.

Atualmente existe um grande número de produtos no mercado destinados ao controle das principais doenças do trigo. Dentre eles, os mais utilizados são fungicidas dos grupos dos triazóis das estrobilurinas, isolados ou em mistura. No caso das misturas, existe a combinação de características de ambos os grupos químicos, fator que potencializa a eficiência desse tipo de produto (BAUMGRATZ, 2009). Algumas características das estrobilurinas como maior estabilidade sob ação do sol e o chamado “movimento de vapor” fase gasosa do fungicida (que permite a sua redistribuição nas plantas), garantem às misturas uma eficiência que, normalmente, é superior aos fungicidas utilizados isoladamente (MACIEL & CHAVES, 2007). Possivelmente esse tipo de comportamento deve-se ao mecanismo de ação dos grupos químicos, uma vez que os triazóis agem na síntese de ergosterol, enquanto as estrobilurinas por agirem nas mitocôndrias, impedem a respiração celular, inibindo os processos iniciais de desenvolvimento do fungo (germinação do esporo).

Existem diversos estudos sobre o comportamento de fungicidas no controle das principais doenças da cultura do trigo. Em uma investigação visando o controle de manchas foliares em diferentes cultivares realizado por Navarini et al. (2005), a mistura de Tebuconazole 250 (75 $mL.ha^{-1}$) + Propiconazole (62,3 $mL.ha^{-1}$) proporcionou a maior eficácia no controle da mancha da folha e mancha das glumas em todas as cultivares testadas. Porém, para ferrugem da folha os melhores resultados foram obtidos com a aplicação de Azoxystrobin (200 $mL.ha^{-1}$) e também com a mistura Tebuconazole 250 (75 $mL.ha^{-1}$) + Propiconazole (62,3 $mL.ha^{-1}$). Assim, os autores concluíram que em virtude da variação da ocorrência das doenças entre as safras, bem como das diferenças inerentes às cultivares utilizadas, é necessária uma adequação de programas de controle de doenças foliares de acordo com a cultivar e condições ambientais de cada safra.

Já em outro estudo realizado por Barros et al. (2005), também com objetivo de verificar resposta de diferentes cultivares de trigo ao controle químico, foram utilizados os fungicidas Propiconazole (250 e 125), Tebuconazole (200 e 150) e Trifloxystrobin + Propiconazole (250 e 150). O melhor rendimento de grãos foi obtido com aplicação de Trifloxystrobin + Propiconazole, sendo que os autores atribuíram o resultado ao fato de que o Trifloxystrobin, por se tratar de uma estrobilurina, pode ter prolongado o período que a cultura manteve a área foliar verde (COOK et al.,1999), fato que impactou positivamente no rendimento.

Lenz et al. (2011) realizaram trabalho na cultura do trigo com objetivo de avaliar diferentes fungicidas e micronutrientes aplicados nos estádios de emborrachamento e florescimento para controle de manchas foliares causadas por *Drechslera tritici-repentis* e *Septoria tritici.* Os autores concluíram que o uso da mistura de Epoxiconazol + Piraclostrobina proporcionou melhor controle das doenças, melhor peso hectolítrico e rendimento de grãos. Os mesmos autores relatam que os resultados positivos pela utilização de princípios ativos do grupo das estrobilurinas, tais como a Piraclostrobina, podem ser atribuídos, em parte, ao aumento da fotossíntese líquida e também da atividade da enzima nitrato redutase, combinada com a redução da produção de etileno. A redução da síntese de etileno traduz-se em menor senescência das folhas, proporcionando uma maior atividade fotossintética (OLIVEIRA, 2005).

Para alcançar bons índices de produtividade e qualidade de grãos na cultura do trigo torna-se imprescindível prezar pela sanidade da parte aérea, especialmente a folha bandeira, pois a severidade de doenças, além de impactar na fotossíntese, também afeta outros processos metabólicos importantes da planta (DOMICIANO et al., 2009). Em estudos semelhantes constatou-se que os componentes do rendimento da cultura do trigo (número de grãos por espiga, massa média de grãos e número de espigas por unidade de área) são altamente dependentes da contribuição do número de afilhos férteis por unidade de área para a expressão do rendimento final de grãos (ALMEIDA, 1998; MUNDSTOCK, 1999).

De acordo com Domiciano et al. (2010), está comprovada a importância das folhas dos diferentes dosséis da planta para o eficiente acúmulo de reservas na fase de pré-antese na cultura do trigo, visto que, mais tarde essas reservas serão remobilizadas para o enchimento de grãos. Já em estudo realizado por Bancal et al. (2007) foi proposto um modelo baseado na área foliar verde por camada do dossel de plantas de trigo e nas reservas pré-antese para estimar tanto o crescimento quanto a produtividade de plantas afetadas por doenças foliares.

3 MATERIAL & MÉTODOS

O ensaio foi conduzido a campo, na safra de trigo 2010, em área experimental do Instituto Phytus – Divisão de Pesquisa, localizado no município de Itaara, Região Central do Rio grande do Sul, localizado em latitude 29°35'8"S, longitude 53°48'28"O e altitude de 444m.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em parcelas subsubdivididas com quatro repetições. Os tratamentos (Tabela 01) foram constituídos por duas cultivares de trigo, Fundacep Cristalino e Fundacep Nova Era; três pontas de pulverização: XR 11002, TJ 60 11002 e TX 8002 e 3 fungicidas: testemunha sem aplicação: Piraclostrobina + Epoxiconazol, Epoxiconazol e Piraclostrobina isolados, mais a testemunha sem aplicação.

A instalação do experimento foi realizada nos estádios iniciais da cultura, sendo os tratamentos demarcados com o auxílio de estacas identificadas com números (tratamentos) e letras (repetições). A semeadura foi realizada no dia 06/07/2010. O espaçamento entrelinhas foi de 0,17 m e a densidade de 350 sementes m^{-2}. Para o manejo da área foi utilizado 240 $kg.ha^{-1}$ da formulação 8-28-18 (N-P-K) na adubação de base. A aplicação de uréia foi realizada no estádio de perfilhamento (ZADOKS et al., 1974) nos dias 11/08/2010 e 22/08/2010, utilizando 50 kg ha^{-1}. Para o controle de insetos foi utilizado inseticida Metamidofós (300 g de *i.a* ha^{-1}), na dose de 800 ml ha^{-1}. Para o controle de plantas daninhas utilizou-se o herbicida Hussar (Iodosulfurom metílico), na dose de 100 g ha^{-1} em pós-emergência.

Tabela 1 – Tratamentos utilizados, obedecendo ao delineamento de blocos ao acaso com parcelas subsubdivididas. Itaara/ RS, 2009/2010.

Cultivares	Pontas de pulverização	Fungicidas
Fundacep Cristalino	XR 11002- leque	Testemunha
	TJ 60 11002- duplo- leque	
	TX 8002- Cone	
	XR 11002- leque	Epoxiconazole (embor[1].>>floresc.)
	TJ 60 11002- duplo- leque	
	TX 8002- Cone	
	XR 11002- leque	Piraclostrobina (embor.>>floresc.)
	TJ 60 11002- duplo- leque	
	TX 8002- Cone	
	XR 11002- leque	Epoxic.+Pirac. (embor.>>floresc.)
	TJ 60 11002- duplo- leque	
	TX 8002- Cone	
Fundacep Nova Era	XR 11002- leque	Testemunha
	TJ 60 11002- duplo- leque	
	TX 8002- Cone	
	XR 11002- leque	Epoxiconazole (embor.>>floresc.)
	TJ 60 11002- duplo- leque	
	TX 8002- Cone	
	XR 11002- leque	Piraclostrobina (embor.>>floresc.)
	TJ 60 11002- duplo- leque	
	TX 8002- Cone	
	XR 11002- leque	Epoxic.+Pirac. (embor.>>floresc.)
	TJ 60 11002- duplo- leque	
	TX 8002- Cone	

[1] Escala de Zadoks et al., 1974.

3.1 Equipamentos e volume de calda utilizado

A aplicação dos tratamentos foi realizada com um pulverizador costal pressurizado à CO_2, acoplado a uma barra com quatro pontas, espaçadas em 50 cm. As pontas de pulverização utilizadas no ensaio foram as descritas anteriormente, aplicando um volume de calda de 150 L/ha .

Tabela 2 – Espectro de gotas em função da ponta de pulverização, pressão de trabalho e velocidade de deslocamento. Itaara/RS, 2010.

Pontas de pulverização	Tipo de jato	Pressão (kPa)	Velocidade de aplicação (Km)	Vazão (L.min)	Classe de gotas produzidas[1]
XR 11002	leque	230	5,5	0,69	fina
TJ60 11002	duplo leque	480	8	1,00	Média/fina
TX 8002	cônico	500	5,5	0,69	fina

Fonte: Catálogo Teejet

3.2 Aplicação dos tratamentos

A aplicação dos tratamentos foi realizada nos estádios fenológicos de emborrachamento e florescimento (ZADOKS et al., 1974), respectivamente. Para tal, foram dispostos dentro das parcelas suportes subdivididos em três níveis onde foram colocados cartões hidrossenssíveis presos com um grampo metálico. Imediatamente após a passagem da barra de pulverização os cartões foram identificados e guardados em embalagem, abrigadas da luz e umidade, para posterior análise, sendo utilizadas três repetições.

Durante as aplicações monitoraram-se as condições ambientais com um termohigroanemômetro. Os dados de temperatura, umidade relativa e velocidade do vento no momento das aplicações são apresentados a seguir.

Tabela 3 – Condições ambientais nos momentos de aplicação dos tratamentos. Itaara/RS, 2010.

	Condições ambientes			
	Tmínima (°C)	Tmáxima (°C)	UR (%)	Vento ($Km.h^{-1}$)
Aplicações				
1 ° aplicação/2010	16,8	20,2	64	5,2
2 ° aplicação/2010	22,7	22,9	50	4,5

3.3 Severidade das doenças

Foi avaliada a severidade de manchas foliares causadas por *Drechslera tritici-repentis* e *Bipolaris sorokiniana* e também de ferrugem da folha, causada por *Puccinia triticina.* As notas de severidade foram baseadas na metodologia descrita por Peterson et al. (1948) para severidade de ferrugem da folha e por James (1971) para severidade de manchas foliares, sendo realizadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a segunda aplicação dos fungicidas, considerando a planta inteira, no caso de manchas, e as folhas bandeira e bandeira-1, no caso da ferrugem da folha.

