

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

**EFEITO DO “RAINFESTNESS” E ADJUVANTE NA
APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS FOLIARES EM CULTIVARES
DE SOJA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Mônica Paula Debortoli

Santa Maria, RS, Brasil

2008

**EFEITO DO “RAINFESTNESS” E ADJUVANTE NA APLICAÇÃO DE
FUNGICIDAS FOLIARES EM CULTIVARES DE SOJA**

por

Mônica Paula Debortoli

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado 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
Mestre em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Ricardo Silveiro Balardin

Santa Maria, RS, Brasil

2008

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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**EFEITO DO “RAINFESTNESS” E ADJUVANTE NA APLICAÇÃO DE
FUNGICIDAS FOLIARES EM CULTIVARES DE SOJA**

elaborada por

Mônica Paula Debortoli

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Agrícola

COMISSÃO EXAMINADORA:

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

Jerson Vanderlei Carús Guedes, Dr. (UFSM)

Ivan Francisco Dressler da Costa, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 27 de fevereiro de 2008.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Santa Maria, especialmente ao Departamento de Defesa Fitossanitária e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela magnífica oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Professor Ricardo Silveiro Balardin e família, pela orientação, ensinamentos, amizade, compreensão e confiança depositada na execução deste trabalho, contribuindo substancialmente para minha formação profissional.

A minha família, em especial ao meu pai Arnildo José Debortoli, minha mãe Iria Terezinha Debortoli (In memoriam), meus irmãos Marlise Eva Debortoli Sanini, Marlei Fátima Debortoli Rizzi e Marcelo Antonio Debortoli, minhas sobrinhas Marjana, Melissa e Marina, a minha segunda família, em especial Sirlei Pinheiro e Sérgio Zuchelli, e a sogra e amiga Marisa Costa Bentim, pelo constante incentivo, amor, amizade, esforço e compreensão recebidos.

Aos colegas e amigos Alisson Gosenheimer, Marcelo Gripa Madalosso, Andrezza Zimmermann, Jerônimo Menegon, Eduardo Vogelmann, Bruno Barcellos, Lucas Navarini, Rosana Meneghetti, Daniel Debona, Gerson Dalla Corte, Lucas Domingues, Everton Scarsi, Diego Dalla Favera, Julio Nedel, Ricardo Tatsch, Leonardo Scholten, Marcelo Temp Moreira, Caroline Goulart e Juliano Perlin de Ramos, Eduardo e Luciano pelo apoio e amizade.

A CNPq pelo auxílio financeiro concedido na realização deste trabalho.

Aos amigos Melissa Pisaroglo de Carvalho, Diogo Brondani e Juliana Sanini, pelo apoio e amizade.

Aos profissionais Valtenor Chequim e Danilo Benedetti pelo apoio, ensinamentos profissionais e lições de vida.

Aos pesquisadores da EMBRAPA Trigo Rainoldo Alberto Kochhann e José Eloir Denardin, e ao professor da UFSM Flávio Eltz, um agradecimento especial pela disponibilidade, confiança e apoio na construção do equipamento simulador de chuva.

A todos os demais professores, funcionários e alunos da UFSM que de uma forma ou de outra contribuíram a execução e discussão deste trabalho.

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola

Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

EFEITO DO “RAINFASTNESS” E ADJUVANTE NA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS FOLIARES EM CULTIVARES DE SOJA

Autor: Mônica Paula Debortoli

Orientador: Ricardo Silveiro Balardin

Data e Local da Defesa: Santa Maria, de fevereiro de 2008

A deposição, distribuição e tenacidade na superfície foliar influenciam a eficiência de um fungicida. A ação da chuva, logo após a pulverização, pode remover principalmente fungicidas de contato e também os sistêmicos das superfícies foliares das culturas. O presente trabalho teve por objetivos (i) avaliar o desempenho de pontas de pulverização no controle de doenças da soja em condições de chuva simulada e (ii) determinar impacto da chuva na eficiência biológica de fungicidas em variedades de soja para controle da ferrugem asiática. Foram instalados dois experimentos em casa de vegetação no município de Itaara/RS, no experimento 1 foram testadas três pontas de pulverização (jato plano duplo – TJ60 11002; jato leque plano de uso ampliado – XR 11002 e leque plano defletor – TT 11002), um fungicida com e sem adjuvante e quatro intervalos de chuva após a aplicação (0, 30, 60 e 120 minutos); mais dois tratamentos testemunhas, uma sem controle químico e outra sem chuva. No experimento 2 foi avaliado o comportamento de quatro fungicidas (Azoxistrobina + Ciproconazol + Nimbus; Piraclostrobina + Epoxiconazol, Picoxistrobina + Ciproconazol + Nimbus e Tebuconazole 250 CE) aplicados em sete cultivares (Coodetec 214 RR, Coodetec 219 RR, Monsoy 8000 RR, Monsoy 8080 RR, Fundacep 56 RR, FMT Tabarana e Nidera 7636 RR) quando submetidos à chuva simulada aos 0, 30, 60, 120 e 240 minutos após a aplicação. A aplicação dos tratamentos fungicidas foi realizada com auxílio de pulverizador costal pressurizado à CO₂. A chuva simulada foi obtida através de equipamento mecânico munido de aspersor Vejeet 80100, produzindo precipitação de intensidade de 20 mm. Os resultados obtidos mostraram que a chuva causou efeito negativo no desempenho das pontas de pulverização e na eficiência de controle de ferrugem asiática e oídio no experimento 1. Quando não foi utilizado adjuvante em combinação com o fungicida a eficiência de controle foi prejudicada pela ocorrência de chuva logo após a aplicação. A ponta XR apresentou o melhor desempenho no controle da ferrugem da soja quando sem adição de adjuvante, apresentando menor efeito negativo da chuva. Quando foi adicionado adjuvante à calda essa ponta proporcionou controle inferior a TT aos 0 e 30 minutos após a aplicação. No experimento 2 foi verificado que a rainfastness influenciou a eficiência de controle proporcionado pelos fungicidas, em diferentes magnitudes para as sete cultivares testadas. As cultivares Msoy 8000 e Nidera 7636 foram mais suscetíveis a lavagem do fungicida logo após a aplicação apresentando AACPF superior às demais cultivares quando aplicado Azoxistrobina + Ciproconazol, já as cultivares CD 214, CD 219 e FMT Tabarana foram as que sofreram menor impacto da rainfastness com diferenças significativas das outras cultivares tanto na severidade final da ferrugem como na AACPF para o mesmo fungicida. Com ocorrência de chuva logo após a aplicação de piraclostrobina + epoxiconazol foi observada superioridade no controle da doença nas cultivares Cep 56, Nidera 7636 e CD 219 que apresentaram menores valores de severidade final e AACPF. A eficiência de controle do fungicida picoxistrobina + ciproconazol foi menos afetada nas cultivares Cep 56 e Nidera 7636 pela rainfastness. O fungicida tebuconazol foi pouco afetado pela rainfastness quando aplicado nas cultivares Cep 56 e CD 219, já na CD 214 e Nidera 7636 ocorreu impacto negativo da chuva. Para peso de grãos por planta e peso de mil grãos foi observada a mesma tendência de resposta verificada para severidade final e AACPF da ferrugem da soja.

Palavras-chave: rainfastness, pontas de pulverização, cultivares de soja

ABSTRACT

Master Dissertation

Graduate Program in Agricultural Engineer

Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

EFFECT OF RAINFASTNESS AND ADJUVANTS IN THE FUNGICIDES APPLICATION ON SOYBEANS CULTIVARS

Author: Mônica Paula Debortoli

Adviser: Ricardo Silveiro Balardin

Date e Place: Santa Maria, february, of 2008

Deposition, distribution and tenacity on the leaf surface can influence the efficacy of the fungicide. The effect of rainfall after the spray might run out fungicides of contact from leaf surface. It can also remove the systemic fungicides, if the spray occurs right after the fungicide application. The goals of this work were (i) performance of fungicides due to the drop spectrum under simulated conditions of rainfall on soybean rust control and (ii) determine the interference of rainfall on the biological efficacy of fungicides in different of soybean cultivars to control *Phakopsora pachyrhizi*. Two experiments were run out in greenhouse conditions. Experiment 1 studied three spray nozzles (twin flat spray - TJ60 11002; extended range flat spray - XR 11002 and wide angle flat spray - TT 11002), spray a fungicide with and without adjuvant, and four intervals of rain after spraying (0, 30, 60 and 120 minutes); two control treatments (without chemical spray and without rain). Experiment 2 rated the performance of four fungicides (Azoxystrobin + Cyproconazol; Pyraclostrobin + Epoxyconazol, Pycoxistrobin + Cyproconazol and Tebuconazol 250 EC) sprayed on seven cultivars (Coodetec 214 RR, Coodetec 219 RR, Monsoy 8000 RR, Monsoy 8080 RR, Fundacep 56 RR, FMT Tabarana and Nidera 7636 RR). Treatments were exposed to simulated rain at intervals of 0, 30, 60, 120 and 240 minutes after spray. The fungicides were sprayed with CO₂ pressurized sprayer. The simulated rain produced a precipitation intensity of 20 mm/4min. The simulated rain caused negative effect on the performance of spraying nozzles and the effectiveness of *Phakopsora pachyrhizi* and powdery mildew control. Fungicide application with no addition of adjuvant affected the efficacy of soybean rust control due to the occurrence of rain immediately after the spraying. The drops produced by the nozzles XR showed the best drop deposition to the control of the soybean rust. In the absence of adjuvant it was observed less negative effect caused by the rain. When the adjuvant was added to the fungicide, it provided less control than the nozzle TT at 0 and 30 minutes after spraying. It was observed relationship between influences of the rainfastness on the efficiency of disease control provided by fungicides in different levels for the seven cultivars tested. The cultivars Msoy 8000 and Nidera 7636 were more showed higher product washing soon after spraying showing AUCPD superior to the other cultivars when sprayed azoxystrobin + cyproconazol. However the cultivars CD 214, CD 219 and FMT Tabarana suffered minor effect due to the rainfastness. It showed significant differences from the other cultivars as much to the final severity of rust as the AUCPD for the same fungicide. Occurrence of rain immediately after the spraying of pyraclostrobin + epoxyconazol was observed superiority in the disease control of the cultivars Cep 56, Nidera 7636 and CD 219 with smaller values of severity and final AUCPD. The efficiency of control of the fungicide pycoxistrobin + cyproconazol was less affected in cultivars Cep 56 and Nidera 7636 by rainfastness. The fungicide tebuconazol was little affected by rainfastness when sprayed in cultivars Cep 56 and CD 219, but in the CD 214 and Nidera 7636 was negative effect of rain. Yield per plant and weight of a thousand grains showed similar trend considering the final severity and AUCPD of the soybean rust.

Key-words: rainfastness, nozzles, soybean cultivars

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Cultura da Soja.....	12
2.2 Ferrugem asiática (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>)	13
2.3 Controle químico.....	14
2.4 Tecnologia de aplicação.....	15
2.4.1 Pontas de pulverização.....	15
2.4.2 Espectro de gotas.....	16
2.4.3 Cobertura.....	18
2.5 Efeito da chuva na aplicação de fungicidas.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1 Local e manejo das plantas.....	21
3.2 Simulação de chuva.....	21
3.3 Inoculação de <i>Phakopsora pachyrhizi</i>	23
3.4 Experimento 1.....	24
3.5 Experimento 2.....	25
3.6 Variáveis experimentais.....	25
3.7 Análise estatística.....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Experimento 1.....	28
4.2 Experimento 2.....	36
5 CONCLUSÕES	45
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
ANEXOS	52

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Severidade final (%) da ferrugem asiática da soja observada após a aplicação dos tratamentos, em condições de chuva simulada.	31
TABELA 2 – Área abaixo da curva de progresso da ferrugem asiática da soja calculada com base na severidade da doença após a aplicação dos tratamentos, em condições de chuva simulada.....	32
TABELA 3 – Efeito residual no controle (dias) da ferrugem asiática da soja, pela aplicação dos tratamentos em condições de chuva simulada.	32
TABELA 4 – Severidade final de oídio na cultura da soja observada após a aplicação dos tratamentos, em condições de chuva simulada.	34
TABELA 5 – Área abaixo da curva de progresso de oídio na cultura da soja calculada com base na severidade da doença após a aplicação dos tratamentos, em condições de chuva simulada.....	35
TABELA 6 – Residual de controle (dias) da ferrugem asiática da soja pela aplicação dos tratamentos, em condições de chuva simulada.	37
TABELA 7 – Severidade final (%) da ferrugem asiática da soja observada após a aplicação dos tratamentos, em condições de chuva simulada.	38
TABELA 8 – Área abaixo da curva de progresso da ferrugem asiática da soja calculada com base na severidade da doença após a aplicação dos tratamentos, em condições de chuva simulada.....	39
TABELA 9 – Peso de grãos por planta das cultivares de soja submetida à aplicação dos tratamentos fungicidas, em condições de chuva simulada.	42
TABELA 10 – Peso de mil grãos das cultivares de soja submetida à aplicação dos tratamentos fungicidas em condições de chuva simulada.....	43

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1– Escala diagramática de severidade (percentagem de área foliar doente) de ferrugem asiática da soja (<i>Glycine max</i>), GODOY et al. (2006).....	26
FIGURA 2 – Evolução da severidade da ferrugem asiática da soja no tratamento sem aplicação de fungicida (testemunha).....	31
FIGURA 3 – Evolução da severidade de oídio na cultura da soja no tratamento sem aplicação de fungicida (testemunha).	34

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – Características técnicas das pontas de pulverização utilizadas no trabalho, reproduzidas do catálogo da Teejet®.	53
ANEXO 2 – Análise da variância das variáveis do Experimento 1.....	54
ANEXO 3 – Análise da variância das variáveis do Experimento 2.....	56

1 INTRODUÇÃO

A deposição, distribuição e tenacidade na superfície foliar influenciam a eficiência de um fungicida. A deposição e distribuição variam muito no dossel da planta, sendo afetados diretamente pelo IAF da soja e pela tecnologia de aplicação empregada. Observações em áreas comerciais ou em experimentos mostram uma redução gradativa na quantidade de produto desde o terço superior até o inferior, afetam a eficiência de controle das doenças.

A quantidade de produto que adere à folha durante a pulverização bem como as características físico-químicas intrínsecas do fungicida podem conferir maior permanência na folha após a ação de intempéries. No caso de precipitações frequentes, a ação de lavagem do ativo antes de sua absorção pela folha, determina uma redução na quantidade de resíduo ativo nas superfícies foliares para um efetivo controle de fitopatógenos (RICH, 1954).

Segundo Töfoli et al. (2002) a ação de chuvas, logo após a pulverização, pode remover principalmente fungicidas de contato e também os sistêmicos das superfícies foliares das culturas. Em condições tropicais e/ou subtropicais como encontradas nas áreas agrícolas brasileiras, a ocorrência de chuvas ao longo do ciclo das culturas tem comprometido a eficácia dos tratamentos fitossanitários.

Além do efeito sobre as culturas, a frequência de precipitação favorece a sobrevivência, reprodução e disseminação de muitas pragas e doenças, como o caso da ferrugem asiática da soja. Esta doença apresenta uma alta taxa de progressão sendo a principal razão dos prejuízos à soja, apresentando grandes dificuldades de controle. Além da taxa elevada de evolução da doença outros fatores influenciam o controle, como o manejo fitotécnico da cultura, época de aplicação, eficiência e residual dos ativos aplicados e as condições de ambiente onde é realizada a aplicação.

