

i

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

**USO DE ADJUVANTE SILICONADO EM
SUBSTITUIÇÃO TOTAL OU PARCIAL DO ÓLEO
MINERAL NA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS EM
SOJA E MILHO**

GUILHERME GÜTHS

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

Passo Fundo, dezembro de 2013

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

**USO DE ADJUVANTE SILICONADO EM
SUBSTITUIÇÃO TOTAL OU PARCIAL DO ÓLEO
MINERAL NA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS EM
SOJA E MILHO**

GUILHERME GÜTHS

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Forcelini

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

Passo Fundo, dezembro de 2013



A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação.

"Uso de adjuvante siliconado em substituição total ou parcial do óleo mineral na aplicação de fungicidas em soja e milho"

Elaborada por
Guilherme Güths

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

Aprovada em: 19/12/2013
Pela Comissão Examinadora

Dr. Carlos Alberto Forcelini
Presidente da Comissão Examinadora
Orientador

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

Dr. Walter Boller
FAMV - UPF

Dr. Hélio Carlos Rocha
Diretor FAMV

Dr. Lucas Navarini
Syngenta

CIP – Catalogação na Publicação

-
- G984u GÜths, Guilherme
 Uso de adjuvante siliconado em substituição total ou parcial do óleo mineral na aplicação de fungicidas em soja e milho / Guilherme GÜths. – 2013.
 151 f. ; il. ; 25 cm.
- Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, 2013.
 Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Forcelini.
1. Agronomia. 2. Fungicidas. 3. Fitopatologia. 4. Plantas – Efeito dos fungicidas. 5. Milho. 6. Soja. I. Forcelini, Carlos Alberto orientador. II. Título.

CDU: 633.1

Catalogação: Bibliotecária Jucelei Rodrigues Domingues - CRB 10/1569

BIOGRAFIA DO AUTOR

GUILHERME GÜTHS nasceu em Condor – RS. Em 2009 concluiu o curso de Agronomia pela Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ. Em 2010 ingressou no Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade de Passo Fundo – RS, realizando estudos com adição de adjuvantes em calda de fungicidas em soja e milho para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

AGRADECIMENTOS

À família!

Agradeço meu pai Valdir, minha mãe Ursula, meu irmão Ricardo, a minha adorada esposa Luiara, a minha amada filha Ana Luiza pelo incentivo, apoio, carinho, paciência e por serem exemplos, pessoas que estão e estarão sempre no meu lado esquerdo do peito. Também em nome deles agradeço toda família que de uma forma ou outra de suas maneiras contribuíram pra essa conquista.

AMO VOCÊS!

Ao professor orientador Carlos Alberto Forcelini!

Toda minha admiração pelo profissional que és, descobri em ti um verdadeiro amigo, um mestre, um exemplo que levarei comigo.

Aos meus amigos e colegas!

Ao Cleiton da Luz Bonini, um irmão de coração que compartilhei tempos bons de mestrado. Em nome dele agradeço todos os demais inseparáveis com quem sempre pude contar.

Aos professores e a banca!

Pela disponibilidade em contribuir na realização desta defesa e pelas sugestões valiosas.

Aos funcionários da UPF!

Em especial a Cinara, Paulo e Mari pela ajuda, paciência e amizade conquistada.

Aos estagiários e equipe do laboratório!

Em especial aos estagiários Júlio, Rafael e Gean pelo auxílio na execução dos experimentos e pela amizade.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.	ix
LISTA DE FIGURAS.	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	
2.1 Cultura da soja.....	20
2.1.1 Importância econômica.	20
2.1.2. Ferrugem asiática da soja	22
2.1.3 Estratégias de manejo integrado.....	24
2.1.4 Controle cultural.	24
2.1.5 Controle genético	25
2.1.6 Controle químico	26
2.1.7 Oídio em soja.....	29
2.1.8 Doenças de final de ciclo em soja	30
2.2 Cultura do milho.....	32
2.2.1 Cercosporiose em milho.....	35
2.2.2 Mancha foliar de <i>Phaeosphaeria</i> em milho	37
2.2.3 Ferrugem polissora em milho.....	39
2.3.4 Helminthosporiose em milho	40
2.3.5 Manejo de doenças em milho.....	42
2.3 Adjuvantes.....	43
2.3.1 Adjuvantes ativadores	45
2.3.2 Adjuvantes úteis	51
2.4 Tecnologia de aplicação	61
2.5 Utilização de adjuvante em calda de aplicação	67
2.6 Avaliação das aplicações.....	69
CAPÍTULO I - CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES EM SOJA COM O USO DE FUNGICIDA MAIS ADJUVANTE OLEOSO OU SILICONADO	
RESUMO	74
ABSTRACT	75
1 INTRODUÇÃO	76
2 MATERIAL E MÉTODOS	78
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	81

4 CONCLUSÃO	87
 CAPÍTULO II - CONTROLE QUÍMICO DE DOENÇAS FOLIARES DA SOJA COM DIFERENTES FUNGICIDAS E ADJUVANTES, APLICADOS EM CULTIVOS PUROS OU MISTOS	
RESUMO	88
ABSTRACT	89
1 INTRODUÇÃO.....	90
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	92
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	95
4 CONCLUSÃO	108
 CAPÍTULO III - CONTROLE QUÍMICO DE DOENÇAS FOLIARES DO MILHO UTILIZANDO FUNGICIDAS COM ADJUVANTE ÓLEO MINERAL OU SILICONADO	
RESUMO	111
ABSTRACT	112
1 INTRODUÇÃO.....	112
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	114
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	117
4 CONCLUSÃO	120
 REFERÊNCIAS.....	 131

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
CAPÍTULO I		
1	Fungicidas e adjuvantes utilizados.....	80
2	Tratamentos avaliados.....	80
3	Datas das aplicações e condições ambientais.....	80
4	Número de dias com chuva > 5 mm, a chuva total (mm) e temperatura média (° C) a partir de dezembro de 2011 a março de 2012. UPF, Passo Fundo, RS, 2012	82
5	Severidade máxima e eficácia de controle do oídio e das doenças de final de ciclo (DFC) na cultivar BMX Apolo RR. UPF, Passo Fundo, 2012.....	84
6	Índice de área foliar (IAF) de plantas de soja, cultivar BMX Apolo RR, em função da aplicação de fungicida com adjuvante óleo mineral ou siliconado. UPF, Passo Fundo, 2012.....	85
7	Rendimento de grãos e peso de mil grãos da cultivar de soja BMX Apolo RR, em função da aplicação do fungicida azoxistrobina + ciproconazol com om adjuvante óleo mineral Nimbus e o siliconado Break-Thru. UPF, Passo Fundo, 2012.....	86
CAPÍTULO II		
1	Fungicidas e adjuvantes utilizados.....	93
2	Tratamentos avaliados.....	94
3	Datas das aplicações e condições ambientais.....	94
4	Número de dias com chuva > 5 mm, a chuva total (mm) e temperatura média (° C) entre dezembro de 2012 e março de 2013. UPF, Passo Fundo, RS, 2013.....	96
5	Severidade máxima do oídio nos cultivares de soja BMX Apolo e BMX Ativa em função da aplicação de fungicidas com adjuvante óleo mineral (Nimbus) e siliconado (Break-Thru). UPF, Passo	99

	Fundo, 2013.....	
6	Severidade máxima do oídio nos cultivares de soja BMX Apolo e BMX Ativa, cultivados em linhas alternadas, em função da aplicação de fungicidas com adjuvante óleo mineral (Nimbus) e siliconado (Break-Thru). UPF, Passo Fundo, 2013.....	100
7	Severidade máxima da ferrugem asiática nos cultivares de soja BMX Apolo e BMX Ativa em função da aplicação de fungicidas com adjuvante óleo mineral (Nimbus) e siliconado (Break-Thru). UPF, Passo Fundo, 2013.....	101
8	Severidade máxima da ferrugem asiática nos cultivares de soja BMX Apolo e BMX Ativa, cultivados em linhas alternadas, em função da aplicação de fungicidas com adjuvante óleo mineral (Nimbus) e siliconado (Break-Thru). UPF, Passo Fundo, 2013.....	102
9	Índice de área foliar (IAF) nos cultivares de soja BMX Apolo e BMX Ativa em função da aplicação de fungicidas com adjuvante óleo mineral (Nimbus) e siliconado (Break-Thru). UPF, Passo Fundo, 2013.....	103
10	Índice de área foliar (IAF) nos cultivares de soja BMX Apolo e BMX Ativa, cultivados em linhas alternadas, em função da aplicação de fungicidas com adjuvante óleo mineral (Nimbus) e siliconado (Break-Thru). UPF, Passo Fundo, 2013.....	104
11	Rendimento de grãos dos cultivares de soja BMX Apolo e BMX Ativa em função da aplicação de fungicidas com adjuvante óleo mineral (Nimbus) e siliconado (Break-Thru). UPF, Passo Fundo, 2013	105
12	Rendimento de grãos dos cultivares de soja BMX Apolo e BMX Ativa, cultivados em linhas alternadas, em função da aplicação de fungicidas com adjuvante óleo mineral (Nimbus) e siliconado (Break-Thru). UPF, Passo Fundo, 2013.....	106
13	Peso de mil grãos dos cultivares de soja BMX Apolo e BMX Ativa em função da aplicação de fungicidas com adjuvante óleo mineral (Nimbus) e siliconado (Break-Thru). UPF, Passo Fundo, 2013	107

14	Peso de mil grãos dos cultivares de soja BMX Apolo e BMX Ativa, cultivados em linhas alternadas, em função da aplicação de fungicidas com adjuvante óleo mineral (Nimbus) e siliconado (Break-Thru). UPF, Passo Fundo, 2013.....	108
CAPÍTULO III		
1	Fungicidas e adjuvantes utilizados.....	116
2	Tratamentos testados.....	116
3	Número de dias com chuva > 5 mm, precipitação total (mm) e temperatura média (° C) a partir de novembro de 2011 a fevereiro de 2012. UPF, Passo Fundo, RS, 2012.....	118
4	Severidade da ferrugem comum máxima em Pioneer 30F53H. UPF, Passo Fundo, 2012.....	122
5	O rendimento de grãos da Pioneer 30F53H e Dekalb 240. UPF, Passo Fundo, 2012.....	124
6	Peso de mil grãos de Pioneer 30F53H e Dekalb 240. UPF, Passo Fundo, 2012.....	126