Com base na severidade das doenças foi calculada a Área Abaixo da Curva de Progresso das Doenças (AACPD). Esse modelo remove a desuniformidade de progresso das doenças em ambientes naturais possibilitando uma interpretação da epidemia. A Área Abaixo da Curva de Progresso de Manchas Foliares (AACPMF) e Área Abaixo da Curva de Progresso de Ferrugem da Folha (AACPFF) foram usadas como descritoras das respectivas epidemias, com o objetivo de analisar e comparar os dados de severidade que descreveram a epidemia (CAMPBELL & MADDEN, 1990).

$$AACPD = \Sigma^{n}_{i-1}[(Y_{i+1}+Y_i)x\ 0,5)x(T_{i+1}-T_i)]$$

Sendo:

Y_i: severidade da doença na época de avaliação i (i= 1,...,n)
Y_{i+1}: severidade da doença na época de avaliação i + 1
T_i: época da avaliação i, que geralmente considera-se o número de dias após a emergência das plantas
T_{i+1}: época da avaliação i + 1
n = nº de observações.

3.4 Avaliação de deposição de gotas

A partir dos cartões coletados foram obtidas imagens digitais com o auxílio de um scanner em uma resolução de 1200 dpi. Após esse procedimento as imagens foram submetidas à análise através do software E-sprinkle®, para determinação de densidade de gotas (DG), diâmetro mediano volumétrico (DMV), diâmetro mediano numérico (DMN) e amplitude relativa (AR) nos dosséis médio e inferior.

A densidade de gotas é determinada pelo número de gotas por centímetro quadrado, variando com o volume aplicado, regulagem das pontas, tipo de formulação do agroquímico, entre outros fatores.

3.5 Rendimento de grãos e Peso do hectolitro

O rendimento de grãos foi obtido através da colheita manual de 6,12 m^2 de plantas da parcela experimental, cortadas e trilhadas em trilhadeira estacionária. O volume total de grãos foi pesada e determinada sua umidade, sendo posteriormente corrigido para 13% a fim de viabilizar o cálculo da produtividade final. O Peso do hectolitro foi determinado de acordo com regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992) e os resultados expressos em kg/HL.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e a interação entre os fatores, assim como suas médias, foram comparadas através do teste de Tukey ($p<0.01$ e $p<0.05$), com a utilização do pacote estatístico Assistat®, versão 7.5 beta (SILVA & AZEVEDO, 2002).

As variáveis consideradas foram correlacionadas através da construção de uma matriz de correlação simples utilizando-se a aplicação do teste *t* ($p<0.01$ e $p<0.05$), através do pacote estatístico Assistat® versão 7.5 beta (SILVA & AZEVEDO, 2002).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Fator cultivares correspondeu à parcela principal do ensaio. Em função disso, foi alocada uma testemunha sem fungicida dentro de cada cultivar e dentro de cada ponta de pulverização com objetivo de comprovar a ocorrência natural das doenças na área onde o ensaio foi conduzido.

4.1 Deposição de gotas para a primeira aplicação de fungicidas em duas cultivares de trigo.

No terço inferior do dossel das plantas de trigo a análise da variância para o parâmetro número de gotas.cm^{-2} ou impactos por unidade de área (NGC) foi significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro para o fator pontas de pulverização. Para os demais fatores, bem como para suas interações, não houve significância. Para o terço médio, apenas a interação entre cultivares e pontas de pulverização foi significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro.

No que se refere ao número de gotas geradas pela utilização das diferentes pontas de pulverização, observa-se na Tabela 4 que a ponta XR 11002 foi a que proporcionou maior número de gotas. cm^{-2} no terço inferior para todos os fungicidas aplicados, diferindo estatisticamente das demais.

Tabela 4 – Número de gotas por unidade de área, medido no terço inferior na primeira aplicação dos fungicidas nas duas cultivares de trigo. Itaara/RS, 2010.

Pontas	**Fungicidas**					
	Epoxiconazol		Piraclostrobina		Epox.+Pirac.[2]	
XR	83,98	a	85,45	a	88,43	a
TJ	63,72	a	58,35	b	52,00	b
TX	62,42	a	70,90	ab	66,83	ab
CV (ponta)		25,35	CV (fungicidas)		24,81	

[1] Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro. [2] Epoxiconazol + Piraclostrobina.

O controle eficaz das doenças é obtido não somente através de uma cobertura adequada com o produto aplicado, como também a penetração dos produtos nas porções inferiores do dossel das plantas. Para maior deposição de gotas no alvo desejado, fatores como volume de aplicação, tipo de ponta de pulverização e ângulo do bico da barra de aplicação são fundamentais e podem variar estando na dependência das estruturas anatômicas e da arquitetura das plantas, local da incidência das pragas e doenças, além das condições ambientes (TAYLOR & SHAW, 1993; FARINHA et al., 2009). No caso dos fungos, por necessitarem de condições especiais de umidade e temperatura para iniciar o processo infeccioso, a parte inferior do dossel das plantas é a que oferece as condições mais favoráveis, necessitando de atenção especial no momento da aplicação.

Para o parâmetro número de gotas por centímetro quadrado no terço médio do dossel, não houve diferença estatística entre as pontas testadas. Normalmente ocorre uma maior cobertura do terço médio com relação ao inferior, principalmente porque o terço médio sofre menor interferência das folhas de cima. Porém, essa diferença acentua-se com o avanço do ciclo da planta em função do chamado “efeito guarda-chuva” e, dessa forma, o terço inferior tende a receber um menor número de gotas.

Com relação ao diâmetro mediano volumétrico (DMV) na primeira aplicação de fungicidas do terço inferior do dossel, o fator pontas de pulverização foi significativo ($p < 0,01$).

Da mesma forma como ocorreu com o parâmetro número de gotas por centímetro quadrado (NGC), o diâmetro mediano volumétrico (DMV) proporcionado pela ponta XR diferiu estatisticamente das demais (Tabela 5). Contudo, apesar da ponta XR ter apresentado o maior NGC, também apresentou o maior DMV nos três fungicidas aplicados.

Tabela 5 – Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) das gotas, medido no terço inferior na primeira aplicação dos fungicidas nas duas cultivares de trigo. Itaara/RS, 2010.

Pontas	**Fungicidas**						**Média**	
	Epoxiconazol		Piraclostrobina		Epox.+Pirac.[2]			
XR	283,07	a	307,68	a	271,30	a	287,4	a[1]
TJ	225,60	b	213,33	b	220,13	b	219,7	b
TX	231,15	b	225,60	b	220,25	b	225,7	b
CV (ponta)		5,08	CV (fungicidas)		10,18			

[1] médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna (entre pontas) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0.01$). [2] Epoxiconazol + Piraclostrobina

O comportamento acima descrito pode ser explicado pela sobreposição de gotas que, no momento da leitura dos cartões hidrossensíveis pelo software, interpreta como apenas uma gota de maior diâmetro. Diversos trabalhos envolvendo tecnologia de aplicação demonstram que quanto menor o DMV das gotas pulverizadas, maior será a área de cobertura das superfícies- alvo, expressa pelo número de gotas por cm^2 (BOLLER, 2007; COSTA, 2009; LENZ, 2010).

De acordo com Ozeki & Kunz (1998), a qualidade da cobertura e a eficácia biológica das aplicações estão na dependência direta do diâmetro das gotas, sendo que em uma pulverização o diâmetro das gotas determina o nível de cobertura e também estabelece o comportamento quanto à distância de deslocamento, deriva, penetração no interior da folhagem, perdas por evaporação e, consequentemente, a taxa de recuperação.

Os dados de DMV das gotas do terço médio apresentaram significância ($p < 0,01$) para o fator ponta de pulverização e para a interação entre os fatores Cultivar e Pontas ($p < 0,05$). Observando a tabela 6 vemos que, quando a ponta XR 11002 foi utilizada, esta proporcionou DMV estatisticamente superior para ambas as cultivares.

Tabela 6 – Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) gerado pelas pontas de pulverização no terço Médio, na primeira aplicação dos fungicidas nas duas cultivares de trigo. Itaara/RS, 2010.

Cultivares	Pontas de pulverização						Média das cultivares	
	XR 11002		TJ 60		TX 8002			
Nova Era	304,88	bA	227,47	aB	225,73	aB	252,69	a
Cristalino	349,77	aA	227,49	aB	237,31	aB	271,52	a
CV (cultivar)	10,57		CV (pontas)		7,96			

[1] médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna (entre pontas) não diferem entre si pelo teste de Tukey (p< 0.01). [2] Epoxiconazol + Piraclostrobina

Observando os dados referentes à cobertura e DMV proporcionados pelas três pontas de pulverização é possível dizer que no caso do dossel inferior, apesar de proporcionar um maior DMV, a ponta XR foi a que possibilitou maior cobertura (NGC) e penetração das gotas. Já para o terço médio, possivelmente por se tratar da primeira aplicação e pelo fato da planta ainda estar no estádio de emborrachamento (ZADOKS et al. 1974), não houve diferença estatística entre as pontas de pulverização para o parâmetro NGC.

4.2 Deposição de gotas para a segunda aplicação de fungicidas em duas cultivares de trigo

Diferentemente da primeira aplicação, na segunda aplicação de fungicidas a análise da variância para o parâmetro número de gotas por centímetro quadrado (NGC) no terço inferior do dossel mostrou significância (p< 0,01) para os fatores Cultivar e Pontas e também para a interação entre esses dois fatores. Já a análise da variância para o parâmetro diâmetro mediano volumétrico (DMV) no terço inferior apenas mostrou significância (p< 0,01) para o fator pontas de pulverização.

Para o parâmetro NGC (número de gotas por centímetro quadrado), a tabela 7 mostra que a cultivar nova era recebeu maior número de gotas na segunda aplicação, com todas as três pontas utilizadas. As pontas XR 11002 e TX 8002 foram as que proporcionaram maior cobertura, diferindo estatisticamente da ponta TJ60.

Tabela 7 – Número de gotas por unidade de área medida no terço inferior, na segunda aplicação dos fungicidas nas duas cultivares de trigo. Itaara/RS, 2010.

Cultivares	**Pontas de pulverização**			**Média das cultivares**
	XR 11002	**TJ 60**	**TX 8002**	
Nova Era	55,96 aA	40,77 aB	67,47 aA	54,73 a
Cristalino	42,93 bA	35,28 aA	40,61 bA	39,61 b
CV (cultivar)	5,98	CV (pontas)	21,82	

[1] médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna emaiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p< 0.01). [2] Epoxiconazol + Piraclostrobina.

Com relação aos dados de Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV), da mesma forma como o observado na primeira aplicação para o terço inferior, apesar de apresentar o maior valor de DMV (Tabela 8), a ponta XR foi um pouco superior, não diferindo estatisticamente da ponta TX. O fato da ponta XR ter proporcionado o maior número de gotas, apesar de apresentar o maior DMV, pode estar relacionado novamente ao problema da sobreposição de gotas, já citado anteriormente.