O controle ineficiente da ferrugem muitas vezes está atrelado à redução do período residual dos fungicidas, ou por aplicações tardias (após estabelecimento da doença) ou por condições climáticas inadequadas para pulverização e ocorrência de chuvas após aplicação. A ocorrência de precipitação durante ou logo após a aplicação de fungicidas pode representar a ineficiência do controle levando a um aumento no número de aplicações, elevando os custos de produção.

Deste modo, o trabalho teve como objetivo determinar o efeito da chuva sobre a eficiência da tecnologia de aplicação de fungicidas foliares na cultura da soja. Como objetivos específicos, avaliar o desempenho de pontas de pulverização com e sem adjuvante na calda fungicida no controle de doenças da soja em condições de chuva simulada e determinar efeito da chuva na eficiência biológica de fungicidas em variedades de soja para controle da ferrugem asiática.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da soja

A soja (*Glycine max.* (L) Merrill) é rica em proteína servindo como base para alimentação humana e animal, desempenha um papel importante na reciclagem de nutrientes do solo, especialmente o nitrogênio.

A soja constitui-se em um dos produtos agrícolas de maior importância econômica para o Brasil, que atualmente ocupa a segunda posição na produção mundial deste grão. Uma parcela significativa da produção é destinada à exportação, sendo importante pelo ingresso de divisas no País, sendo que no ano de 2007 as exportações brasileiras de soja atingiram US\$ 11,38 bilhões, representando um aumento de 26% com relação ao ano anterior (SECEX, 2008). No Brasil, os Estados com maior produção desta leguminosa são Mato Grosso, Rio

Grande do Sul e Paraná, com uma produção estimada de 61,7%, na safra 2005/06 (CONAB, 2006).

Na safra 2006/2007, a área cultivada com soja foi de 20,6 milhões de hectares, 7,1% (1,59 milhão de hectares), inferior à safra passada, que foi de 22,23 milhões de hectares (CONAB, 2007). A redução de área ocorreu devido aos baixos preços do produto na época da implantação da cultura, levando o agricultor a abandonar as áreas menos produtivas. Apesar da redução na área cultivada, as boas condições climáticas favoreceram o aumento na produtividade média do País de 2.403 kg.ha⁻¹ para 2.788 kg.ha⁻¹, que correspondeu a um aumento na produção de 53,4 para 57,6 milhões de toneladas, ou seja, 7,7% superior à da safra anterior (CONAB, 2007).

Entretanto, este aumento na produtividade da soja, ainda não é suficiente para aumentar a rentabilidade e capitalizar o produtor, pois se observa nos últimos anos uma instabilidade na produtividade da cultura. Além disso, problemas relacionados a adversidades climáticas, ocorrência de insetos, ervas daninhas, e doenças, têm impacto negativo no cenário produtivo da soja no Brasil.

No Brasil, as perdas anuais devido à ocorrência de doenças foram estimadas em um milhão de dólares (WRATHER et al., 1997), embora esse dado não tenha considerado a incidência da ferrugem. A Embrapa Soja estimou que as perdas pela ocorrência de ferrugem asiática na safra 2005/2006 foram de aproximadamente 1,75 bilhões de dólares (EMBRAPA, 2007). Essa estimativa é resultante do somatório das perdas de rendimento de grãos pela ocorrência da doença e do incremento no custo de produção pela necessidade de aplicação de fungicidas. As perdas devido à ferrugem asiática variaram de 30 a 75% (YORINORI, 2002).

2.2 Ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*)

A ferrugem da soja (*Glycine Max* L. Merrill), causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow está disseminada na maioria das regiões produtoras de soja. É considerada a doença com maior potencial de dano e mais importante da cultura (YANG, 1991). Na safra de 2004 o patógeno ocorreu em mais de 95% da área de produção de soja (YORINORI et al., 2005).

Segundo Miles et al. (2007) a rápida disseminação de *P. pachyrhizi* e seu potencial para reduzir o rendimento, faz da ferrugem a doença foliar mais destrutiva da cultura da soja.

O alto potencial de dano está associado à elevada taxa de progressão da doença, sendo que são necessários apenas 6 a 8 dias para que o ciclo primário seja completado, dando origem a ciclos secundários de reinfecção, principalmente em condições favoráveis como temperatura entre 19 e 30°C e umidade relativa maior que 90%.

Os sintomas iniciais da doença são pequenas pústulas foliares, de coloração castanha a marrom-escura, sendo que na face inferior da folha as urédias rompem-se e liberam os uredósporos. Segundo Yang (1991) em uma estação de crescimento da soja podem ocorrer seis a oito ciclos de produção de uredósporos.

Plantas severamente infectadas pelo patógeno apresentam desfolha precoce, comprometendo a formação de grãos, o enchimento de vagens e o peso final do grão. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho do grão e, conseqüentemente maior a perda de rendimento e de qualidade da soja (YANG et al., 1991). Além de tudo, o patógeno sobrevive na entressafra por infectar uma ampla gama de hospedeiros, ao redor de 95 espécies dentro de 45 gêneros da família Leguminosae (YANG, 1991).

No campo a maioria das cultivares comerciais de soja são suscetíveis a ferrugem asiática e a incorporação de resistência nesses materiais ainda poderá demorar muitos anos (MILES et al., 2007). O manejo da ferrugem da soja tem sido realizado primeiramente com fungicidas e estes aliados a estratégias integradas de manejo.

2.3 Controle químico

O controle da ferrugem da soja compreende diversas medidas conjuntas de manejo, entretanto o controle químico com fungicidas é até o momento, o principal método de controle da doença (SOARES et al., 2004).

Quatro famílias de fungicidas são recomendadas para o controle de ferrugens, os triazóis (tebuconazol, ciproconazol, propiconazol, miclobutanil), estrobilurinas (azoxistrobina, piraclostrobina, trifloxistrobina, picoxistrobina e cresoxim-metil), cloronitrilos (clorotalonil) e carboxamidas (oxicarboxim) (BUTZEN et AL., 2005a).

Na Ásia, pesquisas indicam que Mancozeb foi eficiente reduzindo a severidade da doença e protegendo o rendimento quando comparado com as parcelas sem tratamento (MILES et al., 2003; PATIL & ANAHOSUR, 1998). Na Índia e no sul da África ensaios com fungicidas identificaram vários triazóis que foram eficientes contra ferrugem da soja

(BUTZEN et al., 2005a), triazóis também apresentaram eficiência no controle de ferrugem na África e América do Sul (BUTZEN et al., 2005a). Recentes estudos na África e na América do Sul têm observado que triazóis, tebuconazol e tetraconazol, bem como estrobilurinas e misturas de estrobilurinas + triazóis, incluindo azoxistrobina, piraclostrobina e trifloxistrobina + propiconazol foram eficientes no controle da ferrugem da soja (HARTMAN et al., 2005; LEVY, 2004; MILES et al., 2003).

Segundo Butzen et al. (2005a) as chaves para o sucesso no manejo da ferrugem da soja incluem monitoramento do movimento da doença na área, eficiência no momento de aplicação, utilização de fungicidas com maior residual, boa cobertura da aplicação e em muitos casos reaplicação. Nesse conceito, a tecnologia de aplicação tanto aérea como terrestre assume importante papel na eficácia de fungicidas para o manejo da ferrugem da soja (BUTZEN et al., 2005b).

2.4 Tecnologia de aplicação

2.4.1 Ponta de pulverização

As pontas de pulverização juntamente com as peneiras fazem parte dos componentes do bico. Nos bicos, o líquido sob pressão (fonte de energia potencial para a formação das gotas) passa pela peneira e por fim o orifício da ponta, produzindo uma película que vai aumentando gradativamente a sua superfície e conseqüentemente diminuindo a espessura, até romper-se em pequenas gotas (MATUO et al., 2005). A combinação de tipo de ponta e pressão de trabalho determina o tamanho de gotas aplicadas, que afeta ambos a cobertura do dossel da planta e o potencial de deriva da gota.

Quanto à forma do jato e distribuição, as pontas se dividem em pontas de jato cônico, com orifício e deposição circular e de jato plano com orifício em forma de fenda originando jato em forma de leque e com deposição linear (MATUO et al., 2005). Segundo Christofolletti (1992), as pontas de jato cônico foram amplamente utilizadas devido a sua formação de gotas menores de maior potencial de penetração. Entretanto, a partir do surgimento das pontas de jato leque, esse conceito começou a ser alterado, visto que apresentam uniformidade de distribuição e cobertura dos estratos da planta (BALARDIN, 2002).

As pontas de jato leque produzem um jato em um só plano e podem ser de deposição contínua, quando a distribuição do líquido na faixa de deposição é uniforme e pode ser de deposição descontínua, quando a deposição é maior no centro da faixa decrescendo simetricamente para os bordos. Além do jato leque, as pontas de jato plano ainda podem ser discriminadas em pontas de jatos de impacto, também chamadas de leque defletor. Essas pontas são de alta vazão e grande angulação produzindo ângulos maiores que as do leque comum podendo chegar até a 130° (MATUO et al., 2005).

Outro modelo é a ponta de pulverização de jato plano duplo leque, que possui dois orifícios idênticos produzindo um leque voltado 30° para frente e outro 30° para trás em relação à vertical. Sua produção de gotas é de tamanho menor quando comparado a uma ponta de jato leque de vazão equivalente. Christofolletti (1992) ressalta que a angulação do jato tende a ser mais incisiva na penetração e cobertura do produto no dossel inferior da cultura, condição indispensável na aplicação de fungicidas.

No entanto, Bonini (2003) encontrou desempenho inferior do jato plano duplo leque quando comparado com pontas cone, leque comum e indução de ar. Segundo o autor, os resultados obtidos deveram-se às condições climáticas no momento da aplicação e que proporcionaram perdas comprometendo a eficácia da ponta.

As pontas são componentes essenciais no sucesso da aplicação de produtos líquidos. Segundo Butzen et al. (2005b) por controlar a quantidade e a uniformidade da aplicação, as pontas de pulverização determinam a cobertura da aplicação de fungicidas. Matuo et al. (2005) faz uma ressalva com relação à pressão de trabalho estabelecida pelos fabricantes, dizendo que o aumento da pressão acima da pressão recomendada, não leva necessariamente as gotas a uma distância maior, podendo acontecer o inverso, ou seja, aumentando a pressão, haverá a diminuição do tamanho das gotas, as quais terão pouco peso e a distância percorrida pelas mesmas diminuirá, não importando a força com que sejam lançadas.

2.4.2 Espectro de gotas

O espectro de gotas produzido por um equipamento trata-se da caracterização da pulverização em função dos diferentes tamanhos gotas produzidas, sendo criado em função do tipo de ponta de pulverização, tamanho do orifício e pressão de trabalho (PAULSRUD & MONTGOMERY, 2005). Em uma pulverização com gotas de tamanho muito semelhantes o

espectro é considerado homogêneo, já com gotas produzidas de tamanhos distintos ele é chamado de heterogêneo (CHRISTOFOLETTI, 1999).

As pulverizações através da tecnologia de Baixo Volume Oleoso têm a capacidade de produzir gotas finas de espectro homogêneo, maximizando as condições de penetrar no dossel e cobrir todas as partes da planta, pois proporciona formação de maior número de gotas de mesmo tamanho (MONTEIRO, 2006). Entretanto, o mesmo autor ressalta que devido ao tamanho reduzido dessas gotas, há um grande risco de deriva para outras áreas, através de aplicações acima da velocidade do vento recomendada para o equipamento.

Por outro lado, a aplicação com espectro heterogêneo pode ser uma alternativa para aplicações cujo alvo não seja de tamanho diminuto e, portanto não necessita de gotas finas para atingi-lo. Da mesma forma, em regiões onde as condições de aplicação não são muito adequadas devido ao alto potencial de deriva, o espectro heterogêneo de gotas tem desempenho favorável, pois proporciona um intervalo de aplicação nessas áreas maior que espectros homogêneos (MONTEIRO, 2006).

O espectro de gotas é fundamental para aplicação de fungicidas e varia de acordo com a ponta de pulverização. Embora pontas cônicas sejam recomendadas para aplicações de fungicidas, elas produzem espectro de gotas muito finas, que são muito propensas a deriva (PAULSRUD & MONTGOMERY, 2005). Pontas de jato plano têm sido muito utilizadas por apresentarem a característica de trabalharem em uma faixa ampliada de pressão e assim podendo produzir gotas menores com boa penetração no dossel da planta, entretanto, deve-se ter cuidado para não exceder o limite de pressão recomendado.

As pontas de jato defletor têm característica de apresentarem espectro de gotas média/grossa com significativa redução no potencial de deriva das gotas. Outra opção para aplicações de fungicidas é a ponta de jato plano duplo que proporciona boa penetração em folhagens mais densas devido ao seu ângulo e produz espectro de gotas finas com boa cobertura (PAULSRUD & MONTGOMERY, 2005).

2.4.3 Cobertura

A cobertura de gotas trata-se da quantidade de superfície visada (alvo) que é atingida pela pulverização e expressada em porcentagem (VELLOSO, 1984).

A cobertura é dada pela fórmula de Courshee (1967), citado por Matuo et al. (2005):

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

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

De acordo com os parâmetros da fórmula, para aumentar a cobertura basta elevar o volume de aplicação (V). A taxa de recuperação (R), correspondente à porcentagem do volume aplicado captado pelo alvo, é dependente de diversos fatores inerentes à tecnologia de aplicação como momento de aplicação, tamanho de gota e arranjo de plantas adequado. O fator de espalhamento de gotas (K) é uma função quadrática, por isso atua sensivelmente na cobertura. Entretanto, pode ser maximizado pela adição de componentes tensoativos à calda que reduzem a tensão superficial da gota diminuindo o ângulo de contato com a superfície foliar (KISSMANN, 1998).

Além de proporcionar uma maior de cobertura de área por gota, a redução na tensão superficial permite que o produto penetre em locais antes impossibilitados como, epidermes com alta densidade de tricomas e aberturas naturais de pragas. No que diz respeito ao denominador da equação, a relação é matematicamente inversa, ou seja, a cobertura será prejudicada com o aumento da área foliar por hectare, mantida as demais condições (KISSMANN, 1998).

No decorrer do ciclo vegetal ocorre um aumento no IAF e desta forma, devem ser efetuados ajustes necessários nos outros parâmetros da fórmula, caso contrário a eficácia da aplicação é extremamente afetada. Balardin et al., (2001), verificaram melhor controle de doenças de final de ciclo com aumento do volume da aplicação à medida que se aumenta o

índice foliar. Além do ajuste do volume da aplicação (V), a mudança no tamanho da gota (D) e a adição de adjuvantes à calda beneficiando o espalhamento de gotas (K) são estratégias possíveis.

Outra forma que expressa a cobertura do alvo é através da medida gotas.cm⁻² (CHRISTOFOLETTI, 1999). Esse parâmetro é mais fácil de ser determinado tanto na forma de contagem manual como através de softwares, e estabelece a quantidade mínima de gotas suficiente para expressar o efeito do produto. Contudo, essa medida varia muito conforme as características dos produtos e a adição de adjuvantes, apresentando muitas divergências entre pesquisadores.

No caso específico de fungicidas, Ozeki & Kunz (1998) defendem a tese de que é necessário um mínimo de 30 a 50 gotas.cm⁻² para fungicidas sistêmicos e mais de 70 para protetores. Já Christofolletti (1999) aponta a necessidade de 30 a 40 gotas.cm⁻² para sistêmicos e entre 50 a 70 para protetores. Dados obtidos por Ugalde (2005) na cultura da soja demonstraram que volumes de calda de 120 e 160 L.ha⁻¹ proporcionaram cobertura de gotas mínima eficiente para fungicida sistêmico de 45 e 60 gotas.cm⁻², respectivamente.