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
CAPÍTULO I		
1	Relação entre as doses do adjuvante siliconado Break-Thru e a severidade do oídio e das doenças de final de ciclo em soja, cultivar BMX Apolo RR.	84

	UPF, Passo Fundo, 2012.....	
2	Relação entre as doses do adjuvante siliconado Break-Thru e o índice de área foliar de plantas de soja, cultivar BMX Apolo RR. UPF, Passo Fundo, 2012.....	85
3	Relação das doses do adjuvante siliconado Break-Thru com o rendimento e o peso de mil grãos em soja, cultivar BMX Apolo RR. UPF, Passo Fundo, 2012.....	86
	CAPÍTULO III	
1	Os sintomas da ferrugem comum causada por <i>Puccinia sorghi</i> na cultura do milho.....	109
2	Análises de regressão da severidade da ferrugem e doses de Break-Thru. UPF, Passo Fundo, 2012.....	110
3	A análise de regressão de rendimento de grãos e doses de Break-Thru. UPF, Passo Fundo, 2012.....	125
4	Deposição de gotas sobre papel sensível à água posicionado na folha 7 de Dekalb 240. UPF, Passo Fundo-RS, 2012.....	127
5	Deposição de gotas sobre papel sensível à água posicionado na folha 10 de Dekalb 240. UPF, Passo Fundo-RS, 2012.....	128
6	Deposição de gotas sobre papel sensível à água posicionado na folha 7 de Pionner 30F53H. UPF, Passo Fundo-RS, 2012.....	129
7	Deposição de gotas sobre papel sensível à água posicionado na folha 10 da Pionner 30F53H. UPF, Passo Fundo-RS, 2012.....	130

USO DE ADJUVANTE SILICONADO EM SUBSTITUIÇÃO TOTAL OU PARCIAL DO ÓLEO MINERAL NA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS EM SOJA E MILHO

GUILHERME GÜTHS

RESUMO - As culturas da soja e do milho estão entre as mais importantes para o agronegócio no Brasil. Porém ambas são afetadas por doenças, especialmente as ferrugens, que comprometem sua produtividade. Para seu controle os agricultores utilizam aplicações de fungicidas, os quais, normalmente, requerem a adição de adjuvantes, que podem ser a base de óleos mineral e vegetal, silicone ou outros componentes. Nesta pesquisa, avaliou-se o desempenho de combinações de fungicidas e adjuvantes em dois experimentos de campo com soja (2012 e 2013) e um com milho (2012). Como fungicida utilizou-se Priori Xtra (ciproconazol + azoxistrobina, 0,3 L.ha⁻¹), em 2012 e 2013, e Elatus (azoxistrobina + solatenol, 0,25 L.ha⁻¹) em 2013. Os adjuvantes foram Nimbus (óleo mineral, a 0,3 ou 0,6 L.ha⁻¹) e Break-Thru (organo-siliconado, doses variáveis). Os trabalhos foram conduzidos em blocos casualizados com quatro repetições. Na safra 2012 foi utilizado o cultivar de soja BMX Apolo RR e os híbridos de milho Pioneer 30F53H e Dekalb 240. A adição de Break-Thru nas doses de 200 e 250 mL.ha⁻¹ ao Priori Xtra proporcionou controle de doença e rendimento de grãos igual ou superior ao Nimbus a 0,6 L.ha⁻¹. Em 2013 utilizaram-se os cultivares de soja BMX Apolo RR e BMX Ativa RR, em cultivos puros ou mistos (ruas alternadas). Nestes trabalhos a redução do adjuvante

Nimbus para $0,3 \text{ L.ha}^{-1}$ não comprometeu o desempenho do fungicida quando complementada com Break-Thru em doses $\geq 0,07 \text{ L.ha}^{-1}$. O fungicida Elatus resultou em melhor controle da ferrugem asiática e rendimento de grãos que o Priori Xtra. O arranjo misto não influenciou a ocorrência de doenças e a produtividade da soja em relação ao cultivo puro.

Palavras-chave: Break-Thru, Elatus, Nimbus, *Phakopsora pachyrhizi*, *Puccinia sorghi*, Priori Xtra,

PARTIAL OR COMPLETE SUBSTITUTION OF MINERAL OIL BY SILICON ADJUVANT ON FUNGICIDE APPLICATIONS ON SOYBEAN AND CORN

ABSTRACT - Soybean and corn are two of the most important commodities in Brazilian agribusiness. However these crops are infected by many diseases, including rusts, which reduce plant yield. Such diseases are mainly controlled by fungicides applied along the season in mixes with adjuvants made of mineral or vegetal oils, silicon, and other compounds. In this research we evaluate the performance of fungicide + adjuvants mixes on the control of diseases in field trials with soybean (2012 and 2013) and corn (2012). We use the fungicides Priori Xtra (cyproconazol + azoxystrobin, 0.3 L.ha⁻¹) in 2012 and 2013, and Elatus (azoxystrobin + solatenol, 0.25 L.ha⁻¹) in 2013. The adjuvants were Nimbus (mineral oil, at 0.3 or 0.6 L.ha⁻¹) and Break-Thru (organic-silicon, various rates). All trials were organized in randomized block with four replicates. In 2012 the soybean cultivar was BMX Apolo RR, and the corn hybrids Pioneer 30F53H and Dekalb 240. For both soybean and corn the addition of Break-Thru at 0.2 or 0.25 L.ha⁻¹ to Priori Xtra provided disease control and grain yield similar to or better Nimbus at 0.6 L.ha⁻¹. In 2013 we used the soybean cultivars BMX Apolo RR and BMX Ativa RR in single or mixed plantings (alternated rows). The rate reduction of Nimbus to 0.3 L.ha⁻¹ did not affect fungicide performance when it was supplemented with Break-Thru at 0.07 L.ha⁻¹ or higher. Elatus

provided better rust control and grain yield than Priori Xtra. The mixed plantings did not influence disease occurrence and grain yield over the single ones.

Key-words: Break-Thru, Elatus, Nimbus *Phakopsora pachyrhizi*, *Puccinia sorghi*, Priori Xtra.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a mais importante fonte de proteína vegetal, constituindo-se em um componente importante na alimentação animal, através do farelo, e com importância crescente na dieta humana, através de óleos, grãos, leite e outros subprodutos (BALARDIN, 2002).

Em nível mundial são cultivados mais de 108 milhões de hectares de soja, com produção superior a 267 milhões de toneladas. O maior produtor mundial é os Estados Unidos, com cerca de 82 milhões de toneladas, seguido pelo Brasil, com aproximadamente 81 milhões (EMBRAPA, 2013). Os estados brasileiros com maior área de cultivo são Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul, com 7.678, 4.712 e 4.618 milhões de hectares, respectivamente (CONAB, 2013).

A cultura da soja é afetada por várias doenças. Conforme Reis & Casa (2012), as principais são: ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), míldio (*Peronospora manshurica*), oídio (*Erysiphe diffusa*), cretamento foliar de cercospora (*Cercospora kikuchii*), mancha-alvo (*Corynespora cassicola*), mancha olho-de-rã (*Cercospora sojina*), mancha parda ou septoriose da soja (*Septoria glycines*), antracnose (*Colletotrichum dematium* var. *truncata*), mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) e cancro-da-haste (*Diaporthe aspalathi* e *D. caulivora*). A ferrugem asiática é a mais severa, com danos já relatados de até 90% (YORINORI, 2005).

O milho (*Zea mays* L.), por sua vez, também é importante para o agronegócio brasileiro, sendo cultivado na safra (primavera-verão) ou principalmente na safrinha (verão-outono). Essa mudança

de época de cultivo proporcionou aumento da ocorrência das doenças foliares, devido à condução da cultura em período de temperaturas decrescentes e aumento da umidade relativa, mais favoráveis às moléstias.

Há no Brasil pelo menos vinte patógenos que ocorrem nesta cultura que podem causar prejuízos expressivos aos produtores. Os agentes etiológicos causavam danos a esta cultura de maneira esporádica até o final da década de 1980. Contudo, com o advento do milho safrinha, constatou-se um aumento bastante significativo na importância das doenças na cultura do milho, principalmente das ferrugens que só sobrevivem em material vivo (AGROCERES, 1996; REIS & CASA, 1996).

As principais doenças que acometem o milho são: mancha branca (etiologia indefinida); ferrugens causadas por *Puccinia sorghi* (ferrugem comum), *Puccinia polysora* (ferrugem polissora) e *Phyzopella zae* (ferrugem branca ou tropical); queima de turcicum (*Exserohilum turcicum*); cercosporiose (*Cercospora zeaemaydis* e *Cercospora sorghi* f. sp. *maydis*); mancha-foliar por *Stenocarpella macrospora* (= *Diplodia macrospora*); antracnose foliar (*Colletotrichum graminicola*); enfezamento pálido (*Spiroplasma kunkelii*); enfezamento vermelho e ainda a mancha-de-phaeosphaeria (*Phaeosphaeria maydis*) (CULTIVAR, 2006).

Na tentativa de minimizar os impactos causados pelas doenças da soja, recomenda-se o seu manejo integrado, através da rotação de culturas, eliminação de plantas voluntárias, vazios sanitários, utilização de sementes livres de patógenos, a utilização de cultivares

resistentes e o controle químico (REIS et al., 2012). As mesmas estratégias são indicadas para a cultura do milho.

Existem diversos fungicidas registrados para controle de doenças em soja e em milho no Brasil. Atualmente o controle químico é empregado por quase 100% dos produtores de soja (FORCELINI et al., 2012). Em milho esse número também é crescente.