Tabela 8 – Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) das gotas medido no terço Inferior, na segunda aplicação dos fungicidas nas duas cultivares de trigo. Itaara/RS, 2010.

Pontas	**Fungicidas**						Média das pontas	
	Epoxiconazol		Piraclostrobina		Epox.+ Pirac.[2]			
XR	307,68	a	309,97	a	299,87	a	305,8	a[1]
TJ	251,73	b	224,32	b	228,35	b	234,8	b
TX	255,57	b	246,08	b	237,22	b	246,3	b
Média	271,66	a	260,12	a	255,14	a		
CV (ponta)	7,03		CV (fungicidas)		10,97			

[1] Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro. [2] Epoxiconazol + Piraclostrobina

Observando-se a Tabela 8 verifica-se que as pontas TJ 60 e TX 8002 foram as que apresentaram menor diâmetro mediano volumétrico (DMV) e, em função disso, em tese, deveria proporcionar o maior número de gotas por área. Entretanto, na Tabela 7 observa-se que a ponta TJ foi a que depositou menor número de gotas. Esse fato pode ser explicado pela pressão de trabalho utilizada para a ponta TJ60, que foi de 200 Kpa. Apesar de ser recomendada pelo fabricante da ponta, essa

pressão não foi suficiente para promover a abertura do leque, dificultando, dessa maneira, a penetração das gotas no interior do dossel das plantas de trigo.

A análise da variância para o parâmetro número de gotas por centímetro quadrado (NGC) no terço médio do dossel demonstrou comportamento diferente com relação ao terço inferior, uma vez que, o fator Cultivar não foi significativo, ao passo que os fatores Ponta e Fungicidas, bem como suas interações, foram significativos ($p < 0,01$). Para o parâmetro DMV, o fator ponta de pulverização foi significativo ($p< 0,01$), assim como as interações entre Cultivar x Ponta e Cultivar x Ponta x Fungicida ($P< 0,05$).

A Tabela 09 demonstra a diferença estatística entre as pontas quanto ao número de gotas pulverizadas no alvo no terço médio. A ponta XR foi a que proporcionou maior número de gotas tanto na aplicação do fungicida epoxiconazol, quanto de epoxiconazol+ piraclostrobina. Já a ponta TX mostrou a melhor cobertura do alvo nos casos dos fungicidas epoxiconazol+ piraclostrobina e piraclostrobina respectivamente.

Tabela 9 – Número de gotas por unidade de área, medido no terço médio, na segunda aplicação dos fungicidas nas duas cultivares de trigo. Itaara/RS, 2010.

Pontas	**Fungicidas**					
	Epoxiconazol		Piraclostrobina		Epox.+ Pirac.[2]	
XR	122,58	aAB[1]	108,75	bB	139,30	aA
TJ	98,05	bA	90,45	bA	104,10	bA
TX	94,82	bB	133,55	aA	138,80	aA
CV (ponta)= 7,6			CV (fungicidas)=		15,36	

[1] médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,01$).[2] Epoxiconazol + Piraclostrobina.

Mesmo apresentando o maior número de gotas.cm^{-2}, a ponta XR também apresentou o maior DMV, diferindo estatisticamente das demais nos três fungicidas testados (Tabela 10). Esse fato indica que, no caso da cultura do trigo essa ponta de pulverização gera um espectro de gotas mais eficiente para proporcionar a penetração no interior do dossel.

Tabela 10 – Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) das gotas medido no terço médio, na segunda aplicação de fungicidas nas duas cultivares de trigo. Itaara/RS, 2010.

Pontas	**Fungicidas**						Média	
	Epoxiconazol		Piraclostrobina		Epox.+Pirac.[2]			
XR	335,53	a	343,00	a	349,73	a	342,8	a[1]
TJ	250,05	b	234,52	b	241,25	b	241,9	b
TX	254,50	b	247,97	b	253,88	b	252,1	b
CV (ponta)	15,51		CV (fungicidas)		12,27			

[1] Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro.[2] Epoxiconazol + Piraclostrobina.

Com relação às interações entre os três fatores: Cultivares, Pontas e Fungicidas para a primeira aplicação de fungicidas realizada, a análise da variância mostrou que não houve significância ($p < 0,05$) tanto para o parâmetro NGC (número de gotas.cm^{-2}) como para o DMV (Diâmetro Mediano Volumétrico), em ambos os terços avaliados.

Para a segunda aplicação de fungicidas realizada houve interação significativa entre os três fatores avaliados para os parâmetros NGC no terço médio ($p < 0,01$) e para parâmetro DMV também no terço médio ($p < 0,05$).

Os dados de cobertura demonstram que na cultivar Cristalino o maior NGC foi depositado pela ponta XR 11002 que diferiu estatisticamente das demais (Tabela 11). O mesmo comportamento foi observado na cultivar Nova era, onde a melhor cobertura se deu com a utilização da ponta XR 11002.

Tabela 11 – Interação entre os fatores Cultivares de trigo, Pontas de pulverização e Fungicidas, considerando o parâmetro número de gotas por unidade de área, no terço médio na segunda aplicação dos fungicidas. Itaara/RS, 2010.

Cultivares	Pontas	**Fungicidas**					
		Epoxiconazol		Piraclostrobina		Epox.+Pirac.[2]	
Cristalino	XR	68,80	C[1]	108,73	B[3]	171,07	A
	TJ	104,73	A	99,70	A	111,73	A
	TX	100,63	B	162,63	A	115,17	B
Nova Era	XR	176,37	A	108,77	B	107,53	B
	TJ	91,37	A	81,20	A	96,47	A
	TX	89,00	B	104,47	B	162,43	A
Média fungicidas		105,15 B		110,92 B		127,4 A	
CV (cultivar)		18,1		CV(ponta)		7,6	CV(fungicida)

[1] Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro. [2] Epoxiconazol + Piraclostrobina. [3] médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,01$).

Com relação aos fungicidas, Epoxiconazole+ Piraclostrobina apresentou o maior número de gotas.cm^{-2} (127,4), diferindo estatisticamente dos demais. Essa diferença no número de gotas pela aplicação de diferentes fungicidas pode estar relacionada às diferentes formulações dos produtos. Nesse caso tem- se três formulações diferentes: o fungicida Epoxiconazole é uma suspensão concentrada (SC), Piraclostrobina, emulsão concentrada (EC) e Epoxiconazole+Piraclostrobina é formulada como suspo-emulsão (SE).

Para o parâmetro Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) não houve diferença significativa entre as cultivares. Na cultivar Cristalino o fungicida Epoxiconazole proporcionou os menores DMVs quando aplicado com as pontas XR e TX, respectivamente (Tabela 12).

Tabela 12 – Interação entre os fatores Cultivares de trigo, Pontas de pulverização e Fungicidas considerando o parâmetro diâmetro mediano volumétrico, no terço médio na segunda aplicação dos fungicidas. Itaara/RS, 2010.

Cultivares	Pontas	Fungicidas					
		Epoxiconazol		Piraclostrobina		Epox.+Pirac.[2]	
Cristalino	XR	287,73	B[1]	369,90	A	373,27	A
	TJ	263,50	A	225,70	A	237,83	A
	TX	239,97	A	258,10	A	252,20	A
Nova Era	XR	383,33	A	316,10	A	326,20	A
	TJ	236,60	A	243,33	A	244,67	A
	TX	269,03	A	237,83	A	255,57	A
Médias fungicidas		280,03	A	275,16	A	281,62	A
CV(ponta)= 15,51		CV(fungicidas)= 12,27					

[1] médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,01$). [2] Epoxiconazol + Piraclostrobina.

Na cultivar Nova era, comportamento diferente foi observado com relação às pontas, visto que, apesar de não haver diferença significativa entre os fungicidas, o menor DMV foi obtido com aplicação de Epoxiconazol pela ponta TJ 60.

4.3 Influência da aplicação de diferentes fungicidas sobre o controle de doenças em trigo

4.3.1 Área abaixo da curva de Progresso de Manchas Foliares

A análise da variância dos dados de AACPD de manchas foliares mostrou significância ($p< 0,01$) para todos os fatores: Cultivares, Pontas e Fungicidas, assim como para suas interações ($p< 0,01$).

A Tabela 13 mostra a resposta das duas cultivares ao controle químico das manchas foliares com a utilização de três fungicidas.

Observando os valores de AACPM na testemunha sem aplicação de fungicida, vemos que as duas cultivares apresentaram suscetibilidade diferenciada

às manchas foliares, visto que o valor de doença acumulada na cultivar Nova era foi mais que o dobro do valor acumulado na Cristalino.

Tabela 13 – Área abaixo da curva de progresso de manchas foliares para duas cultivares de trigo submetido à aplicação de diferentes fungicidas. Itaara/RS, 2010.

Cultivares	**Fungicidas**						
	Testemunha[3]	Epoxiconazol		Piraclostrobina		Epox.+Pirac.[2]	
Cristalino	214,8	127,5	bA[1]	100,6	bB	95,4	bB
Nova Era	530,3	436,6	aA	247,0	aB	245,3	aB

[1] As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p<0.01$).[2] Epoxiconazol + Piraclostrobina.[3] As testemunhas não foram consideradas na análise estatística.

Considerando a cultivar Cristalino, os menores valores de AACPM foram obtidos com a aplicação dos fungicidas Epoxiconazol + Piraclostrobina e Piraclostrobina, respectivamente, sendo que esses tratamentos diferiram estatisticamente do tratamento com epoxiconazol. O mesmo comportamento foi observado na Cultivar Nova Era, onde a aplicação dos mesmos fungicidas reduziu em quase um terço a quantidade de doença nas parcelas tratadas, também apresentando diferença estatística com relação ao Epoxiconazole. Resultados semelhantes foram citados por Lenz et al. (2007) que relatam que os fungicidas Epoxiconazol + Piraclostrobina e Piraclostrobina quando aplicados associados ou não a micronutrientes, via foliar, propiciaram melhor controle de *D. tritici-repentis* e *Septoria tritici* na cultura do trigo.

A Piraclostrobina é um fungicida do grupo químico das estrobilurinas com característica de controle preventivo, agindo na germinação dos esporos e oferecendo controle eficiente tanto quando utilizado isolado quanto em combinação com fungicidas do grupo dos triazóis. Na verdade, há um sinergismo dos dois grupos químicos potencializando sua eficiência. As estrobilurinas apresentam maior estabilidade sob a ação do sol e “movimento de vapor” (fase gasosa do fungicida que permite a sua redistribuição nas plantas), garantindo às misturas uma eficiência superior quando comparado aos fungicidas utilizados isoladamente (MACIEL & CHAVES, 2007).

Na análise da interação entre os fatores Ponta e Fungicida para o parâmetro AACPM, os menores valores foram obtidos com a utilização do espectro de gotas gerado pela ponta XR 11002 com os fungicidas Piraclostrobina e Epoxiconazole +Piraclostrobina., respectivamente, os quais diferiram estatisticamente dos demais (Tabela 14).