Ozeki & Kunz (1998) ressaltam que a eficiência biológica da aplicação depende da qualidade da cobertura e penetração bem como a redução das perdas por deriva e evaporação proporcionadas pelo diâmetro de gotas. O aumento no diâmetro de gotas reduz o arraste pela deriva apresentando menos problemas com a evaporação no trajeto da ponta ao alvo, porém promovem uma menor cobertura da superfície a ser tratada.

Matuo et al. (2005), todavia adverte que é possível conseguir um bom grau de cobertura e redução das perdas através do aumento do volume aplicado, mesmo com gotas grandes, embora com menor rendimento operacional do equipamento. Já gotas menores têm pouco peso e inércia permanecendo por mais tempo em suspensão no ar ficando suscetíveis ao arraste pela deriva e evaporação durante a aplicação, porém em condições adequadas a penetração e cobertura do alvo são freqüentemente maior (SANTOS, 1998).

Para aplicação de fungicidas a cobertura é essencial e considerando que à medida que a planta cresce a penetração é dificultada, torna-se importante a deposição de gotas em todo o dossel da planta. O tamanho de gotas tem influência na cobertura, penetração e deposição, assim gotas pequenas proporcionam melhor cobertura, já gotas muito pequenas podem sofrer deriva ou evaporação e gotas grandes apresentam problemas devido a tendência de escorrimento e reduzido número de gotas.cm⁻². Segundo Paulsrud & Montgomery, (2005) a meta da aplicação de fungicidas é produzir um tamanho de gotas que possibilite um bom equilíbrio da cobertura, penetração e deposição de gotas.

2.5 Efeito da chuva na aplicação de fungicidas

O êxito de controle de um produto químico não depende apenas de sua fungitoxicidade, mas também de uma série de outras variáveis como a aderência, tenacidade, persistência e fundamentalmente da tecnologia de aplicação utilizada (SANTOS et al., 2002). A qualidade (espectro de gotas) e quantidade (densidade de gotas) do fungicida pulverizado, depositado e sua aderência às partes vegetais através das gotas de pulverização, deverão resultar em uma distribuição uniforme e homogênea da quantidade recomendada do ingrediente ativo.

Assim, as características de um fungicida são fatores determinantes dentro de uma série de variáveis que determinam a efetividade de um produto (OLIVEIRA et al., 2002). A quantidade de produto que adere à folha durante a pulverização e a quantidade de material que permanece na folha após a ação de intempéries são os principais fatores que determinam a quantidade de resíduo ativo nas superfícies foliares para um efetivo controle dos fitopatógenos (RICH, 1954).

A chuva é considerada o maior depreciador de depósitos fungicidas sobre a superfície foliar. Weber et al. (1937) demonstraram que uma única chuva de característica forte remove muito mais fungicida da superfície foliar do que várias chuvas fracas de mesmo volume. Segundo Tracker & Young (1999) a chuva natural modifica os depósitos de praguicidas em plantas por diluição, redistribuição e por remoção.

Vários fatores afetam a relação chuva e agroquímicos, mas os mais importantes são a intensidade da chuva, quantidade de chuva, intervalo de tempo entre o tratamento e a chuva, a formulação comercial dos agroquímicos, a solubilidade do produto em água e o tipo de cultura (CABRAS et al., 2001; GREEN, 2001).

Segundo Hunsche (2006) a aplicação foliar de fungicidas é um processo crítico na agricultura moderna. Um dos fatores para o sucesso do tratamento fitossanitário depende da retenção de ingrediente ativo na folha e da resistência do depósito de ativo a fatores adversos como a chuva. A retenção e a tenacidade são influenciadas por características físico-químicas da superfície da folha, que podem ser intrínsecas de cada cultura ou cultivar (REYNOLDS et al., 1994).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e manejo das plantas

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação localizada em área experimental no município de Itaara, região central do Rio Grande do Sul, em latitude 29^o35', longitude 53^o48' e altitude de 444m.

A casa de vegetação é dotada de dois compartimentos, um denominado câmara seca e outro de câmara úmida, onde o fungo da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) é mantido infectando plantas de soja. As paredes e o teto da casa de vegetação são do tipo plástico duplo com injeção forçada de ar, a fim de formar um isolante térmico e atenuar a influência do meio externo, possibilitando aumentar a eficiência das condições parcialmente controladas. As condições climáticas são parcialmente controladas na casa de vegetação, sendo a temperatura regulada através de exautores e a umidade relativa do ar mantida por um sistema de nebulização computadorizado (Fooger). A temperatura do ar variou de 20 a 28°C e a umidade relativa do ar variou entre 85 e 90%. A irrigação das plantas de soja foi realizada por gotejamento através de espaguetes.

Para a semeadura foram utilizadas sementes de soja tratadas com Fipronil (150 mL.100 kg⁻¹ de semente) e inoculante líquido (200 mL.100 kg⁻¹ de semente), semeadas em vasos com volume de 5L, contendo substrato a base de solo + casca de arroz, na proporção 3:2. Foram semeadas seis sementes por vaso e após a emergência foram mantidas três plantas de soja por vaso, para aplicação dos tratamentos. Após a emergência, as plantas de soja foram mantidas em estufa de apoio até o momento da aplicação dos tratamentos, sendo posteriormente acondicionadas em casa de vegetação.

3.2 Simulação de chuva

A simulação de chuva consiste na aplicação de chuva de forma similar à precipitação natural, é particularmente uma valiosa técnica para multiplicar e acelerar a obtenção de

resultados de pesquisa que envolvem a ação das gotas de chuva. Entretanto, as características da chuva natural devem ser simuladas com precisão, os dados analisados com prudência e as limitações claramente reconhecidas para se obter uma interpretação exata dos resultados.

A partir de meados dos anos cinquenta, os estudos, para desenvolvimento de simuladores de chuva ressurgiram com novas teorias pertinentes a precipitação pluvial. Equipamentos foram testados com o objetivo de averiguar a capacidade de produzir gotas com tamanho e velocidade semelhantes às da chuva natural, mínima distorção pelo vento, média e alta intensidade de precipitação e habilidade de repetir uma dada chuva. Dentre os equipamentos testados, o único que produziu intensidade de precipitação razoável, com tamanho, velocidade terminal e características de distribuição de gotas similares às da chuva natural, conforme descreveram Laws (1941) e Laws & Parsons (1943), foi o aspersor Veejet 80100. Assim, o aspersor tipo Veejet 80100, foi eleito o equipamento mais adequado para reproduzir as características de uma chuva natural em uma precipitação simulada.

Para a quantificação das características físicas da chuva simulada pelo aspersor Veejet 80100, Meyer (1958) estabeleceu, experimentalmente duas condições essenciais: pressão de água no aspersor e altura do aspersor em relação a superfície do solo. A pressão de trabalho selecionada é de $0,42 \text{ Kgf.cm}^{-2}$ (6psi), isto é, baixa o suficiente para produzir gotas de tamanho máximo e alta o bastante para cobrir a maior área possível por aspersor e atingir a velocidade terminal de queda das gotas. A pressão além de determinar as características de largura efetiva para o aspersor, tamanho e velocidade de gotas comanda também a sua vazão, a intensidade da precipitação e, conseqüentemente, a energia cinética da chuva, sendo por isso uma condição essencial de operação (BARCELOS, 1996).

A altura do aspersor, em relação à superfície do solo, foi determinada para possibilitar às gotas atingirem velocidade terminal. A partir de experimentos Meyer (1958) determinou que ao elevar o aspersor a 2,45m acima da superfície do solo, as gotas atingiram a velocidade terminal desejada.

Sob a pressão de $0,42 \text{ Kgf.cm}^{-2}$ a vazão é de $15,14 \text{ L.min}^{-1}$, por aspersor. A combinação dessa pressão com a altura de 2,45 m produz uma largura efetiva por aspersor é de 1,524 m e a intensidade básica obtida é de $63,5 \text{ mm.h}^{-1}$. Entretanto, a intensidade de precipitação desejada será obtida mediante a movimentação do aspersor sobre uma determinada área com maior ou menor intermitência. A chuva simulada pelo equipamento apresenta uma energia cinética que corresponde a 76% da energia cinética de uma precipitação natural (MEYER, 1958).

A partir do conhecimento das características necessárias para o simulador de chuvas, foi efetuada a adaptação e construção do equipamento simulador de chuva. O equipamento constitui-se de uma estrutura metálica onde o aspersor Veejet 80100 foi acoplado a uma altura de 2,45 m da superfície do solo, sendo sua intermitência obtida através de um sistema mecânico onde a velocidade de intermitência pode ser regulada continuamente de forma crescente. A pressão do sistema é controlada por dois manômetros, um na saída da bomba de água e o outro acoplado ao cano 0,2 m acima do aspersor, sendo mantida a pressão de 0,42 Kgf.cm². No experimento a área útil de molhamento abaixo do simulador de chuva foi de 1 m² onde foram dispostos os vasos para serem submetidos a simulação de chuva.

3.3 Inoculação de *Phakopsora pachyrhizi*

A coleta dos uredosporos de *P. pachyrhizi* foi realizada a partir das plantas infectadas na casa de vegetação. Utilizou-se para este fim, um aparelho portátil movido à bateria (12 volts) desenvolvido no Departamento de Defesa Fitossanitária da UFSM. O aparelho apresentou capacidade de gerar vácuo suficiente para promover por sucção a seco seguida do armazenamento dos uredosporos livres sobre as folhas de soja (UGALDE, 2005). Após succionados, os uredosporos foram submetidos ao processo de purificação passando por uma peneira sintética de malha ultrafina, onde as impurezas grosseiras (pilosidade, grãos de areia, etc.) foram removidas.

A inoculação *P. pachyrhizi* foi efetuada 12 horas após a aplicação dos tratamentos fungicidas, em período noturno. A deposição dos uredosporos sobre as folhas da soja foi obtida com pistola de micropintura pressurizada a ar comprimido, sendo que a pulverização foi efetuada em ambas as faces da folha até completo molhamento foliar. O inóculo foi composto por água, espalhante adesivo (Tween 80 - 100 ppm) e uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi* na concentração de 2×10^5 esporos.ml⁻¹, obtida através de contagem em hemacitômetro (Câmara de Neubauer) com auxílio de microscópio ótico dotado de aumento de 100 vezes.

Após 12 horas da inoculação artificial (amanhecer), foram iniciadas as nebulizações, programadas através de um controlador eletrônico para execução de turno de nebulização de 10 min/hora, durante 7 dias. As temperaturas médias diurnas variaram entre 20 a 28°C, com

umidade relativa 85 a 90%. Estas condições foram mantidas até o surgimento dos primeiros sintomas da doença.

3.4 Experimento 1

O experimento teve por objetivo determinar o efeito da chuva sobre o desempenho dos tratamentos aplicados com diferentes pontas de pulverização e definir o conjunto de tecnologia de aplicação que sofra a menor influência da chuva. Quando as plantas de soja da cultivar Msoy 8080 RR atingiram estágio R₁ foram aplicados os tratamentos fungicidas com pulverizador costal pressurizado a CO₂, munido de barra de aplicação, aplicando volume de calda de 150 L.ha⁻¹ e trabalhando com pressão de 2,7 bar.

O delineamento experimental foi de blocos inteiramente casualizados em arranjo fatorial (2x3x6), cujos fatores foram: dois tratamentos fungicidas (com e sem adjuvante), três pontas de pulverização e quatro períodos de tempo entre a aplicação e a ocorrência de chuva simulada. Foram considerados dois tratamentos testemunha, uma com aplicação de fungicida sem chuva simulada e outro sem aplicação de fungicidas. As repetições foram constituídas de seis plantas de soja.

Os tratamentos fungicidas foram Azoxistrobina + Ciproconazol (60 + 24 g i.a. ha⁻¹) com e sem adjuvante Nimbus (Óleo mineral) 0,5% v.v⁻¹. Na aplicação dos fungicidas foram testadas três pontas de pulverização: jato plano duplo (Teejet TJ60 11002), jato leque plano de uso ampliado (Teejet XR 11002) e jato plano de ângulo ampliado (Teejet TT 11002). Segundo a classificação da ASAE S-572 o espectro de gotas formado pelas pontas foi muito fino, fino e médio, TJ60 11002, XR 11002 e TT 10002, respectivamente. A descrição das características de cada ponta de pulverização está contida no Anexo 1.

Os tratamentos fungicidas foram submetidos à chuva simulada (20 mm) em diferentes períodos de tempo entre a aplicação e a ocorrência da chuva, sendo testados os períodos de 0, 30, 60 e 120 minutos.

3.5 Experimento 2

Definido o melhor conjunto de tecnologia de aplicação foi instalado o segundo experimento com objetivo de determinar como a tecnologia de aplicação pode ser afetada por diferentes cultivares e fungicidas em condições de chuva simulada.

O delineamento experimental foi de blocos inteiramente casualizados em arranjo fatorial (7x5x6), cujos fatores foram: sete cultivares de soja, quatro fungicidas mais uma testemunha sem aplicação e cinco períodos de tempo entre aplicação e a simulação de chuva, mais uma testemunha sem aplicação de chuva simulada. As repetições foram constituídas de três plantas de soja.

Foram utilizadas sete cultivares de soja: Coodetec 214 RR, Coodetec 219 RR, Monsoy 8000 RR, Monsoy 8080 RR, Fundacep 56 RR, FMT Tabarana e Nidera 7636 RR, e testados quatro fungicidas: Azoxistrobina + Ciproconazol (60 + 24 g i.a. ha⁻¹) + Nimbus (0,5% v.v⁻¹), Piraclostrobina + Epoxiconazol (66,5 + 25 g i.a. ha⁻¹), Picoxistrobina + Ciproconazol (62,5 + 25 g i.a. ha⁻¹) + Nimbus (0,5% v.v⁻¹) e Tebuconazole 250 CE (100 g i.a. ha⁻¹).

A aplicação dos fungicidas foi efetuada em estágio R₁ das cultivares de soja com pulverizador costal pressurizado a CO₂, aplicando volume de calda de 150 L.ha⁻¹ e com pressão de 2,7 bar. Foi utilizada a ponta de pulverização de jato leque plano de uso ampliado (Teejet XR 11002), que apresentou melhor desempenho no experimento 01. A chuva simulada (20 mm) foi aplicada aos 0, 30, 60, 120 e 240 minutos após a aplicação dos fungicidas.

3.6 Variáveis experimentais

As variáveis avaliadas nos experimentos são descritas a seguir:

- Número de dias para o aparecimento da primeira pústula de ferrugem: as observações foram efetuadas diariamente a partir de 48 horas após a inoculação com auxílio de lupa de 20X, para

ambos experimentos. A partir desses dados foi determinado o período residual de controle da ferrugem asiática dos tratamentos.

- Severidade da ferrugem asiática: determinada através de notas visuais do percentual de área foliar com sintomas da doença a partir do aparecimento de sintomas no tratamento testemunha, com auxílio de escala diagramática proposta por GODOY et al. (2006) (Figura 1). Foram realizadas quatro avaliações no experimento 1 e cinco avaliações no experimento 2, nesse último as determinações iniciaram 14 dias após a aplicação dos tratamentos.