A qualidade de aplicação do fungicida é influenciada por inúmeros fatores, incluindo os adjuvantes que são usados em mistura. Os adjuvantes podem ser adicionados às caldas de pulverização para atuar como espalhante adesivo, para alterar o espectro de gotas pulverizadas, a vazão e outras características da pulverização (AZEVEDO, 2001).

Conforme Antuniassi (2006), a adição de componentes químicos às caldas de pulverização pode causar interações entre os produtos aplicados e podem, inclusive, afetar negativamente o resultado de uma aplicação.

Existem, atualmente, dezenas de diferentes adjuvantes cada qual com uma proposta de ação diferente, porém, com eficiência duvidosa, havendo a necessidade da realização de pesquisas constantes para se avaliar a ação de cada um desses elementos (OZEKI, 2006).

Neste trabalho, com duas safras de soja e uma de milho, avaliou-se a possibilidade de utilizar um adjuvante siliconado (Break-Thru) em substituição ou redução da dose do adjuvante Nimbus, à base de óleo mineral, o qual é utilizado em conjunto com vários fungicidas. Isso teria como benefício diminuir os riscos de fitotoxicidade às culturas, especialmente soja.

Outro ponto que pode afetar a qualidade da aplicação, especialmente sua distribuição no dossel inferior, corresponde às características da planta, em termos de maior ou menor ramificação. Por isso, um dos experimentos em soja foi conduzido com cultivares diferentes, em, cultivos puros ou mistos, a fim de verificar seus efeitos sobre o controle de doenças e a produtividade da cultura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da soja

2.1.1 Importância econômica

Originada no nordeste da China, em 2853 A.C., a soja assumiu tal importância que o Imperador Sheng-Nung a elegeu com planta sagrada, juntamente com o arroz, trigo, cevada e o milheto. A chegada desta oleaginosa nas Américas deu-se no início do século XIX como lastro no fundo dos navios e somente em 1879 houve plantio comercial da soja que inicialmente foi utilizada como forragem para a alimentação dos animais.

A cultura da soja ocupa posição de destaque na agricultura mundial sendo a segunda maior fornecedora de óleo vegetal para alimentação humana e a principal fonte de proteínas para a alimentação animal, principalmente de suínos e aves (NUNES, 2007).

O Brasil é o 2º maior produtor mundial com 68.688 mil toneladas de grãos, produzidos em 23.468 mil ha cultivados no ano agrícola de 2010/2011 (CONAB, 2012). O rendimento de grãos

aumentou significativamente em função do desenvolvimento de genótipos mais adaptados e produtivos, aumento do uso de insumos, e da eficiência no funcionamento e uso de máquinas que elevaram o padrão de manejo da cultura (MUNDSTOCK & THOMAS, 2005).

Dentre os estados com maior produção destacam-se Mato Grosso e Paraná com 18.777 milhões e 14.079 milhões toneladas anuais e rendimentos de 3.015 e 3.139 kg.ha⁻¹, respectivamente. O estado do Rio Grande do Sul onde, na década de 1940 iniciou o cultivo da soja em escala comercial no Brasil, atualmente ocupa a 3^a posição em produção com 10.219 milhões toneladas de grãos.ano⁻¹ e está entre os estados com menores rendimentos no país, obtendo, na safra 2010/2011, a 13^a posição entre 16 estados citados (CONAB, 2012).

A cultura da soja é afetada por inúmeras doenças, sendo 47 já relatadas, que podem causar um prejuízo anual de um bilhão de dólares (YORINORI, 1997). Entre estas doenças estão as ferrugens, uma denominada ferrugem americana e a outra ferrugem asiática (ONO et al., 1992). A primeira é causada pelo fungo *Phakopsora meibomiae* e foi relatada pela primeira vez no Brasil em 1979, no estado de Minas Gerais (DESLANDES, 1979). Carvalho & Figueredo (2000) relatam que a espécie presente no Brasil até o ano 2000 era *P. meibomiae*. A ferrugem asiática tem como agente causal a espécie *P. Pachyrhizi* Sydow & Sydow. Hartman et al. (1999) argumentam que *P. pachyrhizi* é mais agressiva que *P. Meibomiae*.

A ferrugem asiática é considerada uma das doenças mais destrutivas e a que causa maiores danos em várias espécies de plantas da família Fabaceae, entre as quais se destaca a soja (REIS et al.,

2006a). No Brasil, há relatos de 100% de dano, como no caso de um cultivo de safrinha em Chapadão do Sul, MS (ANDRADE & ANDRADE, 2002). Segundo Henning & Godoy (2006), as perdas na safra 2002/03 atingiram 737.453.718,15 dólares americanos.

2.1.2 Ferrugem asiática em soja

A ferrugem-asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow, foi descrita pela primeira vez no Japão, em 1902 (HENNING, 1903), sendo que em 1914 já havia se disseminado por diversos países do sudeste de Ásia. No continente africano foi registrada pela primeira vez em Togo em 1980 (MAWUENA, 1982), depois na Uganda em 1996 (KAWUKI et al., 2003), seguindo em 1998 no Kênia e Ruanda (REIS & BRESOLIN, 2004a), Zimbábue e Zâmbia (LEWY, 2005). Em 2001, ela foi encontrada na África do Sul, atingindo caráter epidêmico (PRETORIUS et al., 2001), e na Nigéria (AKINSANMI et al., 2001). Em 2007, a ferrugem foi também relatada em Ghana (BANDYOPADHYAY et al., 2007).

No continente americano foi reportada pela primeira vez no ano 1976 em Porto Rico (VAKILI & BROMFIELD, 1976), seguindo pelo Hawaii em 1994 (KILLGORE & HEU, 1994). O primeiro relato na América do Sul ocorreu no Paraguai, em fevereiro de 2001 (MOREL & YORINORI, 2002; YORINORI, 2002a; YORINORI, 2002b). No ano de 2002 a doença apareceu no Brasil (YORINORI, 2002b; COSTAMILAN, 2002) e na Argentina (ROSSI, 2003). Em 2003 ela foi relatada na Bolívia (NAVARRO et al., 2004) e na

Colômbia (REIS et al., 2006a), progredindo em 2004 para o Uruguai (STEWART et al., 2005), 2005 no Equador (SOTOMAYOR-HERRERA, 2005), México (CÁRCAMO RODRIGUEZ et al., 2006; YÁÑEZ MORALES et al., 2009) e Estados Unidos (SCHNEIDER et al., 2005). No Rio Grande do Sul, a doença foi registrada primeiramente nos municípios de Ciríaco (COSTAMILAN et al., 2002), Condor, Coxilha, Cruz Alta, Ijuí, Passo Fundo, Pontão, São Miguel das Missões, Sertão e Vacaria (REIS et al., 2002). Atualmente, a ferrugem asiática está presente em quase todas as regiões de cultivo de soja no Brasil.

Os sintomas podem aparecer em qualquer estágio de desenvolvimento e em diferentes partes da planta, como cotilédones, folhas e hastes, sendo os sintomas foliares os mais característicos (ALMEIDA et al., 2005). A cor das lesões varia do cinza-esverdeado ao marrom-avermelhado, com uma ou varias urédias globosas, principalmente na parte abaxial da folha (HARTAMN et al., 1999). Esporadicamente, as urédias podem aparecer na parte superior das folhas (ALMEIDA et al., 2005).

O estágio final da epidemia da ferrugem da soja numa lavoura caracteriza-se por amarelecimento geral da folhagem com intensa desfolha, chegando até a queda completa das folhas (REIS et al., 2006a).

2.1.3 Estratégias de manejo integrado

A ferrugem-da-soja é uma doença destrutiva em todos os países onde foi detectada, e tem sido alvo de exaustivo controle. Embora na literatura encontram-se muitos trabalhos de controle químico, existem outras formas de controle como cultural, genético e químico, sendo também alvos de estudo.

2.1.4 Controle cultural

O principal mecanismo de sobrevivência de fungos biotróficos, como *P. pachyrhizi*, é o parasitismo de plantas vivas no período em que o hospedeiro principal não está sendo cultivado. Reis et al. (2006a) relatam que as plantas de soja que se desenvolvem espontaneamente nas lavouras, como resultado da perda de grãos na colheita, aumentam o período da presença de soja-verde, garantindo a sobrevivência parasitária de *P. pachyrhizi* por período determinado, razão pela qual a população destas plantas deveria ser reduzida ou eliminada. Outra fonte de inóculo são os hospedeiros secundários. No Rio Grande do Sul, Brasil, o kudzú é um dos principais (REIS et al., 2005).

Também é necessário fazer um manejo da irrigação por aspersão, a fim de reduzir o molhamento foliar que favorece a germinação dos esporos e a penetração do fungo na planta (REIS et al., 2006a).

A utilização de cultivares de ciclo precoce diminui o tempo de exposição da planta ao patógeno, da mesma forma a realização da

semeadura em épocas preferenciais, evitando-se semeaduras tardias (REIS *et al.*, 2006a), pois a carga de inóculo é maior em função da multiplicação do fungo nos primeiros cultivos (YORINORI, 2004).

O arranjo populacional das plantas também pode contribuir para atenuar a ferrugem. Ferreira (2009) e Ramos *et al.* (2009) observaram que maior espaçamento entre linhas de cultivo resulta em menor severidade da ferrugem e também permite melhor distribuição do fungicida durante a aplicação, facilitando o manejo da doença. Se a densidade da semeadura for alta em espaçamentos densos, haverá dificuldade de penetração da calda e, conseqüentemente poderá haver cobertura deficiente das folhas no dossel, sendo assim o controle da doença deficiente, mesmo adotando-se fungicida eficiente (ZAMBOLIN, 2006).