Tabela 14 – Área abaixo da Curva de Progresso de Manchas Foliares na interação entre Pontas de pulverização e Fungicidas aplicados nas cultivares Cristalino e Nova Era. Itaara/RS, 2010.

Pontas	**Fungicidas**						
	Testemunha	Epoxiconazol		Piraclostrobina		Epox.+Pirac.[2]	
XR	372,5	248,5	cA	145,3	cB	150,5	bB
TJ	372,5	314,1	aA	176,8	bB	175,7	aB
TX	372,5	283,5	bA	199,5	aB	184,8	aB

[1] As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p<0.05$). [2] Epoxiconazol + Piraclostrobina. As testemunhas não foram consideradas na análise estatística.

É possível inferir que em função da cultivar Cristalino ter apresentado moderada resistência às manchas foliares, não houve a mesma resposta ao controle químico apresentada pela cultivar Nova era.

De acordo com a Tabela 15, apesar de a cultivar Cristalino ter apresentado diferenças significativas entre os fungicidas, dentro de cada ponta de pulverização essas diferenças não foram significativas, sendo que, para as pontas XR e TJ os fungicidas Epoxiconazol + Piraclostrobina e Piraclostrobina obtiveram, respectivamente, as menores AACPM, diferindo estatisticamente do fungicida Epoxiconazole e da testemunha.

Tabela 15 – Área abaixo da curva de Progresso de Manchas Foliares na interação entre Cultivares de trigo, Pontas de pulverização e Fungicidas. Itaara/RS, 2010.

Cultivares	Pontas	Fungicidas						
		Testemunha	Epoxiconazol		Piraclostrobina		Epox.+Pirac.[2]	
Cristalino	XR	214,8	145,3	A	111,1	B	104,1	B
	TJ	214,8	134,8	A	99,8	B	77,4	B
	TX	214,8	102,4	A	91,0	A	104,6	A
Nova Era	XR	530,3	351,8	A	179,4	B	196,9	B
	TJ	530,3	493,5	A	253,8	B	273,9	B
	TX	530,3	464,6	A	308,0	B	265,1	C
CV%(Cultivar) =12,62		CV%(Ponta) =6,28			CV%(Fungicida) =6,26			

[1] As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha (entre fungicidas), não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p<0.01).[2] Epoxiconazol + Piraclostrobina. As testemunhas não foram consideradas na análise estatística.

Em função da maior suscetibilidade às manchas foliares, na cultivar Nova Era houve uma resposta visivelmente superior ao controle químico. Essa resposta está relacionada não só à suscetibilidade maior da cultivar às manchas, mas também às condições climáticas que foram favoráveis ao desenvolvimento da doença. De acordo com a Tabela 15, os melhores tratamentos também foram os obtidos com a aplicação dos fungicidas Epoxiconazol + Piraclostrobina e Piraclostrobina, respectivamente. Em trabalho conduzido objetivando controle de doenças foliares em trigo, Kuhnem et al. (2009) observaram que a mistura de fungicidas do grupo químico dos triazóis e das estrobilurinas apresentou maior eficácia de controle das doenças foliares, concordando com os resultados aqui encontrados.

4.3.2 Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem da folha do trigo- AACPF

A análise da variância para os dados de AACPD da ferrugem da folha do trigo mostrou significância (p< 0,01) para todos os fatores e suas interações.

Na tabela 16 são apresentados valores de AACPF para as duas cultivares de trigo em função da aplicação de três diferentes fungicidas.

Inicialmente é possível perceber que, assim como ocorreu com as manchas foliares, houve uma maior resposta ao controle químico da cultivar Nova Era em relação à Cristalino.

Tabela 16 – Área abaixo da Curva de Progresso de Ferrugem da folha na interação entre Cultivares de trigo e Fungicidas. Itaara/RS, 2010.

Cultivares	**Fungicidas**						
	Testemunha	Epoxiconazol		Piraclostrobina		Epox.+Pirac.[2]	
Cristalino	97,0	7,4	bA	2,0	bA	1,6	bA
Nova Era	452,0	222,8	aA	150,1	aC	159,4	aB
CV (cultivar)=22,66		CV (fungicida)=8,44					

[1] As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p<0.05$).[2] Epoxiconazol + Piraclostrobina. As testemunhas não foram consideradas na análise estatística.

Para a cultivar Cristalino não houve diferença significativa entre os fungicidas testados. Já com relação a cultivar Nova Era, houve resposta positiva para o controle químico, e, da mesma forma como ocorreu para o controle de manchas, a menor quantidade de doença acumulada foi obtida com a aplicação dos fungicidas Epoxiconazol + Piraclostrobina e Piraclostrobina respectivamente, que diferiram estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 16).

O comportamento da AACPF em função da utilização das diferentes pontas de pulverização seguiu a mesma tendência daquela apresentada para AACPM. De acordo com a Tabela 17, os menores valores de AACPF foram obtidos com o espectro gerado pela ponta XR 11002 na aplicação de todos os fungicidas testados , diferindo estatisticamente das demais pontas de pulverização.

Tabela 17 – Área abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem da folha na interação entre Pontas de pulverização e Fungicidas aplicados nas cultivares Nova Era e Cristalino de trigo. Itaara/RS, 2010.

Pontas	**Fungicidas**						
	Testemunha	Epoxiconazol		Piraclostrobina		Epox.+Pirac.[2]	
XR	274,5	33,6	cB[1]	59,8	bA	52,3	cA
TJ	274,5	166,1	aA	80,0	aB	84,2	bB
TX	274,5	145,6	bA	88,3	aC	104,9	aB
CV(ponta)=6,38		CV (fungicida)=8,44					

[1] As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p<0.05$). [2] Epoxiconazol + Piraclostrobina. As testemunhas não foram consideradas na análise estatística.

A penetração e cobertura do fungicida são maiores quando se utilizam pontas de pulverização com produção de gotas médias a finas (entre 120 e 250 µm), caso das pontas leque e duplo leque. Pontas que produzem gotas acima desse espectro encontram dificuldade física de penetração e, por conseguinte, menor cobertura do terço médio e inferior da planta pelo efeito “guarda-chuva” da densa área foliar.

Com relação à interação entre os três fatores para o parâmetro AACPF, de acordo com a Tabela 18, para a cultivar Cristalino nenhuma das pontas proporcionou diferença significativa entre os fungicidas, sendo que todos os fungicidas reduziram a quantidade de doença com relação à parcela testemunha.

Já a cultivar Nova Era, por apresentar uma maior suscetibilidade à ferrugem da folha demonstrou maior resposta à aplicação de fungicidas. A aplicação do fungicida Epoxiconazol com a ponta XR proporcionou a menor AACPF, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos.

Tabela 18 – Área abaixo da curva de Progresso de Ferrugem da folha na interação entre Cultivares de trigo, Pontas de pulverização e Fungicidas. Itaara/RS, 2010.

Cultivares	**Pontas**	**Fungicidas**						
		Testemunha	Epoxiconazol		Piraclostrobina		Epox.+Pirac.[2]	
Cristalino	XR	97,0	18,2	A	2,8	B	1,8	B
	TJ	97,0	1,5	A	1,8	A	2,0	A
	TX	97,0	2,5	A	1,4	A	0,9	A
Nova Era	XR	452,0	49,1	B	116,9	A	102,9	A
	TJ	452,0	330,8	A	158,2	B	166,4	B
	TX	452,0	288,6	A	175,3	C	208,8	B

CV%(Cult.)=22,66 CV%(Ponta) =6,38 CV%(Fung.) = 8,44

[1] As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha (entre fungicidas), não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p<0.01$). [2] Epoxiconazol + Piraclostrobina. As testemunhas não foram consideradas na análise estatística.

Os fungicidas triazóis são capazes de matar as estruturas do patógeno durante o processo de colonização e, em função disso, mesmo após o aparecimento dos primeiros sintomas da doença esses fungicidas são capazes de proporcionar bons níveis de controle, principalmente em aplicações curativas. Ao avaliar diferentes fungicidas na cultura do trigo, Navarini (2010) encontrou resultados discordantes com o do presente trabalho, sendo que para o controle da ferrugem da folha, os fungicidas Piraclostrobina e Azoxistrobina foram os que apresentaram maior eficiência de controle. O autor atribuiu a menor efetividade de controle do Epoxiconazol à ferrugem da folha a uma possível menor sensibilidade de raças de *Puccinia triticina* a esse fungicida que ocorreram nas safras 2009 e 2010 na região de Cruz Alta/RS, fato que não obteve comprovação até então.

As Figuras 01 e 02 demonstram o comportamento das pontas de pulverização com relação à NGC e DMV nas duas aplicações realizadas na cultura. Observando o número de gotas gerado pelas pontas, vemos um comportamento linear e inverso, ou seja, quanto maior o número de gotas por cm^2, menor o diâmetro volumétrico das gotas geradas. Esse é um comportamento esperado no caso de tecnologia de aplicação de fungicidas e vem sendo reiterado por vários autores (CHRISTOFOLETTI, 1992; BOLLER, 2007; LENZ, 2010).

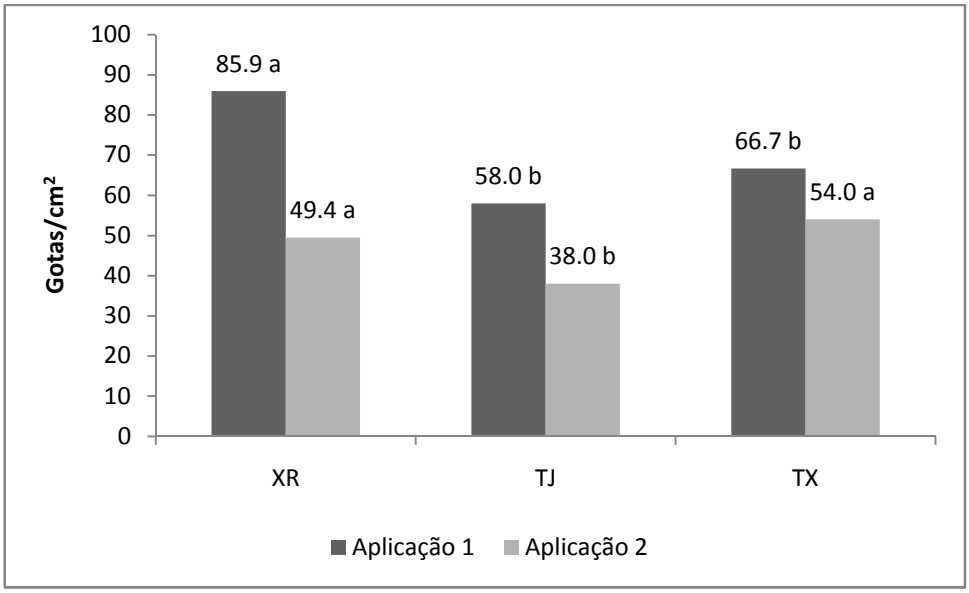


Figura 1 – Cobertura (gotas/cm2) medida no terço inferior e obtidas a partir da utilização de três pontas de pulverização e em dois momentos de aplicação. Itaara/RS, 2010.