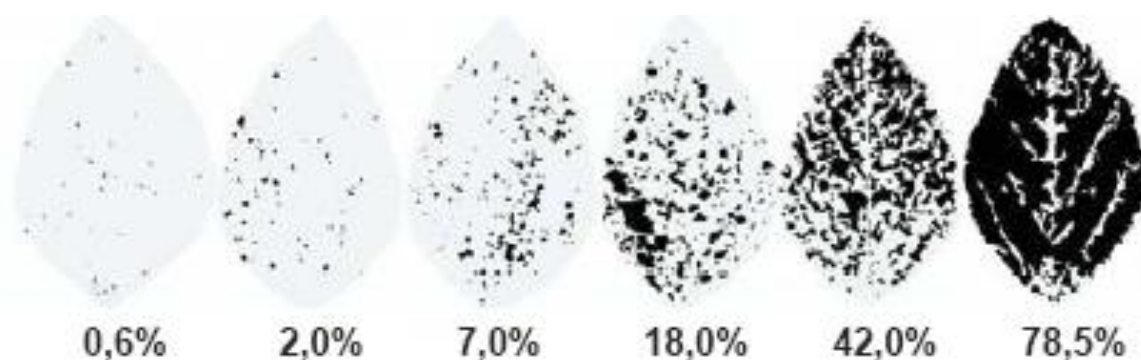


Figura 1 – Escala diagramática de severidade (percentagem de área foliar doente) de ferrugem asiática da soja (*Glycine max*), GODOY et al. (2006).

- Severidade de oídio: avaliada através de notas visuais dos sintomas da doença, conforme escala diagramática apresentada por AZEVEDO (1997). Foram realizadas quatro avaliações e esta doença foi avaliada somente no experimento 01.

- O peso de grãos por planta e o peso de mil grãos foram determinados ao final do ciclo das cultivares no experimento 2. Os dados foram obtidos a partir da colheita e posterior debulha manual das vagens de cada planta de soja, posteriormente foi realizada a pesagem da massa de grãos por planta e de mil grãos.

- As notas de severidade das doenças permitiram a elaboração cálculo da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD). Esse modelo permite uma avaliação mais estável da doença, sendo menos afetado pelo tempo de análise e variações ambientais. A AACPD pode ser usada como descritor de uma epidemia, quando o objetivo é resumir uma curva de progresso de doença em dados que possam ser analisados e comparados (CAMPBELL & MADDEN, 1990).

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

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 se considera o número de dias após a emergência das plantas.

T_{i+1}: época da avaliação i + 1

n = n° de avaliações

- Severidade final de ferrugem asiática e oídio foram analisadas e apresentadas nos resultados, pelo fato desta variável mostrar algumas diferenças entre tratamentos não observadas na AACPD e também para comparar os tratamentos com as testemunhas sem controle.

3.7 Análise estatística

A significância dos fatores foi determinada pela análise da variância através do software estatístico SOC. Os efeitos significativos das variáveis foram discriminados pelo teste Tukey ($p \geq 0.05$). Para a realização das análises, os dados obtidos não foram transformados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1

Os dados de severidade final da ferrugem, área abaixo da curva de progresso da doença e residual de controle da ferrugem asiática apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos testados. A análise da variância mostrou interação significativa dos três fatores avaliados. Os valores dos quadrados médios e as respectivas significâncias estatísticas, relativas às variáveis analisadas são apresentadas no Anexo 2.

A severidade final da ferrugem na testemunha sem controle químico atingiu 59,5%, demonstrando que a inoculação artificial foi eficiente e proporcionou infecção das plantas de soja com *Phakopsora pachyrhizi* (Figura 2).

A chuva simulada afetou negativamente o controle da ferrugem asiática, principalmente quando não foi utilizado adjuvante juntamente com o fungicida. Nas tabelas de severidade final (Tabela 1) e AACP da ferrugem (Tabela 2) foi observado que a ocorrência de chuva aos 0 e 30 minutos após a aplicação dos tratamentos, provocou a maior influência sobre a eficiência de controle da doença. Os dados demonstram que o efeito negativo da rainfastness está diretamente ligado ao intervalo entre a aplicação e a ocorrência da chuva. HUNSCHE (2006) observou grandes perdas de ingrediente ativo de mancozeb devido a ocorrência da chuva 2 horas após a aplicação do fungicida em mudas de maçã. Quando a chuva ocorreu as 4 e 24 horas, a remoção do fungicida foi menor. O mesmo autor ressalta que o intervalo entre a aplicação do fungicida e a aplicação da chuva, justifica a alta taxa de remoção do fungicida mesmo quando esta é de baixa intensidade.

A adição de adjuvante proporcionou incremento de eficiência de controle da ferrugem da soja, tanto nos tratamentos submetidos à chuva simulada como na testemunha sem chuva (Tabela 1 e 2). Os dados corroboram os de OLIVEIRA et al. (1995) que observaram aumento no controle de *Helminthosporium sativum* na cultura do trigo e em condições de chuva simulada devido à adição de óleo vegetal e óleo mineral ao fungicida mancozeb.

Os tratamentos aplicados com as três pontas de pulverização e com adição de adjuvante a calda fungicida apresentaram incremento no controle da ferrugem quando a chuva ocorreu aos 60 minutos após a aplicação, sendo que neste intervalo de chuva os dados de

severidade final da ferrugem igualaram-se estatisticamente à testemunha sem chuva (Tabela 1). Porém, quando não foi adicionado adjuvante e a chuva ocorreu aos 120 minutos após a aplicação, os tratamentos aplicados com as pontas Turbo Teejet e jato plano de uso ampliado (XR Teejet) reduziram os valores de severidade final, atingindo níveis próximos da testemunha sem chuva. Isso reforça a necessidade de utilização de óleo mineral para que se obtenha o máximo desempenho de fungicidas em condições de chuva.

Nos tratamentos com adjuvante e chuva nos intervalos de 0 e 30 minutos após a aplicação dos fungicidas, foi observada redução média de 50% na severidade final de ferrugem, com relação aos tratamentos sem adjuvante. Esse resultado pode estar relacionado ao fato dos adjuvantes aumentarem a retenção de ingrediente ativo na superfície da folha e tornar os depósitos de ativo menos suscetíveis a remoção pela chuva e por outros fatores ambientais (MARTZ, 2004; HAZEN, 2000). GENT et al. (2003) e NALEWAJA & MATYSIAK (2000) observaram que alguns adjuvantes podem aumentar a taxa de penetração de compostos sistêmicos.

Os tratamentos aplicados com a ponta de pulverização de jato plano duplo (TJ Teejet) apresentaram as maiores diferenças de controle da ferrugem asiática tanto com como sem adjuvante, esses tratamentos foram mais afetados pela ocorrência de chuva logo após a aplicação. Esse resultado pode ser explicado pela pressão de trabalho utilizada no experimento, que provocou a formação de gotas muito finas para esta ponta e o que tornou as gotas mais suscetíveis à rainfastness. MADALOSSO (2006) testando o desempenho de pontas de pulverização, em diferentes espaçamentos entre linhas da soja verificou que pontas de espectro muito fino não apresentam bons resultados em espaçamentos maiores, devido a maior suscetibilidade das mesmas quando expostas à intempéries, o que afeta a eficiência biológica do fungicida. Segundo BONINI (2003) a eficiência da ponta de jato plano duplo (TJ Teejet) está diretamente relacionada a condições climáticas excepcionais.

Na testemunha sem chuva, a melhor resposta ao controle foi observada quando os tratamentos foram aplicados pela ponta de jato plano de uso ampliado (XR Teejet) que produziu espectro de gotas finas, resultado este que pode ser explicado pela cobertura do alvo. O espectro de gotas produzido pela ponta Turbo Teejet com a utilização de adjuvante sofreu menor efeito da chuva nos intervalos de 0 e 30 minutos após aplicação dos fungicidas. Entretanto, quando o fungicida não foi misturado a algum adjuvante, foi observado uma perda de eficiência significativa no controle da doença, mantendo-se próxima à testemunha sem controle.

O espectro de gotas produzido pela ponta de jato plano de uso ampliado (XR Teejet) propiciou o melhor desempenho no controle da ferrugem da soja sem adição de adjuvante. O efeito negativo da chuva foi menos pronunciado nos tratamentos aplicados com essa ponta em relação aos aplicados com as pontas de pulverização Turbo Teejet e jato plano duplo (TJ Teejet). Quando foi adicionado adjuvante à calda a ponta de jato plano de uso ampliado (XR Teejet) produziu um espectro de gota cuja eficácia de controle dos fungicidas aplicados foi inferior ao da ponta Turbo Teejet, quando considerado o período de 0 e 30 minutos após a aplicação. Quando a chuva ocorreu aos 60 minutos após a aplicação, o controle teve valores comparáveis aos melhores resultados obtidos.

Observando o efeito dos fungicidas no residual de controle da ferrugem da soja, verifica-se que os tratamentos aplicados com a ponta de jato plano de uso ampliado (XR Teejet) proporcionaram maior residual na testemunha sem chuva (Tabela 3). Considerando apenas os dados da testemunha sem chuva nota-se uma redução média de 1,3 dias no residual pela não adição de adjuvante à calda fungicida, e no caso dos tratamentos aplicados com a ponta de jato plano de uso ampliado (XR Teejet) especificamente, foram 3 dias de redução no residual quando não foi adicionado óleo mineral ao fungicida (Tabela 3).

Para esse parâmetro não foram observadas diferenças significativas no residual pela utilização de diferentes pontas de pulverização. O residual de controle da ferrugem apresentou diferenças significativas quando a chuva ocorreu em diferentes intervalos de tempo após a aplicação dos tratamentos, sendo verificados aumentos de 2 a 3 dias no residual quando a chuva ocorreu aos 60 e 120 minutos com relação a 0 e 30 minutos após a aplicação. Os tratamentos sem chuva possibilitaram acréscimos de 3 a 6 dias no residual do fungicida em relação aos tratamentos submetidos a chuva (Figura 4).

Tabela 1 – Severidade final (%) da ferrugem asiática da soja observada após a aplicação dos tratamentos, em condições de chuva simulada. Santa Maria, 2008.

Tratamentos			Período entre a aplicação e chuva simulada (minutos)												Test. ⁴				
Fungicida	Ponta	*	0	*	*	30	*	*	60	*	*	120	*	*		Sem chuva	*	CV	
1 ¹	TJ	c	27,2	C	b	10	B	a	2,5	A	a	2,5	AB	a	2,5	A			
1	TT	b	14,6	A	a	6	A	a	4,3	C	a	3,5	C	a	3,5	C			
1	XR	b	20,7	B	b	17,7	C	a	2,8	AB	a	2,2	A	a	1,7	A			
CV (%)			8,8			15,6			17,5			19			14,7			11,06	59,5
2 ²	TJ	b	35,5	B	c	25,7	C	b	18,7	B	b	19,3	A	a	3,8	A			
2	TT	bc	50,5	A	b	10,9	A	ab	7,7	A	a	7,1	B	a	6	AB			
2	XR	d	35,2	A	c	20,7	B	b	16,8	B	a	4,7	A	a	4,3	A			
CV (%) ³			6,5			11,6			8,6			9,1			7,9				

¹Azoxistrobina + Ciproconazol (60 g i a L⁻¹ + 24 g i a L⁻¹) + Óleo mineral 0,5% v/v; ²Azoxistrobina + Ciproconazol (60 g i a L⁻¹ + 24 g i a L⁻¹); ³Coefficiente de variação; ⁴Testemunha sem controle químico; *Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≥0.05).

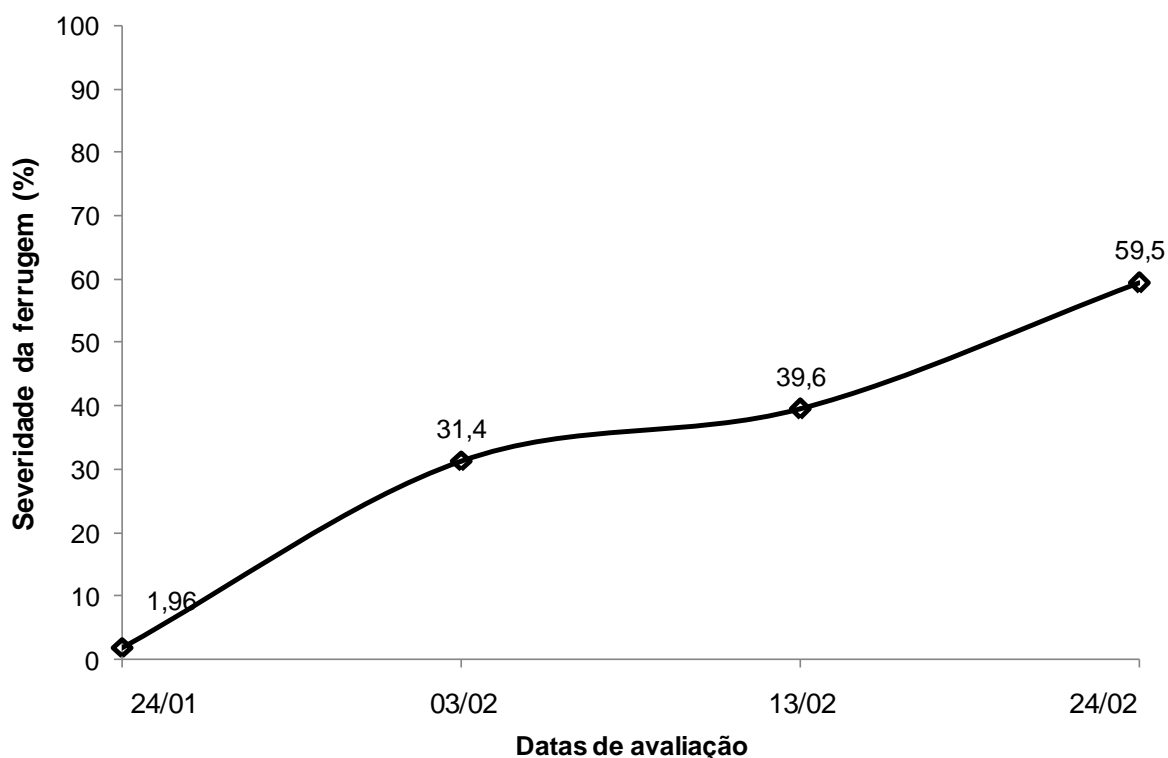


Figura 2 – Evolução da severidade da ferrugem asiática da soja no tratamento sem aplicação de fungicida (testemunha). Santa Maria, 2008.

Tabela 2 – Área abaixo da curva de progresso da ferrugem asiática da soja calculada com base na severidade da doença após a aplicação dos tratamentos, em condições de chuva simulada. Santa Maria, 2008.

Tratamentos		Período entre a aplicação e chuva simulada (minutos)														Test. ⁴	
Fungicida	Ponta	*	0	*	*	30	*	*	60	*	*	120	*	*	Sem chuva		*
1 ¹	TJ	bc	515,9	A	bc	305,5	B	b	207,8	C	a	76,6	AB	bc	226	B	
1	TT	b	357,5	A	ab	153,2	A	a	93,4	AB	ab	148,2	C	ab	153,5	B	
1	XR	b	466,7	AB	b	330,3	B	a	61,9	A	a	61,8	A	a	37,2	A	
CV (%)				24,6			24,6			36,6			23,7			23,9	30 1134,6
2 ²	TJ	c	813,6	AB	c	696,9	B	b	291,5	A	b	304,2	B	a	93,3	A	
2	TT	c	761	AB	a	270	B	ab	369,5	AB	a	314,5	B	a	313,1	B	
2	XR	c	618,1	A	bc	527	A	ab	317,4	AB	a	110,7	A	a	139,3	A	
CV (%) ³				17,4			23,0			21,3			19,8			22	

¹Azoxistrobina + Ciproconazol (60 g i a L⁻¹ + 24 g i a L⁻¹) + Óleo mineral 0,5% v/v; ²Azoxistrobina + Ciproconazol (60 g i a L⁻¹ + 24 g i a L⁻¹); ³Coefficiente de variação; ⁴Testemunha sem controle químico; *Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≥0.05).