2.1.5 Controle genético

Tem sido difícil encontrar materiais resistentes às ferrugens, pois como descreve Van der Plank (1968) os poucos materiais catalogados como resistentes, tem resistência vertical ou monogênica, carecendo de resistência horizontal ou poligênica, devido à variabilidade das ferrugens. Não se dispondo de cultivares resistentes indicadas comercialmente, torna-se o controle químico a alternativa mais eficaz no controle da doença (NAVARINI *et al.*, 2007). No entanto, a utilização de resistência à ferrugem-da-soja é uma das estratégias mais eficazes a longo prazo para controlar a doença (SHUXIAN, 2010).

No Brasil, para a safra 2009-2010 foi disponibilizado aos agricultores em algumas regiões brasileiras os cultivares de soja TMG 801-INOX® e TMG 803- INOX® com resistência a ferrugem asiática (FUNDAÇÃO MT, 2009).

2.1.6 Controle químico

Com o aparecimento da ferrugem asiática, o uso de fungicidas na cultura da soja aumentou, sendo até a presente data a ferramenta, mas importante para controlar o fungo e evitar reduções na produtividade danos na produção e perdas ao produtor.

Informações sobre a eficiência de fungicidas para controle das diferentes doenças são cada vez mais necessárias para orientar a sua correta utilização no campo (GODOY et al., 2007).

Segundo o MAPA (2009), os fungicidas registrados para o controle da ferrugem asiática da soja no país, até hoje, em pulverização na parte aérea da cultura, isolados e/ou em mistura são os seguintes: azoxistrobina, ciproconazol, epoxiconazol, flutriafol, metconazol, miclobutanil, picoxistrobina, propiconazol, protioconazol, tebuconazol, tetraconazol, azoxistrobina + ciproconazol, carbendazim + flutriafol, ciproconazol + picoxistrobina, ciproconazol + propiconazol, ciproconazol + trifloxistrobina, epoxiconazol + piraclostrobina, flutriafol + tiofanato metílico, propiconazol + trifloxistrobina e tebuconazol + trifloxistrobina, totalizando 54 formulações comerciais. Para o tratamento de sementes encontra-se registrado o princípio ativo fluquinconazol, em apenas uma formulação comercial.

Os critérios para o início do uso de fungicidas por foram ajustados por vários anos procurando-se a melhor resposta de controle quando a soja encontrava-se entre florescimento, formação de legume e início e meio da granação. Até hoje se discute critérios para iniciar seu controle: preventivo, primeiros sintomas, 5% de incidência foliar, estágio de desenvolvimento (que variou muito entre indicações e opinião de pesquisadores nestes poucos anos de ocorrência da doença), no pré-fechamento das linhas de semeadura, com base em parcelas armadilhas, considerando clima e prevendo clima e infecção (DEUNER et al., 2009).

Hartman et al. (1991) relatam que fungicidas aplicados de forma preventiva tem se destacado como estratégia mais eficaz no controle desta doença. Estudos realizados mostram também que, em condições severas de epidemia, são necessárias de três a cinco aplicações em intervalos de 10 dias (SINCLAIR e HARTMAN, 1995). Já (LEVY, 2005) com relação a momento de aplicação, conduzindo ensaios na África, mostraram que três ou mais aplicações foram necessárias para manter o potencial produtivo, enquanto que uma ou duas aplicações foram insuficientes para controlar a doença.

A ocorrência de uma doença na fase vegetativa da soja e a necessidade de melhor distribuição do fungicida nas partes inferiores da planta leva a aplicações de fungicidas antes da fase reprodutiva (ALMEIDA et al., 2009b). Em cultivares com maior carga de vagens e grãos no terço inferior, aplicações de fungicidas nos estádios vegetativos otimizam o controle de doenças e potencializam o rendimento de grãos (ALMEIDA et al., 2009a).

Também tem que ter em conta que a eficiência de um tratamento depende não somente da quantidade do material depositado sobre a vegetação, mas também da uniformidade do alvo, sendo de maneira geral, a deposição menor nas partes baixas e internas do dossel das culturas (CUNHA et al., 2006).

Alem da discrepância sobre o momento de início das aplicações dos fungicidas, ultimamente vem-se apregoando a aceitação da sensibilidade de fungicidas, no caso específico do tebuconazol a *P. pachyrhizi*. Em relação a esse tema, existem poucas referências comprovando este fato, seja por tabu ou por não afirmar essa ocorrência de maneira científica. Para isto Alvim et al. (2009a, 2009b) e Garcés (2010) relatam que o fungicida tebuconazol pertencente ao grupo dos triazóis, aplicado de forma isolada apresentou menor eficácia no controle da ferrugem da soja, podendo ser atribuído a redução na sensibilidade do fungo ao fungicida. Já Garcés (2010) relata que aplicações realizadas antes do fechamento do espaço entre linhas de cultivo resultam em melhor controle, pois permitem distribuir o fungicida na parte inferior da planta, além de atingir a doença no seu início. O mesmo autor relata que a mistura de triazol + estrobilurina é mais efetiva que o triazol sozinho no controle da ferrugem asiática. A eficácia destes grupos químicos em controlar a ferrugem asiática da soja é corroborada por Godoy & Canteri (2004), Godoy et al. (2007), Scherm et al. (2009) e Viero (2008).

O monitoramento da intensidade da doença no campo juntamente com as condições climáticas (temperatura, umidade relativa, horas de molhamento foliar, precipitação pluviométrica, vento e outros fatores) é fundamental no manejo integrado de doenças

(MID) de plantas (ZAMBOLIM et al., 2007). O mesmo autor menciona que a ferrugem asiática apresenta provável surgimento de resistência cruzada entre fungicidas. Este fato faz que se torne mais importante ainda o manejo da doença de forma integrada, obtendo assim uma baixa intensidade da doença e maior área foliar nas plantas de soja em uma lavoura, assim como altos rendimentos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e excelente produtividade para o produtor.

2.1.7 Oídio em soja

O oídio-da-soja (*Microsphaera diffusa*) foi registrado inicialmente na safra 1996/97, provocando perdas em diversos cultivares de soja estimada entre 30 a 40% da produtividade (YORINORI, 1997). A partir de então, tem sido observada a ocorrência de oídio nas regiões mais altas (acima de 750 m de altitude) em cultivos tardios e cultivares suscetíveis.

Para a ocorrência de oídio as condições mais favoráveis são a baixa umidade do ar (clima seco) e temperaturas amenas (18-22 C) (REIS et al., 2004).

Balardin (2002) afirma que temperatura superior a 30 C inibe o desenvolvimento da doença. O molhamento foliar é um fator inibidor no estabelecimento do oídio. Esta é uma das razões pelas quais a doença apresenta uma severidade elevada durante os estádios vegetativos. Precipitação intensa e freqüente pode se constituir em um fator inibidor ao desenvolvimento do oídio.

Os sintomas apresentados pelo oídio podem variar de clorose, ilhas verdes, manchas ferruginosas, desfolha acentuada ou

combinações desses sintomas, dependendo da reação das cultivares. Todavia, o mais evidente é a própria estrutura branca e pulverulenta do fungo sobre a superfície das partes infectadas. Lavouras afetadas pelo oídio podem ser distinguidas a longa distância pela coloração prateada da folhagem, principalmente pela exposição da face inferior das folhas pelo vento (YORINORI, 1997).

O método mais eficiente de controle do oídio é através do uso de cultivares resistentes. Devem-se utilizar as cultivares que sejam resistentes (R) a moderadamente resistentes (MR). Entretanto, não havendo disponibilidade de cultivares com essas características, ou no caso de quebra da resistência de uma cultivar, pode-se pensar em tratamento químico com fungicidas recomendados. O momento da aplicação depende do nível de infecção e do estágio de desenvolvimento da soja. A aplicação deve ser feita quando o nível de infecção (severidade) atingir entre 40% e 50% da área foliar, ou seja, quando o oídio estiver infectando a metade da altura das plantas. Trabalhos mais recentes comprovam que esses níveis de severidade são muito elevados. Tratamento químico muito antecipado poderá exigir mais de uma aplicação, tornando antieconômico o controle; se tardio, poderá não controlar a doença. A aplicação de fungicida, para controle do oídio, não deve ser realizada preventivamente e sim com base na vistoria periódica da lavoura e no nível de infecção.. Os fungicidas e as dosagens (ingrediente ativo i.a.ha⁻¹) recomendados para o controle do oídio são: a. carbendazim (250g i.a. ha⁻¹); b. difenoconazole (75g i.a.ha⁻¹) (YORINORI, 1997).

2.1.8 Doenças de final de ciclo em soja

A mancha parda é uma das doenças mais importantes presentes no complexo das doenças de final de ciclo. É causada pelo fungo *Septoria glycines* Hemmi., que foi identificado pela primeira vez no Brasil no ano de 1972, por Luzzardi et al., (1972). Segundo Wrather et al., (1997), avaliações nas principais regiões produtoras de soja do Brasil mostraram que os prejuízos à cultura chegam a 315 milhões de dólares.

A sintomatologia típica desta doença são manchas de contorno irregulares, com coloração castanho avermelhadas ou marrom, que podem variar de tamanho e ocorrem em ambas as faces de folhas. Quando o ambiente se torna favorável ao desenvolvimento do fungo, com temperaturas e umidade relativas do ar altas, os sintomas podem ser visíveis nas primeiras folhas trifolioladas. Nesta situação pode causar severa desfolha até os primeiros 35 a 40 dias, sendo que após este período, ocorre uma recuperação das plantas. Desfolhamento severo pode ocorrer em períodos de estiagem, aumentando a desfolha no terço inferior das plantas (ALMEIDA, 2001). Hartman et al. (1999), observaram danos que variam de 8 a 15%, a partir da infecção natural a campo, e 8 a 34% quando foi realizada uma inoculação artificial das parcelas.