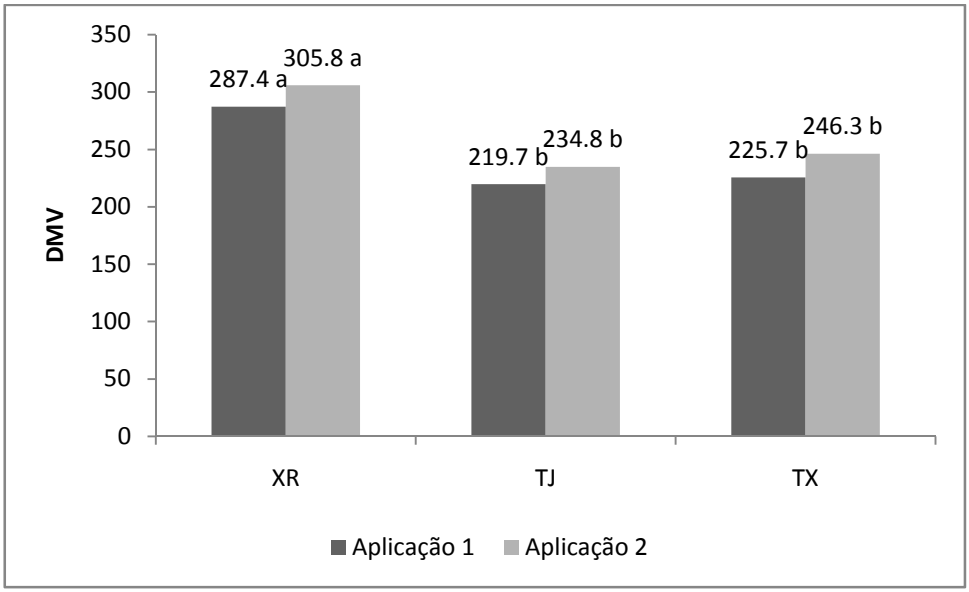


Figura 2 – Diâmetro Mediano Volumétrico medido no terço inferior das plantas de trigo das cultivares Nova Era e Cristalina e obtidas devido à utilização de três pontas de pulverização e em dois momentos de aplicação. Itaara/RS, 2010.

É importante ressaltar que a ponta XR 11002 foi a que proporcionou o maior número de gotas.cm^{-2} para todos os fungicidas testados na primeira aplicação no terço inferior do dossel. Entretanto, esse comportamento não se repetiu na segunda aplicação, conforme ilustra a Figura 01.

O fato da ponta XR 11002 ter proporcionado uma boa cobertura do terço inferior do dossel explica os menores valores de AACPF encontrados quando essa ponta foi utilizada (Tabela 18). No caso da ferrugem da folha, uma maior cobertura e penetração de gotas no dossel tornam-se determinantes para o sucesso no controle, visto que é uma doença que tem início na parte inferior do dossel e, em anos com condições climáticas favoráveis, a doença pode se estabelecer nos estádios iniciais da cultura, aumentando o dano.

4.2.3 Peso do Hectolitro

Para a análise da variância da variável Peso do Hectolitro todos os fatores e suas interações foram significativos ($p < 0,01$).

De acordo com a Tabela 19, para a cultivar Cristalino a aplicação do fungicida piraclostrobina proporcionou o maior peso de hectolitro dentre os tratamentos. Já no caso da cultivar Nova Era, os fungicidas Piraclostrobina e Epoxiconazol proporcionaram maior peso de hectolitro, sendo estatisticamente superiores aos valores encontrados com os mesmos fungicidas , na cultivar cristalino.

Tabela 19 – Peso do Hectolitro na interação entre Cultivares de trigo e Fungicidas. Itaara/RS, 2010.

Cultivares	**Fungicidas**						
	Testemunha	Epoxiconazol		Piraclostrobina		Epox.+Pirac.[2]	
Cristalino	68,4	67,9	bC	69,2	bA	68,6	bB
Nova Era	66,0	75,1	aA	75,1	aA	74,7	aB

[1] As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p<0.01$). [2] Epoxiconazol + Piraclostrobina. As testemunhas não foram consideradas na análise estatística.

A Tabela 20 mostra que na interação entre cultivares, pontas e fungicidas houve uma resposta positiva com relação ao pH pela utilização de diferentes pontas e fungicidas. No entanto, essa resposta não acompanhou a mesma tendência dos

demais parâmetros com relação ao espectro gerado pelas pontas de pulverização. Na cultivar cristalino, a ponta XR 11002 proporcionou maior peso de hectolitro nas parcelas onde foi aplicado epoxiconazole + piraclostrobina e epoxiconazole respectivamente. Já para a cultivar nova era, os maiores valores de pH foram encontrados com a utilização dos fungicidas piraclostrobina e epoxiconazole + piraclostrobina aplicados com a ponta TJ 60.

Tabela 20 – Peso do hectolitro na interação entre Cultivares, Pontas de pulverização e Fungicidas. Itaara/RS, 2010.

Cultivares	Pontas	Fungicidas						
		Testemunha	Epoxiconazole		Piraclostrobina		Epox.+Pirac.	
Cristalino	XR	68,4	68,7	B[2]	67,6	C	69,8	A
	TJ	68,5	68,4	B	70,6	A	66,6	C
	TX	68,3	66,7	C	69,3	A	69,4	A
Nova Era	XR	66,0	74,4	A	71,3	B	71,5	B
	TJ	66,0	71,6	B	77,4	A	76,9	A
	TX	66,0	79,4	A	76,5	B	75,8	B

CV (cultivar) = 0,6 CV(ponta) = 0,42 CV(fungicida) =0,58

[1] As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha (entre fungicidas), não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p<0.01$). [2] Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro. As testemunhas não foram consideradas na análise estatística.

Outro comportamento que merece atenção é o fato da cultivar Nova Era ter apresentado, na média, um valor de pH superior à cultivar Cristalino. Possivelmente pelo fato da cultivar Nova Era ser mais suscetível às doenças, especialmente à ferrugem, era esperado que apresentasse um valor de pH bem inferior, principalmente em função de ter manifestado uma quantidade de doença acumulada (AACPD) bem maior que a cultivar Cristalino. De acordo com Gondim et al. (2009), em situações de estresse e danos foliares é comum a ocorrência de alterações na redistribuição de fotoassimilados e, dessa forma, ocorre a alteração da relação fonte-dreno. Talvez essa seja uma explicação para os valores de pH encontrados para as cultivares em estudo. O autor comenta que estudos mais aprofundados dessas relações são necessários para o conhecimento do funcionamento da partição de assimilados na planta em situações como a ocorrência de doenças.

4.2.4 Produtividade de grãos

A análise da variância para o parâmetro rendimento de grãos mostrou significância para os fatores Cultivar e Fungicidas ao nível de 1% de probabilidade de erro. Com relação às interações entre os fatores, apenas as interações entre cultivares e fungicidas e pontas e fungicidas foram significativas ($p< 0.01$).

A Tabela 21 mostra a interação entre cultivares e fungicidas para produtividade do trigo. Para a cultivar Cristalino, em função da menor ocorrência de doenças, houve menor resposta ao controle químico, sendo que apenas a mistura Epoxiconazol + Piraclostrobina diferenciou-se dos demais tratamentos. A cultivar Nova Era respondeu de maneira mais expressiva ao controle, apresentando incrementos de produtividades estatisticamente superiores quando foram utilizados os fungicidas Epoxiconazol + Piraclostrobina e Piraclostrobina.

Tabela 21 – Produtividade de grãos na interação entre Cultivares e Fungicidas. Itaara/RS, 2010.

Cultivares	**Fungicidas**							
	Testemunha		Epoxiconazol		Piraclostrobina		Epox.+Pirac.[2]	
Cristalino	4123,127	aB	4537,064	aAB	4455,584	aAB	4124,127	aB
Nova Era	2671,207	bC	3229,219	bB	3790,086	bA	3948,76	bA

[1] As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p<0.05$). [2] Epoxiconazol + Piraclostrobina.

Cook et al. (1999) comentam que a aplicação de fungicidas do grupo das estrobilurinas pode prolongar o ciclo da cultura, aumentando o período em que ela mantém a área foliar verde, podendo afetar positivamente o rendimento de grãos das culturas.

Apesar de não ter ocorrido interação entre os fatores Cultivar, Pontas e Fungicidas (Tabela 22) é importante salientar o fato de que os diferentes espectros gerados pelas pontas de pulverização foram determinantes para proporcionar cobertura e penetração do dossel inferior da do trigo. Porém, este fator não pode ser considerado de forma isolada dentro do controle de doenças na cultura do trigo.

Tabela 22 – Rendimento de grãos na interação entre os fatores Cultivares de trigo, Pontas de pulverização e Fungicidas. Itaara/RS, 2010.

Cultivares	Pontas	Fungicidas							
		Testemunha		Epoxiconazol		Piraclostrobina		Epoxic.+Piraclostrob.[2]	
Cristalino	XR	4119.454	A	4522.788	A	4590.661	A	4438.118	A
	TJ	4119.354	B	4926.997	A	4456.695	AB	4773.376	AB
	TX	4130.575	A	4161.408	A	4319.396	A	4606.149	A
Nova Era	XR	2653.549	B	2920.618	B	3753.061	A	4413.98	A
	TJ	2667.127	B	3541.609	A	3797.198	A	3335.302	AB
	TX	2692.946	C	3225.431	BC	3820	AB	4096.997	A

CV (cultivar) =16,81 CV(ponta) =11,24 CV(fungicida) =10,01

[1] As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha (entre fungicidas), não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p<0.01$). [2] Epoxiconazol + Piraclostrobina

4.3 Correlação simples entre as variáveis

Na Tabela 23 é apresentada uma matriz de correlação simples entre as variáveis analisadas no presente estudo, oferecendo um indicativo importante da linearidade apresentada pelos resultados dos tratamentos. Essa tabela mostra a correlação entre algumas das variáveis avaliadas no presente estudo que se mostraram significativas.

Os dados demonstram que quanto maior o número de gotas. cm^{-2} depositadas nas folhas dos terços inferior e médio na segunda aplicação realizada no estádio de florescimento da cultura, menor é a quantidade de doença acumulada, representada pela AACPM e AACPF, e maior é a produtividade da cultura e o peso do hectolitro.