Tabela 3 – Efeito residual no controle (dias) da ferrugem asiática da soja, em condições de chuva simulada. Santa Maria, 2008.

Tratamentos		Período entre a aplicação e chuva simulada (minutos)														CV	
Fungicida	Ponta	*	0	*	*	30	*	*	60	*	*	120	*	*	Sem chuva		*
1 ¹	TJ	a	24	A	ab	25	AB	ab	25	A	bc	26	AB	c	27	B	
1	TT	a	24	AB	ab	25	AB	ab	25	AB	ab	25	A	ab	25	A	
1	XR	a	24	AB	ab	25	AB	bc	26	B	c	27	B	d	30	C	
CV (%)				4,7			2,3			3,3			4,1			2,6	3,5
2 ²	TJ	a	23	AB	a	23	AB	b	25	A	b	25	A	b	26	AB	
2	TT	a	23	A	b	24	B	b	25	AB	b	25	A	b	25	A	
2	XR	a	24	B	b	25	B	b	26	C	b	26	B	b	27	B	
CV (%) ³				3,1			2,8			2,8			3,2			4,3	

¹Azoxistrobina + Ciproconazol (60 g i a L⁻¹ + 24 g i a L⁻¹) + Óleo mineral 0,5% v/v; ²Azoxistrobina + Ciproconazol (60 g i a L⁻¹ + 24 g i a L⁻¹); ³Coefficiente de variação; ⁴Testemunha sem controle químico; *Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≥0.05).

A análise da variância de severidade final e área abaixo da curva de progresso de oídio está apresentada no Anexo 2. A severidade final de oídio, observada na testemunha, foi de 33,6% (Figura 3). A aplicação dos tratamentos reduziu a severidade de oídio com relação ao tratamento testemunha sem controle. Na análise da variância dos dados de severidade final e área abaixo da curva de progresso de oídio houve interação significativa dos três fatores testados.

A ocorrência de chuva afetou o controle de oídio e aumentou a área abaixo da curva de progresso da doença principalmente quando a chuva ocorreu logo após a aplicação dos tratamentos (Tabela 5). A utilização de adjuvante possibilitou maior eficiência de controle de oídio e também foi observado que o uso de adjuvante a eficiência de controle foi recuperada quando a chuva ocorreu aos 30 minutos após a aplicação.

Os tratamentos aplicados com a ponta de pulverização de jato plano de uso ampliado (XR Teejet) apresentaram superioridade aos aplicados pelas pontas TT e TJ na condição de chuva logo após a aplicação com uso de adjuvantes, entretanto sem adição de óleo mineral foi verificado aumento de controle de oídio com chuva 120 minutos após a aplicação. O tratamento sem adjuvante aplicado com a ponta de jato plano duplo (TJ Teejet) apresentou a maior severidade final de oídio com chuva aos 0 e 30 minutos após a aplicação. Os tratamentos aplicados pelas pontas de jato plano de uso ampliado (XR Teejet) e Turbo Teejet proporcionaram melhoria de controle quando a chuva ocorreu aos 60 e 120 minutos após a aplicação, respectivamente (Tabela 4).

O controle de oídio na testemunha sem chuva, observado nos tratamentos aplicados pela ponta de jato plano de uso ampliado (XR Teejet), apresentou os menores valores de AACCP da doença, sendo superior em relação aos aplicados pelas demais pontas de pulverização (Tabela 5).

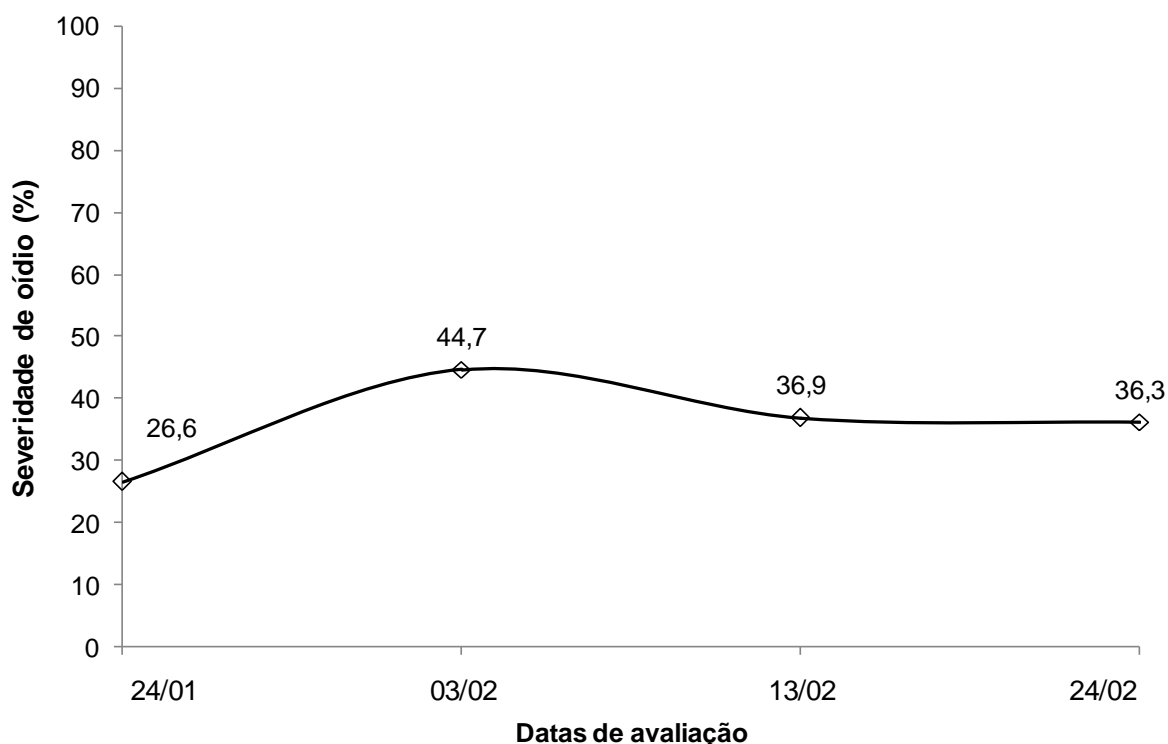


Figura 3 – Evolução da severidade de oídio na cultura da soja no tratamento sem aplicação de fungicida (testemunha). Santa Maria, 2008.

Tabela 4 – Severidade final de oídio na cultura da soja observada após a aplicação dos tratamentos, em condições de chuva simulada. Santa Maria, 2008.

Fungicida	Ponta	*	Período entre a aplicação e chuva simulada (minutos)												CV	Test. ⁴			
			0	*	*	30	*	*	60	*	*	120	*	*			Sem chuva	*	
1 ¹	TJ	b	11	B	a	4,3	A	a	4,4	A	a	4	A	a	4,5	B			
1	TT	b	13,2	C	a	4,5	AB	a	6,7	AB	a	6,5	B	a	5,4	B			
1	XR	b	7,1	A	b	7,6	C	a	2,9	C	a	7,1	B	a	3,1	A			
CV (%)					12,9				15,6						19,2		14,9	12,8	36,3
2 ²	TJ	b	13,2	A	a	10,1	A	a	10	B	a	9,2	B	a	7,1	B			
2	TT	c	17,3	B	b	10,6	AB	a	7,5	A	a	6,5	A	a	7,1	B			
2	XR	c	17	B	b	10,9	AB	a	9,3	B	a	7,1	A	a	5,6	A			
CV (%) ³					6,9				7,7						9,2		6,5		

¹Azoxistrobina + Ciproconazol (60 g i a L⁻¹ + 24 g i a L⁻¹) + Óleo mineral 0,5% v/v; ²Azoxistrobina + Ciproconazol (60 g i a L⁻¹ + 24 g i a L⁻¹); ³Coefficiente de variação; ⁴Testemunha sem controle químico; *Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≥0.05).

Tabela 5 – Área abaixo da curva de progresso de oídio na cultura da soja calculada com base na severidade da doença após a aplicação dos tratamentos, em condições de chuva simulada. Santa Maria, 2008.

Tratamentos		Período entre a aplicação e chuva simulada (minutos)												Test. ⁴			
Fungicida	Ponta	*	0	*	*	30	*	*	60	*	*	120	*		*	Sem chuva	*
1 ¹	TJ	d	562,7	AB	c	427,5	C	c	465,2	C	a	130,7	A	b	247,4	B	
1	TT	d	554,9	A	b	221,1	A	a	162,1	AB	c	298,6	C	c	289,6	C	
1	XR	d	673,7	C	c	298	B	b	156,9	A	b	148	B	a	75	A	
CV (%)			7,8			9,1			9,2			5,1			12,4	6,6	1309
2 ²	TJ	d	732,5	C	a	375,7	AB	b	483,2	C	c	587,8	C	a	301,4	AB	
2	TT	c	606,7	B	a	340,1	A	a	350,7	B	b	460,8	B	b	448,6	C	
2	XR	d	406,4	A	c	577	C	a	319,4	A	a	303,6	A	a	253,8	A	
CV (%) ³			4,9			5,4			3,7			6,3			5,9		

¹Azoxistrobina + Ciproconazol (60 g i a L⁻¹ + 24 g i a L⁻¹) + Óleo mineral 0,5% v/v; ²Azoxistrobina + Ciproconazol (60 g i a L⁻¹ + 24 g i a L⁻¹); ³Coefficiente de variação; ⁴ Testemunha sem controle químico; *Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≥0.05).

4.2 Experimento 2

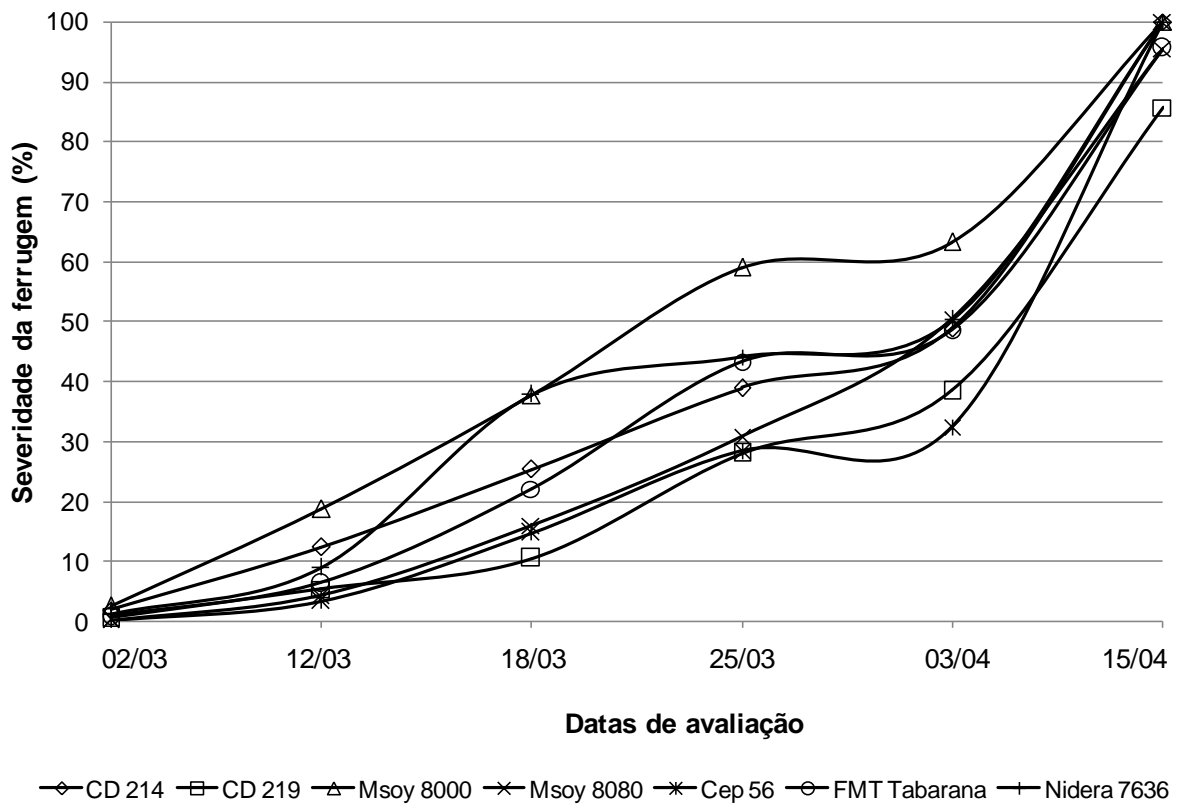


Figura 8 – Evolução da severidade de ferrugem asiática no tratamento sem aplicação de fungicida em sete cultivares de soja (testemunha). Santa Maria, 2008.

Tabela 6 – Residual de controle (dias) da ferrugem asiática da soja pela aplicação dos tratamentos, em condições de chuva simulada. Santa Maria, 2008.

Tratamento		Período entre a aplicação e chuva simulada (minutos)																		
Fung.	Cult. ⁶	*	0	*	*	30	*	*	60	*	*	120	*	*	240	*	*	s/chuva	*	CV
1 ¹	1	a	10,7	A	c	15,7	BC	e	17	AB	d	16,7	AB	b	15	A	f	20,3	AB	
	2	a	17,7	B	c	19,3	C	d	19,7	B	d	19,7	B	b	19	BC	e	27	C	
	3	a	7,3	A	b	15	B	c	15,3	A	e	19,7	B	d	19	BC	f	20,3	AB	
	4	a	9	A	b	17	BC	c	17,3	AB	d	19	AB	e	19,3	C	f	24,7	BC	
	5	a	16	B	a	16	BC	d	19	B	b	18	AB	c	18,7	BC	e	26,7	C	
	6	c	17,3	B	a	14	B	d	18,7	AB	b	16	AB	c	17	AB	d	20,3	A	
	7	a	8,3	A	b	9	C	e	18	AB	c	15,7	A	d	17,7	BC	f	22,7	ABC	
CV (%)				11,6			9,49			6,54			7,3			4,09			6,4	
2 ²	1	a	14,7	CD	b	15,7	CD	d	18,3	CD	b	15,7	ABC	c	16,3	AB	e	20,3	AB	
	2	c	19,3	E	d	19,7	E	a	18,7	CD	c	19,3	C	b	19	C	e	27	C	
	3	a	12	BC	b	13,3	BC	d	16,3	BC	e	14	AB	d	16,3	AB	e	19,7	A	
	4	a	13,3	BC	b	16,7	DE	e	19,3	D	d	18,3	BC	c	18	BC	f	25,7	C	
	5	a	13	BC	b	18	DE	c	18,7	CD	b	18	BC	c	18,7	C	d	25,7	BC	
	6	a	7,3	A	c	12,3	B	d	14,7	AB	b	11,7	A	e	16	A	f	21	A	
	7	b	10	AB	a	9	A	c	13,7	A	e	16	ABC	d	15	A	f	21	A	
CV (%)				11,9			7,54			5,03			9,81			4,31			4,75	
3 ³	1	a	16,7	B	b	19,3	B	c	19,7	B	c	19,7	C	c	19,7	C	d	24	B	
	2	a	10,7	A	b	18,7	AB	c	19,7	B	c	19,7	C	d	20	C	e	26,3	B	
	3	a	17,7	B	b	18	AB	d	19,3	AB	c	18,7	ABC	d	19,3	BC	e	23,3	B	
	4	b	18	B	d	18,7	AB	a	17	A	c	18,3	ABC	e	19,3	BC	f	25	AB	
	5	a	17	B	c	18,3	AB	d	18,7	AB	b	17,3	AB	c	18,3	B	e	24,3	AB	
	6	a	13,7	AB	b	16,3	A	d	17,7	AB	c	17	A	c	17	A	e	21,3	A	
	7	a	10	A	b	16,3	A	c	18,7	AB	d	19,3	BC	d	19,3	BC	e	23,7	AB	
CV (%)				13,1			5,74			4,5			4,32			2,1			5,03	
4 ⁴	1	a	18	C	b	19	AB	d	19,7	B	c	19,3	A	d	19,7	C	e	23,3	A	
	2	c	18,7	C	b	19,7	B	b	19,7	B	b	19,7	A	b	19,7	C	c	26,7	A	
	3	a	14,3	AB	b	17,3	A	e	19,7	B	c	17,7	A	d	18	A	f	22,3	A	
	4	a	15,3	ABC	c	18,7	AB	c	18,3	AB	b	18	A	c	18,7	ABC	d	25	A	
	5	a	18	C	b	19,3	AB	a	18	AB	c	19,7	A	b	19,3	BC	d	26	A	
	6	b	17,7	BC	c	18,3	AB	a	17,3	A	d	19	A	c	18,7	ABC	e	23,7	A	
	7	a	13	A	b	18	AB	d	18,7	AB	e	19,3	A	c	18,3	AB	f	23	A	
CV (%) ⁵				7,59			4,09			3,74			4,7			2,26			4,28	