Na mancha-púrpura, doença causada por *Cercospora kikuchii*, os sintomas são pontuações escuras, de coloração castanho avermelhadas, que coalescem em estádios avançados, formando grandes manchas escuras e podem ser observados nos folíolos da planta na fase final do estádio de formação de vagens, apresentando

como características um severo crestamento e desfolha prematura. Nas vagens os sintomas mais típicos são pontuações vermelhas, que se tornam castanho avermelhado. As sementes são atingidas pelo fungo através da infecção da vagem, causando o sintoma conhecido como mancha púrpura da semente (KIMATI et al., 1997). Ataques severos de *C. kikuchii* podem determinar a redução no rendimento de determinadas cultivares de soja, entre 7 e 30%, dependendo do local (SCHÜH, 1993; WRATHER et al., 1997), e se o ataque for no estágio de enchimento de grãos, pode resultar em chochamento de até 50% das vagens formadas (CÂMARA, 1995).

O controle dessas doenças pode ser realizado com o uso de sementes livres do patógeno, eliminação de restos culturais infestados, rotação de culturas, tratamento de sementes com fungicidas, aplicação foliar de fungicidas e cultivares com menor nível de suscetibilidade, ou mesmo cultivares resistente (BALARDIN, 2001).

Para o controle das DFC no Brasil, atualmente, são indicados fungicidas do grupo dos benzimidazóis (carbendazin, tiofanato metílico), triazóis (difenoconazole, tebuconazole, epoxiconazole) e estrobilurinas (azoxystrobin) (EMBRAPA, 2007).

2.2 Cultura do milho

A cultura do milho está entre as três mais cultivadas no mundo, sendo superada pelo arroz e trigo. No Brasil o milho é cultivado em 3,6 milhões de propriedades rurais, distribuídas em quase todo o território nacional (IBGE, 2006; AGRIANUAL, 2006). A produção do milho brasileiro concentra-se em sua maioria nas

regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, sendo que a região Sul é responsável por 43% da produção, Sudeste (25%) e Centro-Oeste (22%) (DUARTE et al., 2006).

A produção de milho no Brasil tem se caracterizado pela divisão da produção em duas épocas de plantio. Os plantios de verão, ou primeira safra são realizados na época tradicional, durante o período chuvoso, que varia entre fins de agosto na região Sul até os meses de outubro/novembro no Sudeste e Centro-Oeste (no Nordeste este período ocorre no início do ano). Mais recentemente aumentou a produção na "safrinha", ou segunda safra. A "safrinha" se refere ao milho-de-sequeiro, plantado extemporaneamente, em fevereiro ou março, quase sempre depois da colheita da soja precoce, predominantemente na região Centro-Oeste e nas regiões Oeste e Noroeste do Paraná e São Paulo (DUARTE et al., 2006).

São colhidos em média no Brasil cerca de 12 milhões de hectares a cada safra, o que coloca o país como o terceiro na escala mundial de área colhida com esta cultura. Com a crise energética mundial, a importância do milho cresceu muito em razão de programas como os do biodiesel e do etanol. Surge, assim, uma grande oportunidade para que o Brasil definitivamente ingresse como um grande país exportador desse cereal, considerando que os Estados Unidos da América, o maior exportador para o mercado internacional, irão consumir parte significativa de sua produção para a indústria do etanol. Os EUA dedicaram em 2006 cerca de 54,6 milhões de toneladas produzidas de milho para tal finalidade, de um total de 272,8 milhões de toneladas (SILVA et al., 2006).

De acordo com Fancelli & Dourado-Neto (2003), o rendimento do milho pode ser influenciado por fatores como fertilidade do solo, disponibilidade hídrica, sistema de cultivo, potencial produtivo do híbrido e manejo de plantas daninhas, pragas e doenças. Representando cerca de 35,6% da safra de grãos do país, o milho tem sua produtividade ameaçada por um grande número de enfermidades (ANDRADE et al., 2000).

Segundo (AGROCERES, 1996; REIS & CASA, 1996) há no Brasil pelo menos vinte patógenos que ocorrem nesta cultura que podem causar prejuízos expressivos aos produtores. Os agentes etiológicos de doenças em milho no Brasil, causavam danos a esta cultura de maneira esporádica até o final da década de 1980, contudo, com o advento do milho safrinha constatou-se um aumento significativo na importância das doenças na cultura do milho, principalmente das ferrugens que só sobrevivem em material vivo. O aumento da frequência e severidade com que vêm ocorrendo, têm causado sensível redução na qualidade e na produtividade do milho (PINHO et al., 1999a; CULTIVAR, 2006). No campo o aumento das doenças tem sido favorecido por diversos fatores, tais como: aumento de inóculo, proporcionado pela prática do plantio direto, pela sucessão de cultivos e pela manutenção da umidade por irrigações via pivô central (SILVA, 1997).

As principais doenças que acometem esta cultura são: a mancha branca (etiologia indefinida); as ferrugens causadas por *Puccinia sorghi* (ferrugem comum), *Puccinia polysora* (ferrugem polissora) e *Physopella zaeae* (ferrugem branca ou tropical); queima-de-turcicum (*Exserohilum turcicum*); cercosporiose (*Cercospora zaeae*

maydis e *Cercospora sorghi* f. sp. *maydis*); mancha-foliar por *Stenocarpella macrospora* (= *Diplodia macrospora*); antracnose foliar (*Colletotrichum graminicola*); enfezamento pálido (*Spiroplasma kunkelii*); enfezamento vermelho e ainda a mancha de phaeosphaeria (*Phaeosphaeria maydis*) (CULTIVAR, 2006).

Segundo levantamento realizado pela Embrapa Milho e Sorgo, até o momento já se detectou os seguintes percentuais de redução na produção causada por doenças: enfezamentos (100%), ferrugem (80%), mancha de phaeosphaeria (63%), mosaico comum (50%) e raiado fino (30%). As enfermidades podem ocorrer de forma epidêmica, atingindo até 100 % das plantas na lavoura (DUARTE et al., 2006).

Bons conhecimentos do histórico da doença no campo e da susceptibilidade do híbrido à doenças são requeridos para avaliação das perdas causadas pelas mesmas.

Para se estimar o impacto da doença é necessário o conhecimento do seu potencial de danos, a compreensão do crescimento da planta e do desenvolvimento da epidemia.

O conhecimento dos patógenos que afetam a cultura do milho, causando prejuízos, assim como sua sintomatologia, são preponderantes para se reduzir à ação destes e mantê-los abaixo do nível de dano, proporcionando com isso produção e produtividade sustentável ao agricultor que se dedica ao cultivo desse cereal (CULTIVAR, 2006).

2.2.1 Cercosporiose no milho

A mancha-foliar-de-cercospora também conhecida como mancha-cinza-da-folha-do-milho é causada pelo fungo *Cercospora zea-maydis* Tehon & Daniels e foi inicialmente descrita no ano de 1925, encontradas no condado de Alexander, no estado de Illinois, EUA (WHITE, 1999; CARSON et al., 2002; LAPAIERE & DUNKLE, 2003). Desde então, e por cerca de sessenta anos, foi considerada uma doença sem importância. Durante os anos de 1988 a 1995 na região que é conhecida como “Cinturão do Milho”, nos EUA, observou-se um assustador aumento na severidade desta doença, tanto em cultivos irrigados como em cultivos de sequeiro (WARD et al., 1999).

Os componentes de rendimento mais afetados pela cercosporiose são número de grãos por espiga e o tamanho dos grãos. Segundo (REIS et al., 2004; BRUNELLI et al., 2006), no Brasil na safra de 2000 a cercosporiose do milho ocorreu em caráter epidêmico no sudoeste de Goiás, onde foram estimados danos de 73.240 toneladas de grãos. Ainda em relação aos danos causados pela cercosporiose, Nutter & Jenco (1992) determinaram que para cada 1,0% de acréscimo na severidade foliar da cercosporiose o rendimento de grãos foi reduzido em 47,6 kg.ha⁻¹, segundo o modelo de ponto crítico: $R = 8,767 - 47,6 S$ e $R^2 = 0,9$; onde R = rendimento de grãos, S = severidade foliar e R^2 = coeficiente de determinação (CASA et al., 2005).

O patógeno ataca todos os órgãos verdes do hospedeiro, surgindo primeiramente nas folhas inferiores, próximas da fonte de

inóculo primário constituída pelos restos culturais infectados da cultura anterior, que fornecem nutrientes para crescimento e produção de esporos do patógeno, estes por sua vez causam lesões que aparecem primeiro como pequenas manchas de bronzeamento, com aproximadamente 1 a 3 mm, de formato retangular a irregular, inicialmente imaturas, por isso não são facilmente distintas (NIVALL & MARTINSON, 1997; WOLF, 2002).

A resistência genética é o meio mais eficiente de se controlar a cercosporiose. O uso de fungicidas no controle da cercosporiose pode se dar em campos de híbridos suscetíveis onde ocorrem condições ótimas ao desenvolvimento da doença (WARD et al., 1999). No Brasil, durante os surtos epidêmicos de 2000 e 2001, muitos produtores da região Centro-Oeste do país optaram pela aplicação de fungicidas. Rotação de culturas também é importante para o controle da cercosporiose, pois este patógeno não pode sobreviver por períodos estendidos sem uma planta hospedeira. Assim, rotação com feijão e soja ou outra cultura não-hospedeira ajuda reduzir o nível de inoculo (MUNKVOLD *et al.*, 2001).

2.2.2 Mancha foliar de *phaeosphaeria* em milho

A mancha foliar de *phaeosphaeria* está amplamente distribuída nas áreas produtoras de milho. Seus primeiros relatos datam de 1966, cuja ocorrência estava restrita a Índia e Himalaia e, posteriormente aos EUA. A maior freqüência de ocorrência desta doença era encontrada no fim do ciclo da cultura, por isso não causava maiores danos a esta (FANTIN, 1994). No entanto, a mancha foliar de

phaeosphaeria passou a ser considerada de grande importância no início dos anos 90, quando foi observada causando sintomas em plantas mais jovens, sobretudo após a prática de plantio direto (FANTIN, 1994; REIS et al., 2004;).

As condições de clima favoráveis ao desenvolvimento desta doença são umidade relativa e temperatura girando em torno de 14C e 70%. Estas condições são encontradas normalmente em regiões com altitude superior a 600m acima do nível do mar (PEREIRA, 1997; REIS et al., 2004).