Possivelmente o número de gotas no terço inferior para a primeira aplicação de fungicidas não apresentou significância em função de haver uma menor pressão de doenças no estádio em que esta foi realizada. Em função disso, essa aplicação teve uma importante contribuição de diminuir a quantidade de inóculo inicial para os outros ciclos do patógeno (no caso da ferrugem), fato que explica a maior quantidade de doença acumulada para manchas foliares (AACPM).

Tabela 23 – Matriz de correlação simples entre número de gotas no terço inferior na aplicação 2 (GTI2); número de gotas no terço médio na aplicação 2 (GTM2); Área Abaixo da Curva de Progresso de Mancha foliar (AACPM); Área Abaixo da Curva de Progresso de Ferrugem-da-folha (AACPF); Produtividade (PROD); peso hectolitro (Ph).

Variáveis	GTI2	GTM2	AACPM	AACPF	PROD	PH
GTI2	1	0.27	-0.63**	-0.61**	0.49*	-0.55*
GTM2		1	-0.13	-0.24	-0.06	-0.04
AACPM			1	0.91**	-0.81**	0.75**
AACPF				1	-0.67**	0.75**
PROD				**	1	-0.76**
Ph				**	**	1

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01 < p < 0,05); ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01).*** GTI2: número de gotas.cm^{-2} no terço inferior para segunda aplicação; GTM2: número de gotas.cm^{-2} no terço médio para segunda aplicação; AACPM: Área abaixo da curva de progresso de manchas foliares; AACPF: Área abaixo da curva de progresso da ferrugem da folha; PROD: Produtividade; Ph: Peso do hectolitro.

CONCLUSÕES

Os dados obtidos no presente trabalho permitem concluir:

- O controle das manchas foliares e da ferrugem da folha é influenciada pelas cultivares de trigo utilizadas.
- O espectro de gotas gerado pela ponta XR11002 nas condições operacionais do presente trabalho, proporcionou melhor deposição de gotas e controle de doença.
- Quanto maior o número de gotas por centímetro quadrado depositadas nas folhas do terço inferior na segunda aplicação de fungicidas, menor é a quantidade de doença acumulada (AACPM e AACP), e maior a produtividade de grãos das cultivares Cristalino e Nova era.

REFERÊNCIAS

ANTUNIASSI, U.R. **Qualidade em tecnologia de aplicação de defensivos**. In: Congresso brasileiro do algodão. 2005. Disponível em <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba5/354.pdf

BALARDIN, R.S. Eficiência de Metconazole, Stratego, Artea, Foliur 200 CE, Propiconazole + Tebuconazole 250 CE, Horizon CE no controle de mancha na folha na cultivar BR 16 de trigo (Triticum aestivum). **XXXIII REUNIAO DA COMISSAO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DO TRIGO**. Atas e Resumos. Passo Fundo, 2001. pág., 118.

BARROS, Benedito de Camargo; CASTRO, Jairo Lopes de; PATRICIO, Flávia Rodrigues Alves. Resposta de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) ao controle químico das principais doenças fúngicas da cultura. **Summa phytopathol.**, Botucatu, v. 32, n. 3, 2006.

BOLLER, W. Resposta da tecnologia de aplicação de defensivos em relação à concepção atmosférica visando o controle de doenças de plantas. **Summa Phytopathologica**, v.33, supl.,p.113-116, 2007.

CABRAS, P. et al. The effect of simulated rain on folpet and mancozeb residues on grapes and wine leaves. **Journal of environmental Science and Health**, v.36, n. 5, p.609-618, 2001.

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

CARVALHO, Daniel Diego Costa et al . Avaliação da capacidade de produzir fitotoxinas in vitro por parte de fungos com propriedades antagônicas a nematóides.**Ciência e. agrotecnologia**., Lavras, v. 30, n. 6, dez. 2006 .

CASA, Ricardo T. et al . Danos causados pela infecção de Gibberella zeae em trigo.**Fitopatologia. brasileira**., Brasília, v. 29, n. 3, jun. 2004 .

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Considerações sobre tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. São Paulo: Teejet, 1999. 15 p.

COSTA, D.I. **Eficiência e qualidade das aplicações de fungicidas, por vias terrestre e aérea, no controle de doenças foliares e no rendimento de grãos de soja e milho**. 2009. 144f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS.

COSTA, R.R;, MORAES, J.C ; Costa, R. R da. Interação silício-imidacloprid no comportamento biológico e alimentar de Schizaphis Graminum (Rond.) (Hemiptera: Aphididae) em plantas de trigo. **Ciência e. agrotecnologia**, Abr 2009, vol.33, no.2, p.455-460.

CUNHA, J. P. A. R. *et al.* Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e volume de calda. **Ciência Rural**, v. 36, n. 05, p. 1360-1366, 2006.

CUNHA, J.P.A.R.; TEIXEIRA, M.M.; COURY, J.R.; FERREIRA, L.R. Avaliação de estratégias para a redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.2, p.325-32, 2003.

DEBORTOLI, M.P. **Efeito do "*rainfastness*" e adjuvante na aplicação de fungicidas foliares em cultivares de soja**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Brasil. 2008.

DOMICIANO, G.P et al . Silício no progresso da mancha marrom na folha bandeira do trigo. **Tropical plant pathology**., Brasília, v. 35, n. 3, jun. 2010 .

HETZLER, J.; EYAL, Z.; MEHTA, Y.R.; CAMPOS, L.A.C; FEHRMANN, H.; KUSHNIR, U.; OREN, J.Z.; COHEN, L. Interaction between Cochliobolus sativus and wheat cultivars. In: Saunders, D.A. (Ed.) Proc. Int. Conf. **On Wheat for Non-Traditional Warmer Areas**, Cimmyt: Mexico, 1991. p.146-164.

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

LEFEBVRE, A.H. **Atomization and sprays. International Series: Combustion**. New York: Hemisphere Publishing Corporation, 1989. 421 p.

LENZ, G. **Efeito do espectro de gotas e idade de trifólios sobre a taxa de absorção de fungicidas em soja**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Brasil. 2010.

MAROCHI, A.I. **Conquiste o futuro com a tecnologia presente: tecnologia de aplicação de defensivos**. Castro: Fundação ABC, 1996. 24 p.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP Editora, 1990.

MEHTA, Y.R. **Manejo integrado de enfermedades del trigo**. Santa Cruz de la Sierra, Imprenta Landivar, 1993. 314 p.

MURPHY, S.D.; MILLER, P.C.H; PARKIN, C.S. The effect of boom section and nozzle configuration on the risk of spray drift. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v.75, n.2, p.127-37, 2000.

OLIVEIRA, S.H.F.; SANTOS, J.M.F; & GUZZO, S.D. Efeito da chuva sobre a tenacidade e eficiência de fungicidas cúpricos associados ao óleo vegetal no controle da ferrugem do cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**. v.27, p.581-585, 2002.

OZEKI, Y.; KUNZ, R.P. Tecnologia de aplicação aérea – aspectos práticos. In: **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos nas novas tecnologias**. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária/UFSM. 1998. p 65-78.
PAULSRUD, B. E.; MONTGOMERY, M. Characteristics of fungicides used in field crops. **Report on Plant Disease**. n.1002, 2005.

PICININI, E.C. ; FERNANDES, J.M.C. Controle das doenças de trigo In: Cunha, G.R & Bacaltchuk, B. Org. **Tecnologia para produzir trigo no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Assembléia Legislativa. Comissão de Agricultura, Pecuária e Cooperativismo/Passo Fundo: Embrapa Trigo, Série Culturas, nº2. 2000.

PICININI, E.C. ; FERNANDES, J.M.C. Efeito de diferentes fungicidas sobre o rendimento de grãos, sobre o peso do hectolitro e sobre o controle da ferrugem da folha (*Puccinia recondita f. sp. tritici*), em trigo, cultivar BR 34. **Fitopatologia Brasileira** 20:319.1995. (Resumo).

PICININI, E.C.; FERNANDES, J.M.C.; IGNAZACK, J.C. & AMBROSI, I. Impacto econômico do uso do fungicida propiconazole na cultura do trigo (*Triticum aestivum*). **Fitopatologia Brasileira** 21:326-368. 1996.

PICININI. E.C.; FERNANDES, J.M.C. Ensaios preliminares e cooperativos de fungicidas- resultados obtidos no Centro Nacional de Pesquisa de trigo no período 1985-1987. Passo Fundo: EMBRAPACNPT**, Documentos, 6. 1988**.

PRESTES, A.M ; SANTOS, HENRIQUE PEREIRA dos; REIS, ERLEI MELO. Práticas culturais e incidência de manchas foliares em trigo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 37, n. 6, jun. 2002 .

REIS, E.M.; CASA, R.T. Cereais de inverno. In: Vale, F.X.R.; Zambolim, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas: grandes culturas.** Viçosa: UFV, 1997. v.1, p. 231-287.

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

REYNOLDS, K. L.; REILLY, C. C.; HOTCHKISS, M. W. Removal of fentin hydroxide from pecan seedlings by simulated rain. **Plant Disease**, v.78, n.9, p.857-860, 1994.

SANTOS, J. M. F. et al. Avaliação da eficácia de fungicidas sistêmicos no controle da ferrugem (*Hemileia vastatrix* L.) do cafeeiro, sob chuva simulada. **Arquivos do Instituto Biológico,** São Paulo, v.69, n.1, p.45-49, 2002.

SUMNER, P.E. Reducing spray drift. Georgia: University of Georgia, 1997. 11 p. In :TRACKER, J. R. M.; YOUNG, R. D. F. Effects of six adjuvants on the rainfastness of chlorpyrifos formulated as an emulsifiable concentrate. Extended Summaries: IUPAC Conference - **Pesticide Science**, v.55, p.198-200, 1999.