¹Azoxistrobina + Ciproconazol (60 g i a L⁻¹ + 24 g i a L⁻¹) + Óleo mineral 0,5% v/v; ²Piraclostrobina + Epoxiconazol (66,5 g i a L⁻¹ + 25 g i a L⁻¹); ³Picoxistrobina + Ciproconazol (50 g i a L⁻¹ + 25 g i a L⁻¹) + Óleo mineral 0,5% v/v; Tebuconazol 250 CE (100 g i a L⁻¹); *Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≥0.05); ⁵Coefficiente de variação; ⁶Cultivares de soja: 1- Coodetec 214, 2- Coodetec 214, 3- Monsoy 8000, 4- Monsoy 8080, 5- Fundacep 56, 6- FMT Tabarana, 7- Nidera 7636.

Tabela 7 – Severidade final (%) da ferrugem asiática da soja observada após a aplicação dos tratamentos, em condições de chuva simulada. Santa Maria, 2008.

Tratamentos		Período entre a aplicação e chuva simulada (minutos)														Testemunha					
Fung.	Cult. ⁶	*	0	*	30	*	60	*	120	*	240	*	sem chuva	*	CV	Test.	*				
1 ¹	1	f	65	A	e	34,3	AB	b	17,7	A	d	20	A	c	18,3	A	a	16,7	A	100	C
	2	e	78	B	c	55,3	E	a	47,3	CD	c	55,7	E	b	54	E	d	57,7	E	84,3	A
	3	f	99	C	e	40	BC	d	31	B	a	20,7	AB	b	21,3	ABC	c	22,3	AB	100	C
	4	e	96,7	C	b	45	CD	d	51,7	D	c	47,3	D	a	42,3	D	c	47	D	95	B
	5	f	97,7	C	e	49,7	DE	d	42,3	C	b	30,7	D	a	27,7	C	c	32,3	C	100	C
	6	f	81	B	d	53,3	DE	e	54,3	D	c	28	C	a	19,7	AB	b	23	AB	95	B
	7	f	98,3	C	e	31	A	a	24,7	AB	d	27,7	BC	c	26,7	BC	b	25,7	BC	100	C
CV (%)			2,73		6,7		6,91		7,48		8,89		7,93							1,65	
2 ²	1	e	77	CD	c	28	A	b	27,3	A	d	30,7	A	b	27,3	A	a	23,7	A	100	C
	2	f	68,3	C	e	58,3	D	d	51,7	DE	a	45,7	B	c	48,3	C	b	47	C	84,3	A
	3	e	80,7	DE	c	37,3	B	d	44	CD	b	35,3	A	a	32,7	AB	b	34,7	CD	100	C
	4	f	85	DE	c	46,7	C	e	50,7	DE	d	49,7	B	b	40,7	BC	a	34,3	BC	95	B
	5	f	52,3	B	e	42,3	BC	d	37,7	BC	c	32,3	A	b	28	A	a	25	ABC	100	C
	6	e	90,3	E	d	87,3	E	c	53,7	E	c	53,7	B	b	47,7	C	a	33,7	ABC	95	B
	7	e	41	A	c	34	AB	b	29,7	AB	c	34,7	A	d	38	D	a	24	AB	100	C
CV (%)			4,81		6,33		7,58		7,43		7,65		11,7						6,58		1,65
3 ³	1	f	94,7	E	e	50	B	d	27,7	A	c	23	A	b	23,7	A	a	22,3	A	100	C
	2	f	72	C	a	44,7	AB	c	58,7	C	d	59,7	DE	e	61	BC	b	56,3	DE	84,3	A
	3	f	67,7	BC	e	57,7	E	d	50	B	c	48	C	a	34,3	A	b	35,7	BC	100	C
	4	d	81,3	D	c	80,3	E	b	71	DE	a	70	F	e	82	D	d	81	F	95	B
	5	f	55,7	A	e	41	A	a	31	A	c	35,7	B	b	35	A	d	37,3	C	100	C
	6	e	67	BC	d	68	D	d	68,3	D	a	52,7	CD	c	59,7	B	b	54,3	D	95	B
	7	c	59,7	AB	d	60,7	C	c	77,3	E	b	26,7	A	b	26,7	A	a	25,3	AB	100	C
CV (%)			4,16		4,18		5,17		6,71		8,75		8,35								1,65
4 ⁴	1	f	98,7	E	e	25,7	A	d	24,7	A	c	20,7	A	b	18,7	A	a	17,7	A	100	C
	2	d	31	A	e	49	C	b	29,7	AB	f	54	CD	a	28,3	BC	c	30	BC	84,3	A
	3	f	67,3	C	d	32,7	AB	c	31	AB	b	30,7	B	e	34,3	CD	a	23,7	AB	100	C
	4	f	78,3	D	e	74,3	E	c	62	C	b	50	C	d	64,7	F	a	47,7	E	95	B
	5	e	30	A	f	37,3	B	c	24	A	d	26,3	AB	b	22	AB	a	17,7	A	100	C
	6	d	54,3	B	e	62,3	D	c	53	C	f	70	E	b	40	DE	a	35	CD	95	B
	7	e	100	E	c	35	B	d	35,7	B	b	23,7	AB	c	35	CD	a	21	A	100	C
CV (%) ⁵			4,26		6,52		9,3		8,6		9,12		10,5								1,65

¹Azoxistrobina + Ciproconazol (60 g i a L⁻¹ + 24 g i a L⁻¹) + Óleo mineral 0,5% v/v; ²Piraclostrobina + Epoxiconazol (66,5 g i a L⁻¹ + 25 g i a L⁻¹); ³Picoxistrobina + Ciproconazol (50 g i a L⁻¹ + 25 g i a L⁻¹) + Óleo mineral 0,5% v/v; Tebuconazol 250 CE (100 g i a L⁻¹); *Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≥0.05); ⁵Coefficiente de variação; ⁶Cultivares de soja: 1- Coodetec 214, 2- Coodetec 214, 3- Monsoy 8000, 4- Monsoy 8080, 5- Fundacep 56, 6- FMT Tabarana, 7- Nidera 7636.

Tabela 8 – Área abaixo da curva de progresso da ferrugem asiática da soja calculada, com base na severidade da doença após a aplicação dos tratamentos, em condições de chuva simulada. Santa Maria, 2008.

Tratamento		Período entre a aplicação e chuva simulada (minutos)														Testemunha						
Fung.	Cult. ⁶	*	0	*	* 30	*	* 60	*	* 120	*	* 240	*	* s/chuva	*	CV	Test.	*					
1 ¹	1	f	630	A	e	333	A	a	244	A	d	277	B	c	267	A	b	261	A	1627	BC	
	2	f	611	A	e	452	CD	a	387	B	c	432	C	b	427	B	d	440	B	1226	A	
	3	f	917	D	e	365	AB	d	282	A	a	206	A	b	222	A	c	230	A	2037	E	
	4	f	795	C	d	433	BCD	e	460	C	c	412	C	a	375	B	b	403	B	1466	B	
	5	f	740	BC	e	429	BCD	d	353	B	c	276	B	a	232	A	b	256	A	1273	A	
	6	f	676	A	d	463	D	e	495	C	c	311	B	a	251	A	b	278	A	1592	BC	
	7	e	891	D	d	376	ABC	a	244	A	c	286	D	b	261	A	b	258	A	1753	CD	
CV (%)		3,28			6,66			5,65			7,68			7,29			6,26		3,9			
2 ²	1	f	718	B	c	311	A	d	315	A	e	325	AB	b	304	AB	a	274	AB	1627	BC	
	2	f	535	A	e	458	B	d	421	BC	b	373	B	c	393	CDE	a	356	CD	1226	A	
	3	f	790	BC	d	386	AB	e	420	B	c	351	AB	a	325	BC	b	342	BCD	2037	E	
	4	f	787	BC	e	473	BC	d	412	B	c	396	BC	b	331	BCD	a	303	BC	1466	B	
	5	f	524	A	e	389	AB	d	314	A	c	274	A	b	246	A	a	225	A	1273	A	
	6	f	855	C	e	749	D	c	512	D	d	535	D	b	466	E	a	391	D	1592	BC	
	7	f	470	A	e	415	AB	b	366	AB	c	372	B	d	400	DE	a	319	BCD	1753	CD	
CV (%)		4,09			8,56			6,98			8,16			7,44			8,14		6,25		3,9	
3 ³	1	f	750	C	e	415	A	d	248	A	a	192	A	b	200	A	c	215	A	1627	BC	
	2	e	697	BC	a	406	A	d	454	B	c	445	CD	d	454	C	b	428	CD	1226	A	
	3	e	659	BC	d	572	B	c	413	B	c	411	BC	a	292	B	b	329	BC	2037	E	
	4	f	740	C	e	709	D	a	567	C	b	577	E	d	625	E	c	610	E	1466	B	
	5	f	558	A	e	454	A	a	266	A	d	347	B	b	284	B	c	309	AB	1273	A	
	6	f	637	AB	e	594	BC	d	578	C	a	440	C	c	553	D	b	505	DE	1592	BC	
	7	f	633	AB	d	565	B	e	571	C	b	235	A	c	241	AB	a	222	AB	1753	CD	
CV (%)		4,86			4,55			5,2			7,09			5,06			10,5		3,9			
4 ⁴	1	f	728	D	e	265	A	d	217	A	c	188	A	b	183	A	a	171	A	1627	BC	
	2	c	307	A	d	396	B	b	257	AB	e	428	C	a	247	AB	b	258	CD	1226	A	
	3	f	605	C	e	355	AB	c	299	BC	b	284	B	d	304	BC	a	222	BC	2037	E	
	4	f	751	DE	e	661	D	d	546	E	b	454	CD	c	511	E	a	414	G	1466	B	
	5	e	346	A	d	338	AB	c	247	AB	c	245	AB	b	227	A	a	205	AB	1273	A	
	6	e	516	B	d	514	C	c	464	D	f	528	E	b	345	C	a	305	EF	1592	BC	
	7	f	933	F	c	324	AB	d	339	C	a	264	B	e	351	CD	b	268	DE	1753	CD	
CV (%) ⁵		4,01			7,86			7,27			6,4			7,9			5,85		3,9			

¹Azoxistrobina + Ciproconazol (60 g i a L⁻¹ + 24 g i a L⁻¹) + Óleo mineral 0,5% v/v; ²Piraclostrobina + Epoxiconazol (66,5 g i a L⁻¹ + 25 g i a L⁻¹); ³Picoxistrobina + Ciproconazol (50 g i a L⁻¹ + 25 g i a L⁻¹) + Óleo mineral 0,5% v/v; Tebuconazol 250 CE (100 g i a L⁻¹); *Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≥0.05); ⁵Coefficiente de variação; ⁶Cultivares de soja: 1- Coodetec 214, 2- Coodetec 214, 3- Monsoy 8000, 4- Monsoy 8080, 5- Fundacep 56, 6- FMT Tabarana, 7- Nidera 7636.

Para os fatores analisados cultivares, fungicidas e intervalos de chuva após aplicação, a análise da variância revelou valores do teste F significativos para severidade da ferrugem da soja, AACPF da doença, residual de controle da ferrugem, peso de grãos por planta e peso de mil grãos. Os quadros da análise da variância com as respectivas significâncias, relativas às variáveis analisadas são apresentados nos Anexo 3.

A evolução da severidade da ferrugem asiática nas testemunhas sem controle foi diferenciada entre as cultivares (Figura 9). Com base na análise da variância das variáveis residual de controle, severidade final da ferrugem e AACPF da doença foram observadas que as cultivares e fungicidas apresentaram diferentes respostas aos fungicidas em condições de chuva simulada.

O residual de controle proporcionado pelo fungicida Azoxistrobina + Ciproconazol foi reduzido significativamente pela ocorrência da chuva, na Tabela 6 verifica-se que o maior efeito da chuva sobre esta variável ocorreu com a chuva logo após a aplicação com influência mais pronunciada nas cultivares CD 214, Msoy 8000, Msoy 8080 e Nidera 7636. Quando a chuva ocorreu aos 30 minutos após aplicação houve uma melhoria no residual do fungicida, exceto na cultivar Nidera 7636.

O efeito da chuva causando rainfastness sobre o residual do fungicida foi observado no maior intervalo de tempo para a chuva (240 minutos), sendo que nenhuma cultivar teve valores significativamente comparáveis à testemunha sem chuva (Tabela 6). Essa situação não se repete para severidade final da doença e para AACPF, onde foi verificado que aos 240 minutos de intervalo para ocorrência de chuva todas as cultivares se igualaram estatisticamente ao tratamento sem chuva, demonstrando que a eficiência de controle de azoxistrobina + ciproconazol foi recuperada à medida que o intervalo de tempo entre a aplicação e a chuva foi aumentado. Dados obtidos por TÖFOLI et al. (2002) demonstraram que com chuva 120 minutos após a aplicação, o fungicida azoxistrobina apresentou maior eficiência de controle da ferrugem do cafeeiro, quando comparado com ocorrência de chuva aos 60 minutos após a aplicação.

As cultivares Msoy 8000 e Nidera 7636 foram mais propensas a lavagem do produto logo após a aplicação apresentando AACPF superior às demais cultivares, já as cultivares CD 214, CD 219 e FMT Tabarana foram as que sofreram menor impacto do rainfastness com diferenças significativas das outras cultivares tanto na severidade final da ferrugem como na AACPF (Tabelas 7 e 8).

Na testemunha sem chuva o fungicida azoxistrobina + ciproconazol proporcionou maior controle da ferrugem, nas cultivares CD 214, Msoy 8000, FMT Tabarana, Cep 56 e Nidera 7636. O efeito negativo do rainfastness no controle da ferrugem asiática e no residual do fungicida pode estar relacionado à redução na absorção logo após a aplicação pela lavagem do produto.