O agente etiológico desta doença é o fungo *Phaeosphaeria maydis* (P. Henn.) Rane, Payak & Renfro [*Sphaerulina maydis* P. Henn], cuja fase anamorfa ou imperfeita corresponde a *Phyllosticta* sp. (FANTIN, 1994; PEREIRA, 1997). De acordo com Alexopoulos et al. (1996), *P. maydis* foi descrita pertencendo à subdivisão Ascomycotina, ordem Pleosporales e família Pleosporaceae. Os peritécios são esféricos a subglobosos e possuem ostíolos papilados. Formam ascas hialinas, clavadas ou cilíndricas, retas ou curvadas, com 8 ascósporos medindo de 44,5 -70,0 x 7,5-8,5 µm. Os ascósporos são hialinos, retos ou ligeiramente curvados, com 3 septos, ligeiramente constrictos nos septos com dimensões de 14,5-17,0 x 3,5-5,0 µm. Os picnídios no estágio anamorfo (*Phyllosticta* sp.) são esféricos ou globosos, cuja coloração é marrom escuro a preto, e possuem ostíolo arredondado. Os conídios são hialinos medindo cerca de 3,2-9,0 x 2,4-3,2 µm (McGEE, 1988; PEREIRA, 1997; WHITE, 1999; REIS et al., 2004).

Os primeiros sintomas são observados nas folhas inferiores, iniciando no ápice destas e distribuindo-se ao longo da

lâmina foliar até a base da mesma, progredindo rapidamente para as folhas superiores à medida que a planta avança no seu estágio fenológico. As lesões mostram-se como pequenas manchas verde esmaecido ou levemente cloróticas com 0,3 a 2,0 cm de diâmetro, posteriormente tornam-se esbranquiçadas com bordos escuros, arredondadas a oblongas. Com o passar do tempo essas lesões tendem a coalescer, levando a morte dos tecidos foliares e podendo causar à morte total das folhas. Dependendo das condições ambientais, no centro das manchas podem ser observados pequenos pontos escuros ou negros (peritécio e picnídios), que são corpos de frutificação do fungo (FANTIN, 1994).

A fonte primária de inóculo constitui-se de restos de cultura e até o momento nenhum hospedeiro intermediário foi identificado. A disseminação de *P. maydis* ocorre pelo vento e por respingos de chuva. A doença é mais severa em plantios compreendidos entre a segunda quinzena de novembro e março (PEREIRA, 1997).

Com relação ao controle da doença, Casela et al., (2003) relatam que o plantio de cultivares resistentes, assim como plantios realizados mais cedo reduzem a severidade da doença, e ainda o uso da prática da rotação de culturas contribui para a redução do potencial de inóculo. Pereira (1997) relata que o uso de cultivares resistentes, nas regiões onde o patógeno encontra melhores condições de desenvolvimento, é o método de controle mais eficiente para a doença.

2.2.3 Ferrugens em milho

No Brasil, já foram determinados danos de 44,6% à produção de milho pelas ferrugens. São três que ocorrem no país: a ferrugem comum, causada por *Puccinia sorghi*, a polissora por *P. polysora* e a branca por *Physopella zaeae*.

As ferrugens são favorecidas por temperatura em torno de 27 °C, alta umidade relativa do ar e altitudes inferiores a 900 m (CULTIVAR, 2006). A ferrugem polissora é considerada a ferrugem de maior importância na Região Central do Brasil, podendo causar danos significativos no rendimento de grãos em híbridos suscetíveis. Na Região Sul do Brasil ela vem ocorrendo em alguns locais, em função do cultivo de híbridos suscetíveis e de clima favorável. Sua manifestação ocorre na forma de pequenas pústulas circulares de cor laranja-vermelho, sobre as folhas e demais órgãos verdes, podendo medir de 0,2 a 2,0 mm de diâmetro.

A doença está distribuída por toda a região Centro-Oeste, Noroeste de Minas Gerais, São Paulo, parte do Paraná e parte do Rio Grande do Sul. O desenvolvimento das pústulas ocorre mais facilmente na face superior do que na inferior do limbo foliar do milho. Os sintomas e os sinais podem ser observados em qualquer estágio de desenvolvimento da planta. Antes do surgimento da pústula é possível observar, ao expor as folhas de milho contra os raios do sol a formação de um halo amarelado (sintoma) que, posteriormente, terá a pequena pústula (sinal) desenvolvida sobre ele (REIS et al., 2004). O plantio de híbridos com resistência genética é um bom manejo para a doença.

2.2.4 Helmintosporiose

A helmintosporiose-comum, também conhecida como queima-da-folha-do-milho, mancha da folha do milho, mancha por turcicum, é uma doença causada pelo fungo necrotrófico *Exserohilum turcicum* Leonard & Suggs (*Helminthosporium turcicum* Pass). No Brasil essa doença tem ocorrido esporadicamente em áreas onde a temperatura e a umidade relativa do ar são mais elevadas (KAMIKOGA et al., 1991).

Dependendo da presença do inóculo na área, da suscetibilidade do cultivar ou híbrido, do estágio fenológico da planta e das condições climáticas, aumenta a possibilidade da ocorrência de uma epidemia e, conseqüentemente, de danos e perdas na produção de grãos. Quando uma alta intensidade da doença for estabelecida, antes do pendoamento, os danos no rendimento de grãos podem chegar a 50% (SHURTLEFF apud REIS et al., 2004). Os primeiros sintomas surgem aproximadamente uma semana após a inoculação do patógeno nas folhas (ELLIOTT & JENKINS apud REIS et al., 2004); iniciam como lesões foliares de formato elíptico e alongado, variando de comprimento de 2,5 – 15 cm, predominantemente de cor cinza, às vezes verde-acinzentadas ou pardas, sem bordos delimitados de coloração parda avermelhada, inicialmente nas folhas inferiores progredindo para a parte superior da planta. Em infecções severas, o número de lesões por folha aumenta, podendo levar à morte prematura da planta. As espigas das plantas severamente afetadas são pequenas (REIS et al., 2004). Noites com orvalho contínuo favorecem o

patógeno, no entanto, a epidemia da doença é retardada por tempo seco.

2.2.5 Manejo de doenças em milho

O manejo de doenças no milho pode ser genético (uso de cultivares resistentes), químico (tratamento de sementes com fungicidas, aplicação de fungicidas em órgãos aéreos) e cultural (escolha da época de semeadura, rotação de culturas) (REIS et al., 2004).

A aplicação de fungicidas em órgãos aéreos do milho visando o controle de algumas doenças está restrita em função da suscetibilidade do híbrido, das condições de ambiente e do tipo de sistema de cultivo predominante na lavoura ou na região. A ferrugem polissora, a helmintosporiose comum e a cercosporiose são as doenças mais comumente controladas pela aplicação de fungicidas. A mancha de *phaeosphaeria* também merece atenção, uma vez que está comprovado o seu potencial de dano causado pela redução da área foliar sadia (REIS et al., 2004).

Os fungicidas triazóis e estrobilurinas têm sido bastante utilizados no controle de doenças cujos agentes causais são tanto fungos biotróficos (ferrugens), quanto fungos necrotróficos (cercosporiose e *phaeosphaeria*). Estes apresentam amplo espectro de ação. Os triazóis apresentam ação preventiva, muito evidenciada devido ao período residual desses produtos. A maioria dos fungicidas pertencentes a este grupo possui propriedades curativas/erradicantes e

antiesporulantes, atuando em vários pontos do ciclo biológico do fungo (AZEVEDO, 2001).

Em se tratando das estrobilurinas, estas possuem altos níveis de atividade intrínseca em baixas doses contra os ascomicetos (cercopriose e phaeosphaeria), basidiomicetos (ferrugens), deuteromicetos e oomicetos. Semelhante aos triazóis, as estrobilurinas são consideradas de multiação, por apresentarem atividade preventiva, curativa/erradicante e antiesporulante (AZEVEDO, 2001).

De acordo com Azevedo (2001), essas características de multiação dos triazóis e estrobilurinas, além de interromper o ciclo dos fungos em vários pontos, têm permitido uma flexibilidade muito grande nos programas de pulverização nas culturas do trigo, café, feijão, hortaliças e milho.

2.3 Adjuvantes

Segundo Sticker (1992), os adjuvantes são produtos que adicionados aos agroquímicos aumentam o desempenho da solução. Uma definição mais recente de Hazen (2000) define os adjuvantes como materiais adicionados ao tanque de mistura com o objetivo de modificar a ação química e as propriedades físicas da calda.

A história de adjuvantes agrícolas tem sido relatada desde o início dos séculos 18 e 19 quando aditivos como, resinas de pinheiro, farinha de trigo, melão e açúcar foram utilizadas com cal, enxofre, cobre, e arseniatos para melhorar a atividade biológica por meio das modificações físicas e químicas das caldas (GREEN; BEESTMAN, 2007).

O modo de ação de adjuvantes pode ser complexo e, em combinação com fungicidas, não somente pode resultar em melhoria para a deposição como para o controle de patógenos (ABBOTT et al., 1990; STOCK; BRIGGS, 2000). Um dos fatores que pode influenciar a eficiência dos produtos é o volume de adjuvante. McMullan (1993) observou maior eficiência do herbicida com o aumento da concentração do adjuvante na calda de pulverização, bem como a retenção do herbicida. Sua influência na deposição, retenção, translocação ou atividade biológica pode ser totalmente diferente conforme o alvo e espécie.

A formação de uma gota é resultado da interação entre a ponta e o líquido de pulverização sendo, o desempenho da ponta susceptível a ser fortemente afetada pelas propriedades dos líquidos e pela adição de adjuvantes (DE RUITER, 2002).