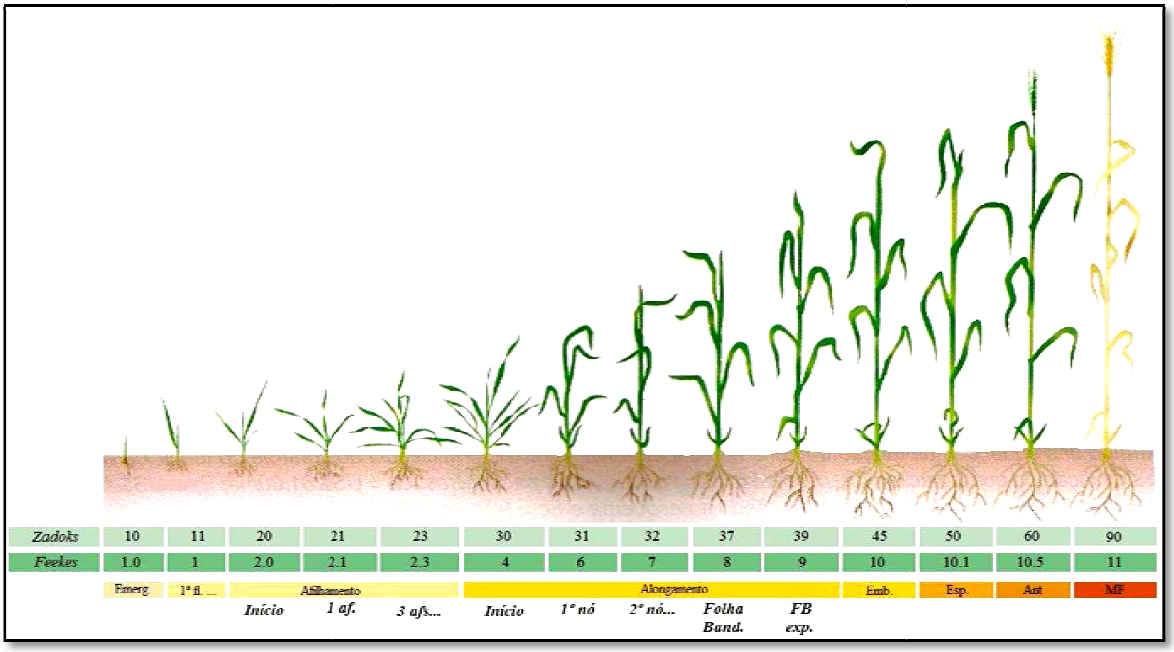
WEBER, A. L. et al. Influence of different materials on coverage and adhesiveness of sprays and their effect on residue removal from apples. New Jersey, 1937. p.1-16. **(Agricultural Experimental Station Bulletin ; 627)** Cabras et al., 2001.

WOLF, R.E. *Strategies to reduce spray drift*. Kansas: KSU, 2000. 4 p. **(Application Technology Series)**.

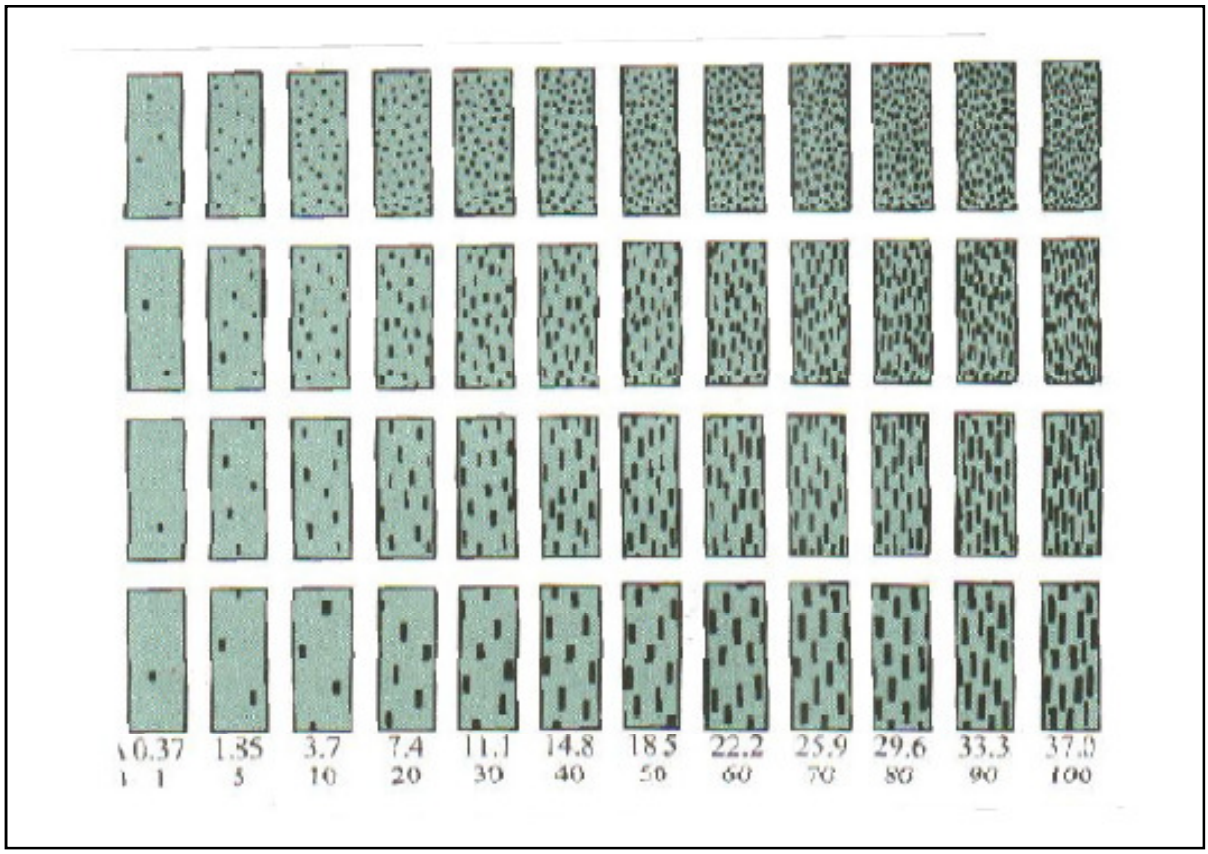
ZOLDAN, S. M.; BARCELLOS, A. L. Postulação de genes (Lr) de resistência à ferrugem da folha em cultivares brasileiras de trigo. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v. 27, n. 5, set. 2002 .

ANEXOS

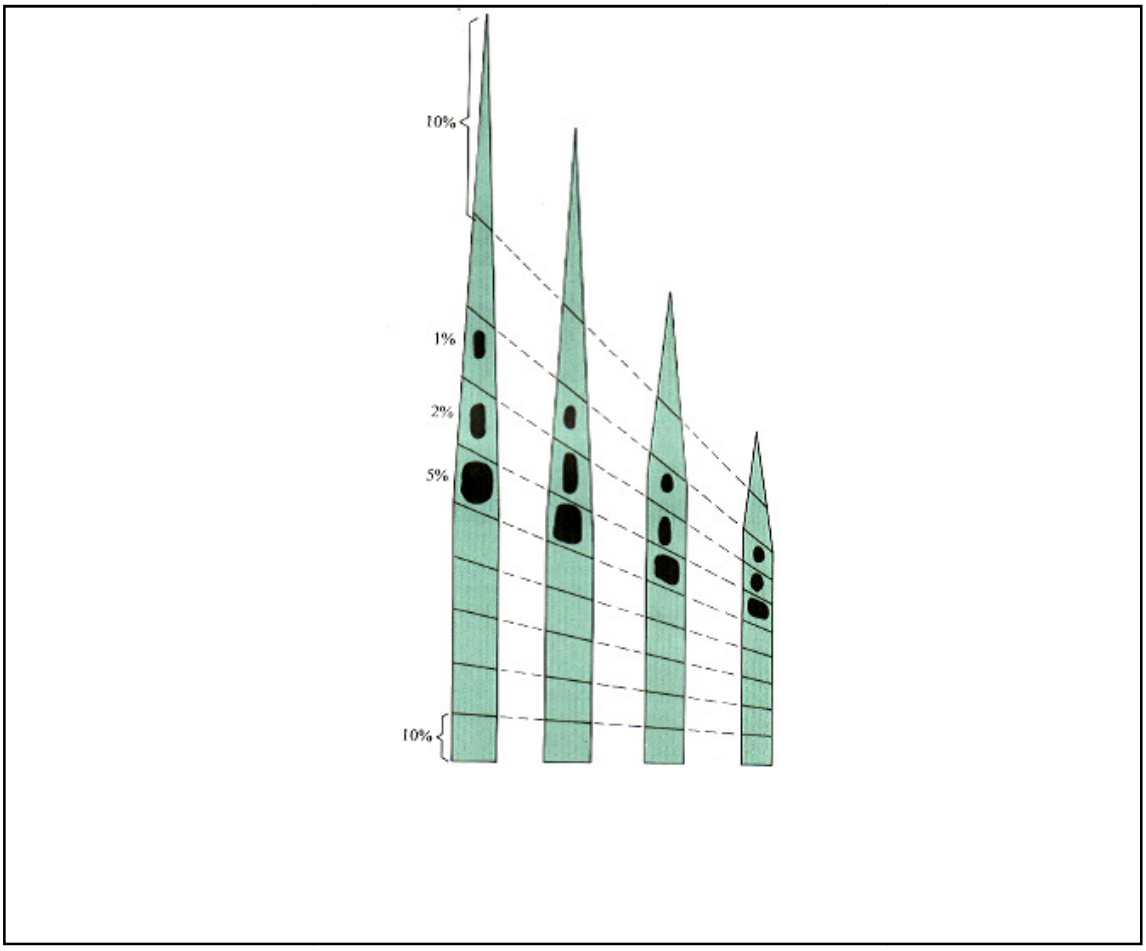
Anexo A – Escala Fenológica de desenvolvimento da cultura do Trigo, de acordo com Zadoks et al. (1974).



Anexo B – Escala diagramática para avaliação da severidade de Ferrugem segundo Peterson *et al.* (1948).



Anexo C – Escala diagramática para avaliação da severidade de manchas foliares segundo James (1971).



Anexo D – Classes de tamanho de gotas segundo normas BCPC (British Crop Production Council) com características correspondentes (DMV e PRD).

Classe da pulverização	Símbolo	DMV*	PRD**
Muito fina	MF	<119 µm	>57%
Fina	F	119 – 216 µm	20 – 57%
Média	M	217 – 352 µm	5,7 – 20%
Grossa	G	354 – 464 µm	2,9 – 5,7%

*Diâmetro Mediano Volumétrico; **Potencial de Risco de Deriva.

Anexo E – Descrição das cultivares utilizadas no experimento. Itaara/RS, 2010.

CULTIVARES	CICLO (dias)	Estatura	Reação à Ferrugem da folha	Reação à Manchas foliares
FCP Nova Era	Médio/Tardio(147)	Média/Baixa	Suscetível	Moderada resistência
FCP Cristalino	Precoce (136)	Média	Moderada Resistência	Moderada Suscetibilidade

APÊNDICES

Apêndice A – QUADROS DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA DAS VARIÁVEIS DE DEPOSIÇÃO DE GOTAS PARA A PRIMEIRA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS EM DUAS CULTIVARES DE TRIGO.

Quadro 1- Análise da variância do número de gotas.cm^{-2} no terço inferior na primeira aplicação de fungicidas em duas cultivares de trigo.