O controle da ferrugem asiática nas diferentes cultivares proporcionado pela aplicação do fungicida piraclostrobina + epoxiconazol foi afetado negativamente pelo rainfastness. O controle da ferrugem foi eficiente na cultivar Cep 56 quando comparado às demais cultivares em todos os intervalos de chuva. Com ocorrência de chuva logo após a aplicação foi observada superioridade no controle da doença nas cultivares Cep 56, Nidera 7636 e CD 219 às quais apresentaram os menores valores de severidade final e AACPF (Tabelas 7 e 8).

No tratamento testemunha sem chuva, se destacaram as cultivares CD 214 e Cep 56, que apresentaram maior resposta a aplicação do fungicida piraclostrobina + epoxiconazol. Houve uma melhora significativa no controle da doença na cultivar CD 214 quando a chuva ocorreu aos 30 minutos após a aplicação, essa tendência pode ser verificada em todas as cultivares, apesar de não ocorrer na mesma magnitude. Esse dado evidencia que a maior suscetibilidade a rainfastness ocorre logo após a aplicação do fungicida, principalmente por não haver um intervalo mínimo de contato da gota com a superfície foliar de forma a proporcionar absorção de ingrediente ativo suficiente para controlar a doença.

O residual do fungicida picoxistrobina + ciproconazol foi reduzido pela rainfastness, se diferenciando estatisticamente da testemunha sem chuva (Tabela 6). O controle da ferrugem na AACPF foi reduzido significativamente nas cultivares Msoy 8080 e CD 214 com chuva logo após a aplicação, sendo que na Msoy 8080 foi observado que a eficiência de controle do fungicida foi inferior às demais cultivares em todos os intervalos de chuva, inclusive na testemunha sem chuva.

Com chuva logo após a aplicação destacaram-se as cultivares Cep 56 e Nidera 7636 onde o controle da ferrugem foi estatisticamente superior, tanto para AACPF como para severidade final da doença. Sem chuva o controle proporcionado pelo fungicida foi mais eficiente nas cultivares CD 214 e Nidera 7636.

Na aplicação de tebuconazol o impacto do rainfastness no residual de controle foi menor que observado nos demais fungicidas (Tabela 6), com os máximos valores de redução no residual de 10 dias com relação ao tratamento sem chuva.

Quando tebuconazol foi aplicado nas cultivares Cep 56 e CD 219 e ocorreu chuva logo após a aplicação foram observadas reduções significativas na AACPF e severidade final da

ferrugem, sendo essas reduções maiores que as observadas nas mesmas cultivares para os demais fungicidas. Já nas cultivares CD 214, Msoy 8080 e Nidera 7636 este fungicida foi muito afetado pela rainfastness logo após a aplicação. Na cultivar Msoy 8080 foi verificado o maior valor de AACPF e severidade final da ferrugem no tratamento sem chuva.

Tabela 9 – Peso de grãos por planta (g) das cultivares de soja submetida à aplicação dos tratamentos fungicidas, em condições de chuva simulada. Santa Maria, 2008.

Tratamento		Período entre a aplicação e chuva simulada (minutos)														Testemunha					
Fung.	Cult. ⁶	*	0	*	30	*	60	*	120	*	240	*	s/chuva	*	CV	Test.	*				
1 ¹	1	a	4,8	C	f	7,3	D	c	5,2	BC	b	5	A	d	6,5	CD	e	6,8	B	4,2	ABC
	2	a	4,9	C	a	4,7	BC	d	7,2	D	b	6,4	A	e	7,5	D	c	6,9	B	5,1	CD
	3	a	3,9	BC	e	5,7	BCD	f	6,1	CD	d	4,6	A	b	4,2	AB	c	4,4	A	3,3	AB
	4	b	4,6	C	f	6,9	CD	a	4,4	BC	d	5,6	A	c	5,3	BC	e	5,9	AB	4,3	BCD
	5	a	2,8	AB	b	4	B	b	4,1	B	c	4,4	A	d	5,6	BCD	d	5,5	AB	5,3	D
	6	b	4,3	BC	d	5,6	BCD	a	3,8	B	c	5,3	A	e	6,4	BC	f	6,6	B	5,1	CD
	7	b	1,5	A	b	1,4	A	a	1,2	A	d	4,5	A	c	3,2	A	e	4,9	AB	3,1	A
CV (%)		14		16,9		14,7		15,6		13,1		13,4		8,81							
2 ²	1	b	4,4	BC	c	4,8	A	e	5,5	BC	a	3,7	AB	f	5,9	C	d	5,2	AB	4,2	ABC
	2	c	5,2	C	b	4,3	A	a	3,5	A	d	5,4	BC	a	3,6	AB	e	5,6	AB	5,1	CD
	3	c	4,6	BC	b	3,7	A	d	5,7	C	d	5,7	C	a	2,4	A	e	8,2	C	3,3	AB
	4	a	3,2	AB	b	4,1	A	c	4,3	ABC	c	4,4	ABC	b	4	ABC	d	4,5	A	4,3	BCD
	5	a	3,9	BC	d	4,9	A	c	4,8	ABC	e	5,2	BC	b	4,5	BC	f	7,2	BC	5,3	D
	6	c	5	C	d	5,4	A	b	3,9	AB	a	3,6	AB	e	5,9	C	f	6,8	BC	5,1	CD
	7	a	1,8	A	c	3,3	A	d	3,7	A	b	2,7	A	b	2,8	AB	e	4	A	3,1	A
CV (%)		13,1		21		14		15,2		16,6		12,7		8,81							
3 ³	1	b	2,6	A	a	2,2	A	a	2,3	A	b	2,6	A	c	5,3	AB	c	5,3	AB	4,2	ABC
	2	a	5	A	d	6,5	C	b	5,7	CD	c	6,1	B	e	7,2	B	f	9	C	5,1	CD
	3	c	4,1	A	d	4,4	ABC	b	3,8	AB	a	2,7	A	d	4,4	A	d	4,4	A	3,3	AB
	4	a	2,9	A	b	3,8	AB	d	5,7	CD	c	4,5	AB	e	6,9	B	f	7,7	ABC	4,3	BCD
	5	a	3,3	A	b	4,7	BC	d	6,6	D	c	6,3	B	e	7	B	f	7,9	BC	5,3	D
	6	b	4,1	A	a	3,9	AB	b	4,1	BC	b	4,2	AB	c	5,6	AB	d	6,9	ABC	5,1	CD
	7	a	3,2	A	b	4,3	ABC	c	4,6	BC	d	4,9	AB	b	4,3	A	e	5,7	ABC	3,1	A
CV (%)		23,6		18,5		13		22		13,3		18,6		8,81							
4 ⁴	1	a	1,5	A	b	4,1	A	d	5,3	A	c	4,8	AB	e	5,6	BC	e	5,6	AB	4,2	ABC
	2	e	8,9	E	b	6,4	A	f	9,6	C	a	4,6	AB	d	7,3	D	c	6,9	AB	5,1	CD
	3	a	3	AB	b	4,3	A	b	4,3	A	e	6,8	B	c	4,4	AB	d	5,5	AB	3,3	AB
	4	e	4,7	BC	b	3,4	A	a	3,2	A	c	4,2	AB	d	4,5	AB	f	5,2	A	4,3	BCD
	5	a	3,1	AB	b	5,1	A	c	5,9	AB	a	4	AB	b	5,2	AB	d	6,8	AB	5,3	D
	6	e	5,9	CD	c	4,9	A	b	4,6	A	d	5,2	AB	a	3,8	A	f	8,1	B	5,1	CD
	7	a	3,2	AB	c	3,6	A	b	3,4	A	c	3,7	A	b	4,1	A	e	5,4	AB	3,1	A
CV (%) ⁵		18,2		24		20		21,6		10,4		15,6		8,81							

¹Azoxistrobina + Ciproconazol (60 g i a L⁻¹ + 24 g i a L⁻¹) + Óleo mineral 0,5% v/v; ²Piraclostrobina + Epoxiconazol (66,5 g i a L⁻¹ + 25 g i a L⁻¹); ³Picoxistrobina + Ciproconazol (50 g i a L⁻¹ + 25 g i a L⁻¹) + Óleo mineral 0,5% v/v; Tebuconazol 250 CE (100 g i a L⁻¹); *Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≥0.05); ⁵Coefficiente de variação; ⁶Cultivares de soja: 1- Coodetec 214, 2- Coodetec 214, 3- Monsoy 8000, 4- Monsoy 8080, 5- Fundacep 56, 6- FMT Tabarana, 7- Nidera 7636.

Tabela 10 – Peso de mil grãos (g) das cultivares de soja submetida à aplicação dos tratamentos fungicidas em condições de chuva simulada. Santa Maria, 2008.

Tratamento		Período entre a aplicação e chuva simulada (minutos)														Testemunha					
Fung.	Cult. ⁶	*	0	*	* 30	*	* 60	*	* 120	*	* 240	*	* s/chuva	*	CV	Test.	*				
1 ¹	1	a	78,3	C	f	119	D	c	85,8	BC	b	81,8	A	d	106	CD	e	112	B	68,7	ABC
	2	b	79,8	C	a	77	BC	e	118	D	c	105	B	f	123	D	d	113	B	82,8	CD
	3	a	63,5	BC	e	92,7	BCD	f	100	CD	d	75,5	A	b	68	AB	c	71,4	A	53,7	AB
	4	b	75	C	f	113	CD	a	72,4	BC	d	91,6	AB	c	87,4	BC	e	97,2	AB	70,4	BCD
	5	a	46,4	AB	b	65,2	B	c	68	B	d	72,6	A	e	91,4	BCD	e	90,2	AB	86,8	D
	6	b	70,4	BC	d	92,1	BCD	a	62	B	c	86,6	A	e	104	BC	f	109	B	84	CD
	7	c	24,9	A	b	23,2	A	a	19,6	A	e	73,3	A	d	52	A	f	79,9	AB	51,4	A
CV (%)			14		16,9		14,7		15,6		13,1		13,4							8,81	
2 ²	1	b	72,5	BC	c	78,5	A	e	90,8	BC	a	60,7	AB	f	96,1	C	d	85,3	AB	68,7	ABC
	2	c	85,3	C	b	70,5	A	a	58,1	A	d	87,9	BC	a	58,4	AB	e	92,3	AB	82,8	CD
	3	c	75,6	BC	b	61,3	A	d	93	C	d	93,9	C	a	39	A	e	135	C	53,7	AB
	4	a	53,2	AB	c	67,9	A	d	70,2	ABC	d	71,5	ABC	b	65,5	ABC	e	74,1	A	70,4	BCD
	5	a	64,5	BC	c	79,6	A	c	79,5	ABC	d	85,9	BC	b	73	BC	e	117	BC	86,8	D
	6	c	82	C	d	89,2	B	b	63,6	AB	a	58,7	AB	e	97,1	C	f	111	BC	84	CD
	7	a	29,1	A	c	54,5	A	d	61	A	b	44,7	A	b	45,8	AB	e	65	A	51,4	A
CV (%)			13,1		21		14		15,2		16,6		12,7							8,81	
3 ³	1	b	42,8	A	a	36,4	A	a	37,4	A	b	43,3	A	c	86,6	AB	c	87	AB	68,7	ABC
	2	a	81,3	B	d	107	C	b	94	CD	c	100	B	e	118	B	f	148	C	82,8	CD
	3	c	66,5	A	e	72,4	ABC	b	61,7	AB	a	43,9	A	e	72,8	A	d	71,4	A	53,7	AB
	4	a	48,3	A	b	62,6	AB	d	94,2	CD	c	73,3	AB	e	114	B	f	126	ABC	70,4	BCD
	5	a	53,7	A	b	76,8	BC	d	108	D	c	103	B	e	115	B	f	130	BC	86,8	D
	6	b	67	A	a	64,6	AB	b	67,8	BC	b	68	AB	c	92,3	AB	d	113	ABC	84	CD
	7	a	52,5	A	b	70,1	ABC	c	76	BC	d	80,1	AB	b	70,7	A	e	92,6	ABC	51,4	A
CV (%)			23,6		18,5		13		22		13,3		18,6							8,81	
4 ⁴	1	a	23,9	A	b	67,4	A	d	86,4	A	c	78,8	AB	e	92,3	BC	e	92,3	AB	68,7	ABC
	2	e	146	E	b	105	B	f	157	C	a	75,1	AB	d	120	D	c	113	AB	82,8	CD
	3	a	48,4	AB	b	69,8	A	b	69,7	A	e	112	B	c	72,3	AB	d	89,9	AB	53,7	AB
	4	e	77,8	BC	b	55,6	A	a	52,8	A	c	69,4	AB	d	74,4	AB	f	84,8	A	70,4	BCD
	5	a	50,7	AB	c	84,3	AB	d	97	AB	b	65,8	AB	c	84,9	AB	e	112	AB	86,8	D
	6	e	96,7	CD	c	79,6	A	b	76,1	A	d	85,3	AB	a	61,6	A	f	133	B	84	CD
	7	a	52	AB	c	58,5	A	b	55,7	A	d	61,1	A	e	66,6	A	f	89,3	AB	51,4	A
CV (%) ⁵			18,2		24		20		21,6		10,4		15,6							8,81	

¹Azoxistrobina + Ciproconazol (60 g i a L⁻¹ + 24 g i a L⁻¹) + Óleo mineral 0,5% v/v; ²Piraclostrobina + Epoxiconazol (66,5 g i a L⁻¹ + 25 g i a L⁻¹); ³Picoxistrobina + Ciproconazol (50 g i a L⁻¹ + 25 g i a L⁻¹) + Óleo mineral 0,5% v/v; Tebuconazol 250 CE (100 g i a L⁻¹); *Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≥0.05); ⁵Coefficiente de variação; ⁶Cultivares de soja: 1- Coodetec 214, 2- Coodetec 214, 3- Monsoy 8000, 4- Monsoy 8080, 5- Fundacep 56, 6- FMT Tabarana, 7- Nidera 7636.

Acompanhando a tendência dos dados relativos ao controle da ferrugem asiática, o peso de grãos por planta e o peso de mil grãos das cultivares de soja, também foi afetado significativamente pela rainfastness.

Observando as Tabelas 9 e 10 verifica-se que a testemunha sem chuva apresentou incremento significativo do peso de grãos por planta e peso de mil grãos, sendo que as maiores diferenças foram com relação à chuva simulada logo após a aplicação dos fungicidas em todas as cultivares, porém em diferentes magnitudes.

As cultivares CD 214, CD 219, Msoy 8080 e FMT Tabarana se diferenciaram das demais com chuva logo após a aplicação de azoxistrobina + ciproconazol, apresentando os maiores valores dessas variáveis tanto ao quando a chuva ocorreu aos 0 minutos como na testemunha sem chuva.

Foram verificadas variações no peso de grãos por planta e peso de mil grãos, ao longo dos intervalos entre a chuva e a aplicação de piraclostrobina + epoxiconazol em algumas cultivares. Entretanto, as cultivares CD 219 e FMT Tabarana apresentaram menor efeito da chuva logo após a aplicação. Na testemunha sem chuva houve aumento significativo no peso de grãos por planta e peso de mil grãos, diferenciando-se as cultivares Msoy 8000, Cep 56 e FMT Tabarana (Tabelas 9 e 10).

A cultivar CD 219 se diferenciou estatisticamente quando ocorreu chuva aos 0 minutos após a aplicação de picoxistrobina + ciproconazol, sendo a mais responsiva ao fungicida em todos os intervalos de chuva, inclusive na testemunha sem chuva. No tratamento sem chuva as cultivares Msoy 8080, Cep 56 e FMT Tabarana foram estatisticamente comparáveis a CD 219.