A aplicação de agrotóxicos líquidos é afetada por muitas variáveis, incluindo a estabilidade do agrotóxico, solubilidade, incompatibilidade, volatilização, formação de espumas, tensão superficial, viscosidade, densidade, tamanho de gotas, deriva, cobertura, aderência, penetração, entre outras. Os adjuvantes são o ponto chave para o controle destas variáveis que quando controladas muitos problemas das aplicações de agrotóxicos serão minimizados ou eliminados e melhores serão os resultados da aplicação (STICKER, 1992; HOCK, 2004).

Os adjuvantes podem ser designados para desempenhar específicas funções, incluindo tamponantes, dispersantes, emulsificantes, molhantes, adesivos e espalhantes. Também pode reduzir a evaporação, espuma, volatilização e deriva. Um simples

adjuvante não pode desempenhar todas estas funções, mas diferentes adjuvantes compatíveis frequentemente são combinados para desempenhar múltiplas funções simultaneamente (TU; RANDALL, 2003; STOCK, 2000).

Os adjuvantes são classificados em dois grupos: Adjuvantes ativadores e adjuvantes úteis ou com propósitos especiais (VAN VALKENBURG, 1982; STICKER, 1992; HAZEN, 2000; McMULLAN, 2000; STOCK; BRIGGS 2000; TU; RANDALL, 2003).

2.3.1 Adjuvantes ativadores

Os adjuvantes ativadores são aqueles que têm como principal objetivo melhorar diretamente a atividade do agrotóxico, principalmente aumentando a taxa de absorção, e, como resultado, maior eficiência (PENNER, 2000). Os adjuvantes ativadores incluem os surfatantes, óleos vegetais, óleos de sementes metilados, óleos minerais, derivados de silicones e, bem como fertilizantes nitrogenados. Algumas misturas de formulações de herbicidas são inclusos como adjuvantes ativadores, por exemplo, Roundup Ultra® que contém o herbicida glifosato e um surfatante e Pathfinder II® o qual contém o herbicida triclopyr e um óleo o qual é um ativador.

Dentre os adjuvantes ativadores, os surfatantes são os mais amplamente utilizados e provavelmente os mais importantes de todos os adjuvantes (MILLER; WESTRA, 1998). O nome é derivado de agentes ativadores de superfície porque estes componentes facilitam ou melhoram a emulsificação, dispersão, molhamento e adesão das

moléculas do agrotóxico no tanque de mistura, bem como reduzem a tensão superficial da água (KIRKWOOD et al., 1999). Existem antigos estudos de que alguns surfatantes aumentam a permeabilidade da cutícula foliar e membrana plasmática (HAAPALA, 1970; PARR et al., 1965). A melhoria da atividade dos fungicidas é, entretanto, acreditada por ser resultado do surfatante que induz um desarranjo normal das células reguladoras da permeabilidade. Eles têm a capacidade de reduzir a tensão superficial da gota, o que diminui o ângulo de contato entre as gotas e a cera cuticular da folha, proporcionando maior molhamento e espalhamento sobre a superfície alvo (HESS; FOY, 2000; WAGNER et al., 2003).

Segundo Tu & Randall (2003), os surfatantes atuam melhorando o contato entre as gotas e a superfícies e aumentam a taxa de absorção por meio de cinco fatores: 1 - Exerce um espalhamento mais uniforme da solução sobre as folhas da planta; 2 - aumenta a retenção das gotas sobre as folhas da planta; 3 - aumenta a penetração por meio de tricomas e outras estruturas foliares; 4 - previne a cristalização dos depósitos pulverizados; e, 5 - reduz a evaporação, aumentando o tempo de retenção da pulverização. A eficiência dos surfatantes é determinada pelas condições ambientais, características do alvo e a interação entre o surfatante e o agrotóxico utilizado. Os surfatantes são classificados de acordo com a forma de ionização ou dissociação na água. Quando se ionizam positivamente são denominados de catiônicos, negativamente aniônicos, quando não se ionizam denominados de não iônicos e com ambas as cargas (positivas e negativas) são denominados de anfóteros. Um agrotóxico na presença de um surfatante não iônico apresenta atividade totalmente

diferente quando na presença de um surfatante catiônico ou aniônico.

Segundo Hock (2004), a seleção errada de um surfatante pode reduzir a eficiência do ingrediente ativo do agrotóxico e aumentar o risco de toxidez na planta.

Os surfatantes aniônicos são mais eficientes quando utilizados com agrotóxicos de contato. Os surfatantes não iônicos são mais utilizados com agrotóxicos sistêmicos, auxiliando na penetração do ingrediente ativo nas cutículas das folhas e também são biodegradáveis e compatíveis com muitos fertilizantes foliares. Alguns surfatantes não iônicos são ceras sólidas e requerem a adição de um solvente, geralmente, utilizam álcool ou glicol para solubilização dentro dos líquidos. Os glicóis são geralmente preferidos sobre os alcoóis porque os alcoóis são inflamáveis, evaporam rápido e aumentam o número de gotas finas propensas a deriva quando pulverizado (HAZEN, 2000).

Os organossilicones fazem parte do grupo de surfatantes não iônicos. O potencial do uso de surfatantes organossilicone com herbicidas foi relatado em 1973 por Jansen, que estudou o potencial dos adjuvantes organossilicone no aumento da atividade dos herbicidas (STEVENS et al.,1992). Além disso, esses adjuvantes têm contribuído para reduzir o efeito da chuva após aplicação, ou seja, reduz o período mínimo necessário sem chuva para que o herbicida não tenha sua ação comprometida. Segundo Antuniassi et al. (2010), a ocorrência de chuva após a aplicação de herbicidas é um dos fatores determinantes para a caracterização do desempenho no controle de plantas daninhas. Também os organossilicones têm demonstrado características superiores para o molhamento e penetração nas folhas via estômatos

(NEUMANN; PRINZ, 1974, STEVENS, 1994). Eles têm sido amplamente utilizados com os herbicidas e com menos frequência com reguladores de crescimento, nutrientes foliares, inseticidas e fungicidas (STEVENS, 1994). Devido estas propriedades, de melhorar a absorção do ingrediente ativo nas plantas, ele pode ser considerado como um adjuvante ativador (VAN VALKENBURG, 1992).

Os mais antigos produtos na categoria de penetrantes são os óleos minerais e os óleos derivados dos vegetais (MANTHEY et al., 1989). Os óleos vegetais são extraídos de sementes de algodão, soja, girassol, canola e os óleos minerais são derivados do petróleo (petróleo bruto extraído das refinarias). Segundo Antuniassi (2009), a utilização de óleos nas caldas tem como função principal de melhorar a penetração e adesão dos defensivos nas folhas.

As principais categorias dos óleos derivados de minerais e vegetais são: óleo mineral concentrado, óleo mineral emulsionável, óleo vegetal concentrado, óleo vegetal modificado e óleo vegetal modificado concentrado. O óleo mineral concentrado é definido como um produto baseado em óleo mineral emulsionável com 5 a 20% de surfatante e um mínimo de 80% de óleo mineral altamente refinado. O óleo mineral emulsionável é um produto baseado em óleo mineral emulsionável contendo até 5% de surfatante e o restante de óleo mineral altamente refinado. O óleo vegetal concentrado é um óleo vegetal emulsionável contendo 5 a 20% de surfatante e um mínimo de 80% de óleo vegetal. O óleo vegetal modificado é um óleo extraído de semente que foi quimicamente modificado (por exemplo, ésteres metilados ou etilados). O óleo vegetal concentrado modificado é um emulsionável, óleo vegetal modificado quimicamente contendo 5 a

20% de surfatante e o restante de óleo vegetal modificado (TU & RANDALL, 2003). Segundo Pringnitz (1998), os óleos emulsionáveis podem melhorar a absorção da solução óleo-herbicida mais que o óleo sozinho devido a formação de uma emulsão, bem como na redução da tensão superficial da solução.

Segundo Miller & Westra (1998), os óleos vegetais são derivados da soja ou algodão, também reduzem a tensão superficial, mas eles não são tão eficientes quanto aos outros surfatantes no aumento do molhamento, adesão e penetração. Eles são geralmente divididos em dois tipos: óleos triglicérides e óleos metilados. Os óleos triglicérides são essencialmente uma mistura de óleo e surfatante e geralmente são chamados de óleos de sementes por serem extraídos das plantas por pressão ou solventes e tem uma tendência de alta viscosidade em comparação aos óleos metilados. Os óleos triglicérides usualmente contêm somente de 5 a 7% de surfatante emulsificante enquanto o óleo metilado contém 10 a 20% de surfatante. Óleos esterificados de sementes são óleos vegetais de sementes com surfatantes ou emulsificante já adicionado que apresentam propriedades de molhamento e penetração, porém tendem a ser mais caros que os óleos adjuvantes comuns. Segundo Nalewaja (1994), a composição do óleo é diversificada e dependendo da fonte pode influenciar totalmente a sua eficiência.

Os adjuvantes com funções de adesivantes têm maior propagação e biodisponibilidade dos ingredientes ativos, alterando a cera das cutículas das plantas, ou outros componentes da área alvo, permitindo maior molhabilidade, especialmente para os fungicidas de contato (PENNER, 2000). Os óleos minerais e vegetais possuem

amplo espectro de uso, sendo utilizados isoladamente tanto no controle de insetos e fungos, quanto como adjuvantes adicionados às caldas de pulverizações (MENDONÇA et al., 2007).

Trabalhos realizados por Sanderson et al. (1997) mostram que a adição de óleo vegetal à calda de pulverização aumentou o diâmetro das gotas. Comparando os diâmetros característicos dos bicos padrões, com e sem adição de óleo, notou-se aumento dos valores com o uso do óleo em todas as pressões estudadas. Também observaram que as porcentagens de gotas com diâmetro inferior a 100, 150 e 200 μm diminuíram, demonstrando também o potencial do óleo na redução da deriva. Os autores concluíram que na avaliação do efeito do óleo de soja como adjuvante no espectro de gotas, ocorreu um aumento do diâmetro de gotas com o acréscimo de óleo à calda de pulverização, aumento da tensão superficial e viscosidade dificultando sua desintegração em gotas pelo bico de pulverização.