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F	
Blocos	2	498.5582	249.2791	130.7281	**
Trat-b(Tb)	2	7355.996	3677.998	11.5993	**
Resíduo-b	8	2536.71	317.0888		
Total	53	20071.08			
CV(%) Fb=					

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01 =< p < 0,05); ** Significativo ao nível de % de probabilidade (p < 0,01); Fa=Cultivares; Fb= Pontas de pulverização; Fc= Fungicidas; ns não significativo (p >= 0,05); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

Quadro 2 - Análise da variância do número de gotas.cm^{-2} no terço médio na primeira aplicação de fungicidas em duas cultivares de trigo.

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F	
Blocos	2	296.488	148.244	1.9141	ns
Int. Fa x Fb	2	8552.5	4276.25	7.5959	*
Resíduo-b	8	4503.77	562.971		
Total	53	40064.6			
CV(%) Fa=			**CV (%) Fb=**		

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01 =< p < 0,05); ** Significativo ao nível de % de probabilidade (p < 0,01); Fa=Cultivares; Fb= Pontas de pulverização; Fc= Fungicidas; ns não significativo (p >= 0,05); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

Quadro 3- Análise da variância do Diâmetro Mediano Volumétrico no terço inferior na primeira aplicação de fungicidas em duas cultivares de trigo.

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F	
Blocos	2	1215.19	607.595	1.2981	ns
Trat-b(Tb)	2	50511.6	25255.8	164.211	**
Int. Fa x Fb	2	4374.69	2187.34	14.2219	**
Resíduo-b	8	1230.41	153.801		
Total	53	84373.2			
CV(%) Fa			**CV (%) Fb**		

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01 =< p < 0,05); ** Significativo ao nível de % de probabilidade (p < 0,01); Fa=Cultivares; Fb= Pontas de pulverização; Fc= Fungicidas; ns não significativo (p >= 0,05); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

Quadro 4 - Análise da variância do Diâmetro Mediano Volumétrico no terço médio na primeira aplicação de fungicidas em duas cultivares de trigo.

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F	
Blocos	2	1051.01	525.506	0.6847	ns
Trat-b(Tb)	2	114977	57488.7	131.995	**
Int. Fa x Fb	2	4884.27	2442.13	5.6072	*
Resíduo-b	8	3484.3	435.538		
Total	53	145907			
CV(%) Fa			**CV (%) Fb**		

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01 =< p < 0,05); ** Significativo ao nível de % de probabilidade (p < 0,01); Fa=Cultivares; Fb= Pontas de pulverização; Fc= Fungicidas; ns não significativo (p >= 0,05); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

Apêndice B – QUADROS DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA DAS VARIÁVEIS DE DEPOSIÇÃO DE GOTAS PARA A SEGUNDA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS EM DUAS CULTIVARES DE TRIGO.

Quadro 5 - Análise da variância do número de gotas.cm^{-2} no terço inferior na segunda aplicação de fungicidas em duas cultivares de trigo.

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F	
Blocos	2	147.291	73.6457	9.2707	ns
Trat-a(Ta)	1	3087.2	3087.2	388.626	**
Resíduo-a	2	15.8878	7.94389		
Trat-b(Tb)	2	2448.66	1224.33	11.5564	**
Int. Fa x Fb	2	1056.97	528.485	4.9883	*
Resíduo-b	8	847.554	105.944		
Total	53	11168			
CV(%) Fa			**CV (%) Fb**		

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01 =< p < 0,05); ** Significativo ao nível de % de probabilidade (p < 0,01); Fa=Cultivares; Fb= Pontas de pulverização; Fc= Fungicidas; ns não significativo (p >= 0,05); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

Quadro 6 - Análise da variância do número de gotas.cm^{-2} no terço médio na segunda aplicação de fungicidas em duas cultivares de trigo.

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F	
Blocos	2	947.231	473.616	1.1034	ns
Trat-b(Tb)	2	7774.27	3887.14	51.286	**
Int. Fa x Fb	2	2226.36	1113.18	14.687	**
Resíduo-b	8	606.347	75.7933		
Trat-c(Tc)	2	4800.1	2400.05	7.756	**
Int. Fa x Fc	2	6732.91	3366.46	10.8791	**
Int. Fb x Fc	4	5494.22	1373.56	4.4388	**
Int.FaxFbxFc	4	24102.3	6025.59	19.4724	**
Resíduo-c	24	7426.62	309.443		
Total	53	61078.1			
CV(%) Fa			**CV (%) Fb**		

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01 =< p < 0,05); ** Significativo ao nível de % de probabilidade (p < 0,01); Fa=Cultivares; Fb= Pontas de pulverização; Fc= Fungicidas; ns não significativo (p >= 0,05); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

Quadro 7 - Análise da variância do Diâmetro Mediano Volumétrico no terço inferior na segunda aplicação de fungicidas em duas cultivares de trigo.

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F	
Blocos	2	1293.82	646.911	6.2532	ns
Trat-b(Tb)	2	52348.3	26174.2	76.9438	**
Resíduo-b	8	2,721	340		
Total	53	86622.7			
CV(%) Fa			**CV (%) Fb**		

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01 =< p < 0,05); ** Significativo ao nível de % de probabilidade (p < 0,01); Fa=Cultivares; Fb= Pontas de pulverização; Fc= Fungicidas; ns não significativo (p >= 0,05); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

Quadro 8- Análise da variância do Diâmetro Mediano Volumétrico no terço médio na segunda aplicação de fungicidas em duas cultivares de trigo.

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F	
Blocos	2	6237.13	3118.56	5.7109	ns
Trat-b(Tb)	2	110898	55449	29.6331	**
Int. Fa x Fb	2	87.5182	43.7591	0.0234	*
Resíduo-b	8	14969.5	1871.19		
Int.FaxFbxFc	4	17757.3	4439.32	3.7885	*
Resíduo-c	24	28122.9	1171.79		
Total	53	187705			
CV(%) Fa			**CV (%) Fb**		

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01 =< p < 0,05); ** Significativo ao nível de % de probabilidade (p < 0,01); Fa=Cultivares; Fb= Pontas de pulverização; Fc= Fungicidas; ns não significativo (p >= 0,05); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

Apêndice C – QUADROS DA ÁNALISE DA VARIÂNCIA PARA ÁREA ABAIXO DA CURVA DE PROGRESSO DE DOENÇA DE MANCHAS FOLIARES E ÁREA ABAIXO DA CURVA DE PROGRESSO DE DOENÇAS DA FERRUGEM DA FOLHA EM DUAS CULTIVARES DE TRIGO.

Quadro 9- Análise da Variância para Á rea abaixo da curva de progresso de Manchas foliares em duas cultivares de trigo.

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F	
Blocos	3	9835.314	3278.438	3.2997	ns
Trat-a(Ta)	1	1272189	1272189	1280.438	**
Resíduo-a	3	2980.674	993.5579		
Trat-b(Tb)	2	20153.23	10076.61	40.9743	**
Int. Fa x Fb	2	42717.47	21358.74	86.8506	**
Resíduo-b	12	2951.102	245.9251		
Trat-c(Tc)	3	676519.6	225506.5	921.8619	**
Int. Fa x Fc	3	161797.3	53932.44	220.4737	**
Int. Fb x Fc	6	14031.16	2338.527	9.5598	**
Int.TaTbTc	6	22306.29	3717.715	15.1979	**
Resíduo-c	54	13209.52	244.6207		
Total	95	2238691			
CV(%) Fa			CV (%) Fb		

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01 =< p < 0,05); ** Significativo ao nível de % de probabilidade (p < 0,01); Fa=Cultivares; Fb= Pontas de pulverização; Fc= Fungicidas; ns não significativo (p >= 0,05); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

Quadro 10- Análise da Variância para Área abaixo da curva de progresso da Ferrugem da folha em duas cultivares de trigo.

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F	
Blocos	3	4961.36	1653.787	1.7277	ns
Trat-a(Ta)	1	1152293	1152293	1203.792	**
Resíduo-a	3	2871.658	957.2194		
Trat-b(Tb)	2	47592.94	23796.47	313.9785	**
Int. Fa x Fb	2	56888.04	28444.02	375.2999	**
Resíduo-b	12	909.4813	75.79011		
Trat-c(Tc)	3	631033.5	210344.5	1583.887	**
Int. Fa x Fc	3	163734	54578.01	410.9704	**
Int. Fb x Fc	6	48417.23	8069.538	60.7633	**
Int.TaTbTc	6	62413.92	10402.32	78.3291	**
Resíduo-c	54	7171.349	132.8028		
Total	95	2178287			
CV(%) Fa			CV (%) Fb		

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01 =< p < 0,05); ** Significativo ao nível de % de probabilidade (p < 0,01); Fa=Cultivares; Fb= Pontas de pulverização; Fc= Fungicidas; ns não significativo (p >= 0,05); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

Apêndice D – QUADROS DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA PARA PESO DO HECTOLITRO E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS

Quadro 11- Análise da variância para Peso do hectolitro em duas cultivares de trigo.

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F	
Blocos	3	0.35642	0.11881	0.6603	ns
Trat-a(Ta)	1	423.8221	423.8221	2355.463	**
Resíduo-a	3	0.53979	0.17993		
Trat-b(Tb)	2	48.16906	24.08453	268.6965	**
Int. Fa x Fb	2	57.99075	28.99538	323.4837	**
Resíduo-b	12	1.07562	0.08963		
Trat-c(Tc)	3	382.8075	127.6025	748.4429	**
Int. Fa x Fc	3	351.7504	117.2501	687.7218	**
Int. Fb x Fc	6	95.49994	15.91666	93.358	**
Int.TaTbTc	6	125.7385	20.95642	122.9183	**
Resíduo-c	54	9.20649	0.17049		
Total	95	1496.957			
CV(%) Fa			CV (%) Fb		

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01 =< p < 0,05); ** Significativo ao nível de % de probabilidade (p < 0,01); Fa=Cultivares; Fb= Pontas de pulverização; Fc= Fungicidas; ns não significativo (p >= 0,05); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

Quadro 12 – Análise da variância para Produtividade de grãos em duas cultivares de trigo.

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F	
Blocos	3	950162.3	316720.8	0.4357	ns
Trat-a(Ta)	1	34235182	34235182	47.0993	**
Resíduo-a	3	2180616	726872.2		
Trat-c(Tc)	3	2367938	789312.7	4.5322	**
Int. Fa x Fc	3	11511617	3837206	22.0329	**
Int. Fb x Fc	6	4079805	679967.4	3.9043	**
Resíduo-c	54	9404520	174157.8		
Total	95	70392692			
CV(%) Fa			CV (%) Fb		

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01 =< p < 0,05); ** Significativo ao nível de % de probabilidade (p < 0,01); Fa=Cultivares; Fb= Pontas de pulverização; Fc= Fungicidas; ns não significativo (p >= 0,05); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.