Quando aplicado o fungicida tebuconazol, a cultivar CD 219 apresentou comportamento adverso ao observado no restante do experimento, apresentando maior peso quando ocorreu chuva logo após a aplicação. Esse dado pode ser explicado pelo controle da doença, sendo que a AACPF foi reduzida significativamente neste intervalo de chuva.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os dados obtidos nestes experimentos, pode-se concluir que:

A ocorrência de chuva após a aplicação de fungicidas reduz a eficiência de fungicidas no controle químico de oídio e da ferrugem asiática da soja.

A adição do adjuvante Nimbus ao fungicida azoxistrobina + ciproconazol minimiza o efeito da chuva aumentando a eficiência do controle químico de ferrugem e oídio em soja.

A aplicação de fungicida pela ponta de jato plano de uso ampliado (XR Teejet) proporciona maior eficiência de controle da ferrugem e de oídio condições de chuva simulada.

A eficiência biológica de controle da ferrugem asiática proporcionada pelos fungicidas azoxistrobina + ciproconazol, piraclostrobina + ciproconazol, picoxistrobina + ciproconazol e tebuconazol foi afetada negativamente pela chuva simulada e ocorreu em diferentes magnitudes nas sete cultivares avaliadas.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, L. A. S. **Manual de quantificação de doenças de plantas**. São Paulo: Novartis. 114p. 1997.

BALARDIN, R. S. et al. Influência do volume de calda e pontas de pulverização sobre o controle das doenças de final de ciclo em duas cultivares de soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 29., 2001, Porto Alegre. **Atas e Resumos...** Porto Alegre: Ed. UFRGS. 2001.

BALARDIN, R. S. **Doenças da soja**. Santa Maria: Ed. do Autor, 2002. 100 p.

BARCELLOS, A. A. **Infiltração de água em um latossolo sob chuva de alta intensidade em diferentes sistemas de manejo**. 1996. 111f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1996.

BONINI, J. V. **Tecnologia de aplicação de fungicidas na cultura da soja**. 2003. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2003.

BUTZEN, S. et al. Asian soybean rust: fungicides. **Crop Insights**, v.15, n.2, p.5, 2005a.

BUTZEN, S. et al. Asian soybean rust: fungicide application technology. **Crop Insights**, v.15, n.1, p.5, 2005b.

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. **Monitoring epidemics: diseases**. In: _____.Introduction to plant disease epidemiology. New York: J. Wiley, cap.6, p.107-128. 1990.

CHRISTOFOLETTI, J. C. **Manual Shell de máquinas agrícolas e técnicas de aplicação de defensivos**. São Paulo: Shell, 1992. 122 p.

_____. **Pulverização ou aplicação?** São Paulo, 1999. 71 p. (Boletim Técnico BT-01/99).

CONAB. **Levantamento da safra 2005/06 – Série Histórica da área de soja plantada no Brasil**. 2006. Disponível em: http://www.cnpso.embrapa.br/download/sojaserie76_2006.xls. Acessado em jan/2007.

_____. **Oitavo levantamento de avaliação da safra 2006/2007**. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. 20p. Mai/2007.

EMBRAPA **Impacto econômico da ocorrência da ferrugem asiática na soja**. Sistema de alerta, Embrapa Soja. Disponível em: http://www.cnpso.embrapa.br/alerta/ver_alerta.php?cod_pagina_sa=142 Acessado em: fev/2007.

GENT, D. H., SCHWARTZ, H. F., NISSEN, S. J. Effect of commercial adjuvants on vegetable crop fungicide coverage, absorption and efficacy. **Plant Disease**, v.87, n.5, p.591-597. 2003.

GODOY, C. V., KOGA, L. J., CANTERI, M. G. Diagrammatic Scale for Assessment of Soybean Rust Severity. **Fitopatologia Brasileira**, v.31, n.1, p.63-68. 2006.

GREEN, J. M. Factors that influence adjuvant performance. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADJUVANTS FOR AGROCHEMICALS, 6., 2001, Amsterdam. **Proceedings...** Amsterdam: ISAA Foundation, 2001. p.179-190.

HAZEN, J. L. Adjuvants – terminology, classification, e chemistry. **Weed Technology**, v.14, p.773-784. 2000

HARTMAN, G. L., MILES, M. R., FREDERICK, R. D. Breeding for resistance to soybean

rust. **Plant Disease**, v.89, p.664-666. 2005.

HUSNCHE, M. Rainfastness of selected agrochemicals as affected by leaf surface characteristics and environmental factors. 2006. 97p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universität Rheinischen Friedrich-Wilhelms, Göttingen.

KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES S. H. B. **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária/UFSM. 1998. p 95-104.

LAWS, J. O. Measurements of fall velocity of water drops and raindrops. **Transactions of American Geophysics Union**. v.22, p.709-721, 1941.

LAWS, J. O. & PARSONS, D. A. The relationship of raindrop-size to intensity. **Transaction of American Geophysics Union**. v.24, p.452-459, 1943.

LEVY, C. Zimbabwe - a country report on soybean rust control. In: **Proceedings... VII World Soybean Res. Conf., IV Int. Soybean Processing and Utilization Conf., III Congresso Mundial de Soja (Brazilian Soybean Conf.)**. Ed. Embrapa Soja, Londrina. p.340-348. 2004.

MADALOSSO, M. G. **Espaçamento entre linhas e pontas de pulverização no controle de *Phakopsora pachyrhizi* Sidow**. 2007. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2007.

MARTZ, E. **Pennsylvania tree fruit production guide 2004-2005**. Pennsylvania State University, College of Agricultural Sciences, 276p. 2004.

MATUO, T. et al. **Tecnologia de aplicação e equipamentos**. Brasília, ABEAS; Viçosa, UFV; 2005. 86 p.

MEYER, L. D. Rainfall simulator for runoff plots. **Journal of Agricultural Engineering**. v.10, p.644-648, 1958.

MILES, M. R. et al. Current status of soybean rust control by fungicides. **Pesticides Outlook**, v.14, p.197-200. 2003.

MILES, M. R. et al. International fungicide efficacy trials for the management of soybean rust. **Plant Disease**. v.91, p.1450-1458, 2007.

MONTEIRO, M. V. de M. Eficiência na aplicação de defensivos com BVO aéreo. In: _____. **Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas**. Passo Fundo, Ed. Plantio Direto Eventos. 2006. 146 p.

NALEWAJA, J. D. & MATYSIAK, R. Spray deposits from nicosulfuron with salts that affect efficacy. **Weed Technology**, v. 14, p.740-749. 2000.

OLIVEIRA, S. H. F., TÖFOLI, J. G., DOMINGUES, R. J. Persistência agrônômica de mancozeb em diferentes concentrações de óleo vegetal e óleo mineral na cultura do trigo. **Summa Phytopathologica**, v.21, n.1, p.53. 1995.

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, n.6, p.581-585, 2002.

OZEKI, Y.; KUNZ, R. P. Tecnologia de aplicação aérea – aspectos práticos. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES S. H. B. **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**. UFSM, Santa Maria: UFSM, 1998. p 65-78.

PAULSRUD, B. E., MONTGOMERY, M. Characteristics of fungicides used in field crops. **Report on Plant Disease**. n.1002, 2005.

PATIL, P. V., ANAHOSUR, K. H. Control of soybean rust by fungicides. **Indian Phytopathology**, v.51, p.265-268. 1998.

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.

RICH, S. Dynamics of deposition and tenacity of fungicides. **Phytopathology**, v.44, p.203-213, 1954.

SANTOS, J. M. F. dos. Dinâmica de Deposição de Gotas. In: _____. **Manual de tecnologia de aplicação de agroquímicos**. Ed: AgrEvo, 1998. p.10-12.

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

SECEX. Balança comercial brasileira. **Nota a imprensa**. 10p. 2008. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=1161>>. Acessado em fev/2008.

SOARES, R. M. et al. Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. **Ciência Rural**, v.34, n.4, p.1245-1247, 2004.

TÖFOLI, J. G. et al. Desempenho de azoxystrobin no controle da ferrugem do cafeeiro sob condições de chuva induzida. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.69, n.1, p.93-96, 2002.

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.

UGALDE, M. G. **Controle de ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) na cultura da soja**. 2005. 85f. Dissertação (mestrado em agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

VELLOSO, J. A. R. de O.; GASSEN, D. N.; JACOBSEN, L. A. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas com pulverizadores de barra**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1984. 52 p.

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)

WRATHER, J. A. et al. Soybean disease losses estimates for the top 10 soybean producing countries in 1994, **Plant Disease**, v.81, n.1, p.107-110, 1997.

YANG, C. Y. Soybean rust cuse by *Phakopsora pachyrhizi*. In: SOYBEAN RUST WOKSHOP, 1., 1991, Wuhan, Hubei. **Proceedings ...** Wuhan: Ed. AVRDC, 1991.

YANG, X. B. et al. Development of yield loss models in relation to reductions of components of soybean infected with *Phakopsora pachyrhizi*. **Journal of Phytopathology**. v.81, p.1420-1426, 1991.

YORINORI, J. T. Ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*): ocorrência no Brasil e estratégias de manejo. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE DOENÇAS DA CULTURA DA SOJA, 2., 2002, Passo Fundo. **Anais....** Passo Fundo: Ed. Aldeia Norte Editora, 2002.

YORINORI, J. T. et al. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Disease**. v.89, p.675-677, 2005.

7 ANEXOS

ANEXO 1 - Características técnicas das pontas de pulverização utilizadas no trabalho, reproduzidas do catálogo da Teejet®.

PONTA DE PULVERIZAÇÃO – Teejet®
Características
Ponta de Pulverização de Jato Plano de Uso Ampliado XR 11002
<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura uniforme em baixas pressões. • Gotas menores para pressões altas para uma melhor cobertura. • Pressão de pulverização: 1-4 bar. • Ideal para equipamentos com controladores de pulverização. • Reduz a deriva nas pressões mais baixas.
Ponta de Pulverização de Jato Plano Duplo Comum TJ-60 11002
<ul style="list-style-type: none"> • Penetração nos resíduos de cultivos ou em folhagem densa. • Gotas menores para uma melhor cobertura. • Pressão de pulverização: 2-4 bar. • Melhor distribuição de pulverização ao longo das barras do que pontas de jato cone vazio.
Ponta de Pulverização de Jato Plano de Ângulo Grande TT 11002
<ul style="list-style-type: none"> • Passagens livres, grandes, redondas, para evitar entupimento. • Excelente para usar em controles de pulverizadores. • Excelente qualidade de perfil de pulverização. • Inigualável controle da deriva com gotas maiores de 1-6 bar. • Excelente resistência às soluções corrosivas.

ANEXO 2 – Análise da variância das variáveis do Experimento 1.

Quadro 1 – Análise da variância para severidade final da ferrugem asiática no Experimento 1. Santa Maria, 2008.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio	Valor F	PR>F
A	1	4818,67	1687,76	0.00
C	2	254,66	89,19	0.00
D	3	4242,32	1485,89	0.00
A*C	2	101,53	35,56	0.00
A*D	3	279,60	97,93	0.00
C*D	6	160,45	56,19	0.00
A*C*D	6	330,80	115,86	0.00
Resíduo	120	2,85		

Quadro 2 – Análise da variância para Área Abaixo da Curva de Progresso da ferrugem asiática no Experimento 1. Santa Maria, 2008.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio	Valor F	PR>F
A	1	1710558,81	163,40	0.00
C	2	133826,32	12,78	0.00
D	3	1274677,67	121,76	0.00
A*C	2	27340,50	2,61	0.078
A*D	3	29398,70	2,80	0.043
C*D	6	89992,20	8,59	0.00
A*C*D	6	46262,35	4,41	0.00
Resíduo	120	10468,08		

Quadro 3 - Análise da variância para residual de controle da ferrugem asiática no Experimento 1. Santa Maria, 2008.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio	Valor F	PR>F
A	1	10,56	27,65	0.00
C	2	12,86	33,67	0.00
D	3	24,58	64,35	0.00
A*C	2	0,58	1,52	0.221
A*D	3	0,48	1,27	0.285
C*D	6	0,93	2,44	0.029
A*C*D	6	1,23	3,22	0.006
Resíduo	120	0,38		

Quadro 4 - Análise da variância para severidade final de oídio no Experimento 1. Santa Maria, 2008.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio	Valor F	PR>F
A	1	603,11	487,70	0.00
C	2	8,18	6,61	0.002
D	3	332,64	268,99	0.00
A*C	2	16,74	13,54	0.00
A*D	3	25,15	20,34	0.00
C*D	6	17,52	14,17	0.00
A*C*D	6	31,06	25,12	0.00
Resíduo	120	1,23		

Quadro 5 - Análise da variância para Área Abaixo da Curva de Progresso de oídio no Experimento 1. Santa Maria, 2008.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio	Valor F	PR>F
A	1	521488,58	737,07	0.00
C	2	173029,64	244,56	0.002
D	4	584361,45	825,94	0.00
A*C	2	13918,36	19,67	0.00
A*D	3	112299,60	158,72	0.00
C*D	6	78073,58	110,35	0.00
A*C*D	6	111988,11,	158,28	0.00
Resíduo	120	707,50		

ANEXO 3 – Análise da variância das variáveis do Experimento 2.

Quadro 6 – Análise da variância para residual de controle da ferrugem asiática no Experimento 2. Santa Maria, 2008.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio	Valor F	PR>F
A	6	135,24	96,01	0.00
C	3	176,06	124,98	0.00
D	5	836,88	594,07	0.00
A*C	18	25,13	17,84	0.00
A*D	30	13,14	9,33	0.00
C*D	15	9,25	6,56	0.00
A*C*D	90	7,39	5,24	0.00
Resíduo	336	1,40		

Quadro 7 – Análise da variância para severidade final da ferrugem asiática no Experimento 2. Santa Maria, 2008.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio	Valor F	PR>F
A	6	7289,74	794,72	0.00
C	3	3167,69	345,34	0.00
D	5	17782,53	1938,65	0.00
A*C	18	871,39	94,99	0.00
A*D	30	658,17	71,75	0.00
C*D	15	720,33	78,53	0.00
A*C*D	90	347,53	37,88	0.00
Resíduo	336	9,17		

Quadro 8 – Análise da variância para Área Abaixo da Curva de Progresso da ferrugem asiática no Experimento 2. Santa Maria, 2008.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio	Valor F	PR>F
A	6	400968,21	589,61	0.00
C	3	165017,98	242,65	0.00
D	5	1494511,28	2197,63	0.00
A*C	18	49133,80	72,24	0.00
A*D	30	33016,43	48,54	0.00
C*D	15	26119,57	38,40	0.00
A*C*D	90	18962,61	27,88	0.00
Residuo	336	680,05		

Quadro 9 – Análise da variância para peso de grãos por planta de soja no Experimento 2. Santa Maria, 2008.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio	Valor F	PR>F
A	6	44,48	67,93	0.00
C	3	5,53	8,44	0.00
D	5	46,62	71,21	0.00
A*C	18	11,69	17,86	0.00
A*D	30	3,13	4,78	0.00
C*D	15	3,55	5,43	0.00
A*C*D	90	3,08	4,70	0.00
Residuo	336	0,65		

Quadro 10 – Análise da variância para peso de mil grãos de soja no Experimento 2. Santa Maria, 2008.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio	Valor F	PR>F
A	6	12022,83	684.472	0.00
C	3	1466,54	83.492	0.00
D	5	12488,95	711.009	0.00
A*C	18	3137,36	178.613	0.00
A*D	30	843,83	48.041	0.00
C*D	15	956,07	54.430	0.00
A*C*D	90	829,17	47.206	0.00
Residuo	336	175,65		