Os fertilizantes à base de amônio ou nitrogênio são frequentemente adicionados aos herbicidas e apresentam a função de adjuvantes ativadores porque auxiliam na prevenção de formação de precipitados no tanque de mistura ou sobre a superfície das folhas. Eles também reduzem a tensão superficial, aumentando o espalhamento do herbicida sobre as folhas, neutraliza as cargas iônicas e aumenta a penetração do herbicida dentro das folhas. Os fertilizantes amônios usados como adjuvantes incluem a uréia, sulfato de amônio, nitrato de amônio e polifosfato de amônio. A atividade de fertilizantes amônios é função da interação herbicida e espécies específicas e, provavelmente, dependem de vários mecanismos. Os sulfatos de amônio são também usados para reduzir o antagonismo de metais

pesados na água da solução pulverizada. Alguns íons, ferro, zinco, magnésio, sódio, potássio e cálcio podem reagir com certos herbicidas formando precipitados e reduzindo a eficiência do herbicida (NALEWAJA, 1994).

2.3.2 Adjuvantes úteis

Os adjuvantes denominados úteis são adjuvantes adicionados ao tanque de mistura da pulverização, atuando como facilitadores do processo de pulverização por meio da redução dos efeitos negativos da pulverização e não influenciam diretamente na eficiência do agrotóxico (McMULLAN, 2000). Os adjuvantes úteis incluem os agentes compatibilizantes, depositantes, dispersantes, controladores de deriva ou retardantes, espumantes, condicionadores da água, acidificantes, tamponantes, umectantes, protetores de raios ultravioletas e corantes (marcadores).

O agente compatibilizante é definido pela ASTM (Sociedade Americana de Testes de Materiais) como um material de superfície ativa que permite aplicação simultânea de fertilizantes líquidos e agrotóxicos ou mais que uma formulação de agrotóxico com uma uniformidade no tanque ou melhora a homogeneidade no tanque e uniformidade da aplicação (ASTM, 1995). Os agrotóxicos podem reagir química e fisicamente entre si e formar uma mistura não homogênea (McMULLAN, 2000). Estes produtos reduzem a tensão interfacial entre dois líquidos imiscíveis, proporcionando a formação de uma emulsão de um líquido em outro, como por exemplo, óleo em

água por meio da combinação de grupos polares com apolares (FLECK, 1993).

Os agentes condicionadores são produtos que ampliam a gama de situações sob as quais se pode utilizar uma formulação. Agentes de compatibilidade permitem aplicação simultânea de dois ou mais agrotóxicos. Eles são freqüentemente usados quando se aplicam uma mistura de herbicida com fertilizantes foliares. A menos que o rótulo de um defensivo agrícola não recomende a mistura, um agente de compatibilidade deve ser incluído (CURRAN et al. 1999; TU & RANDAL, 2003). Produtos que tem estas propriedades ajudam a estabilidade da dose o que permite reduzir as variações na concentração do defensivo ao longo do tempo.

Os agentes depositantes são definidos como um material que melhora a capacidade de deposição do agrotóxico pulverizado sobre a superfície alvo (ASTM, 1995). Os agentes depositantes podem melhorar a deposição por dois métodos: O primeiro pelo aumento direto da quantidade de agrotóxico depositado e o segundo pela uniformidade de deposição sobre o dossel das plantas. Por exemplo, Farris (1991), encontrou um aumento do número de gotas por área (gotas cm^{-2}), quando um agente depositante foi adicionado a calda de pulverização. No primeiro método, o benefício é na melhor eficiência e potencial de redução da taxa de agrotóxico. O segundo benefício é reduzir a quantidade de agrotóxico depositado no ambiente não alvo. Tipicamente, os agentes depositantes não alteram o DMV (diâmetro mediano volumétrico) ou a fração de deriva. Richard et al. (1998), não encontraram relação entre a quantidade depósitos e o VMD e o V100 (menores que 100 μm), utilizando quatro diferentes adjuvantes

depositantes. Todos os quatro adjuvantes não afetaram o espectro de gotas, porém alguns adjuvantes aumentaram a quantidade depositada.

A deposição das pulverizações é influenciada pela tensão superficial e viscosidade afetando a energia de dissipação durante o processo de colisão das gotas com o alvo. A superfície da planta, velocidade e o ângulo de contato também são importantes.

Polímeros que aumentam a viscosidade e diminuem a tensão superficial podem melhorar a deposição das gotas sobre o alvo e diminuir o ricocheteio das gotas oriundo da colisão com o alvo (BERGERON et al., 2003). Em geral, aumentando a quantidade de herbicida ou fungicida depositado sobre o organismo alvo ou melhorando a uniformidade da pulverização sobre o dossel tem-se como resultado o melhor controle da planta daninha ou doença (McMULLAN, 2000).

Os dispersantes são substâncias que evitam a aglomeração das partículas através da redução das forças de coesão entre as mesmas, fazendo com que as suspensões mantenham-se estáveis por um determinado tempo. São muito importantes para manter estáveis as formulações de pós-molháveis, evitando que as partículas sólidas se aglomerem e precipitem (FLECK, 1993).

Os agentes redutores de deriva são definidos como um material adicionado ao tanque de mistura com o objetivo de reduzir a deriva. Os agentes redutores de deriva alteram a viscosidade da calda produzindo um espectro de gotas com maior DMV, reduzindo o número de gotas com menores diâmetros que são facilmente desviadas do alvo (HEWITT et al., 1993). Estes adjuvantes são tipicamente compostos de grandes polímeros com poliacrilamidas e

polissacarídeos e certos tipos de gomas (TU & RANDALL, 2003).

Zhu et al. (1997) observaram que o DMV produzido por pontas tradicionais aumentou proporcional a medida que a taxa do adjuvante a base poliacrilamida foi aumentada. Conforme Bode et al. (1976), os adjuvantes redutores de deriva diminuíram a quantidade de deriva depositada em avaliações em campo para velocidade de vento entre 2,9 a 4,9 m.s⁻¹ em torno de 15 a 50% com uso de baixa concentração e 70 a 80% em altas concentrações, porém com modificações na viscosidade. Resultados sobre a avaliação da característica da pulverização com quatro tipos de pontas usadas sozinhas e combinadas com meia e uma dose de dois adjuvantes redutores de deriva (Poliacrilamida e hidroxipropil guar) em formulações de caldas com glifosato são apresentados por Fietsam et al. (2004). Os autores concluíram que as adições dos adjuvantes influenciaram diferentemente o desempenho de todas as pontas avaliadas e que foi dependente do tipo de ponta e da concentração dos adjuvantes.

Os agentes antiespumantes são compostos obtidos a partir da diluição do silicone em um solvente apropriado para o uso final do produto. Eles reduzem a formação de espumas no tanque de pulverização em função de serem produtos de boa resistência à radiação ultravioleta, boas propriedades umectantes, antifricção e lubricidade, inércia hidrofóbica e fisiológica, estabilidade ao cisalhamento e baixa tensão superficial. Com isso, eles conseguiram aliar a outros componentes, um grande poder destrutivo de espumas e bolhas, além de possuírem um efeito duradouro na sua ação antiespumante (GARCIA et al., 2004). O excesso de espuma no

tanque de mistura causa inúmeros problemas para o aplicador, como escoamento de espumas para fora do tanque ou dificultando a lavagem e limpeza do pulverizador. A espuma produzida na calda de pulverização é uma emulsão de ar e água, geralmente causada pelo sistema de agitação do pulverizador em adição de alguns tipos de surfatantes de caldas que reduzem a tensão superficial suficientemente para que o ar entre na água e resulta na produção de espumas (McMULLAN, 2000).

Os agentes condicionadores reduzem os problemas relacionados à água dura. Água dura é água rica em íons alcalinos ferrosos na forma de carbonato, especialmente íons de cálcio e magnésio que ligam com alguns ingredientes ativos de alguns agrotóxicos, o qual resulta em redução da eficiência (HOCK, 2004). Por exemplo, cálcio na calda de pulverização reduz a eficiência do glifosato (BUHLER & BURNSIDE, 1983). Os principais agentes condicionadores de calda são os denominados de quelatizantes que são compostos que isolam a carga elétrica e suprimem a reatividade de moléculas e íons e são muito utilizados em casos de água dura. Diversos compostos, naturais ou sintéticos, apresentam efeito quelatizante, como por exemplo, ácido cítrico, ácido fenólico e o Etilenodiaminotetracetato (EDTA) que podem ser usados (ZAMBOLIM, 2006).

Agentes acidificantes são definidos como material que pode ser adicionado ao tanque de mistura para reduzir o pH (ASTM, 1995). Tipicamente são diluídos em soluções de ácidos fortes, reduzindo rapidamente o pH de caldas extremamente alcalinas ou agrotóxicos alcalinos. Segundo Antuniassi (2009), o pH da calda e a dureza da

água são fatores que podem influenciar no desempenho fitossanitário, induzindo a inativação ou degradação de alguns ingredientes ativos.

Os agentes tamponantes são definidos como compostos ou misturas que causam à solução resistência de mudança de pH com característica que limita numa faixa de pH a qual o agrotóxico é eficiente (ASTM, 1995). A maior parte das soluções ou suspensões são estáveis em pH 5,5 a 7,0 (levemente ácido para neutro). Ambos agentes acidificantes e tamponantes reduzem o pH, porém os agentes tamponantes mantêm o pH numa faixa na solução quando materiais ácidos ou alcalinos são adicionados à caldas enquanto um agente acidificante não necessariamente mantêm constante o nível do pH na calda (STOCK, 2004). O ajuste do pH das caldas de pulverização de herbicidas podem aumentar a potencialidade e eficiência dos herbicidas devido a minimizar os efeitos antagônicos de alguns íons na calda, por exemplo, a formação de precipitados. Segundo Zambolim (2006), cada fungicida tem pH ideal e a hidrólise é a reação química comum quando os fungicidas são preparados com água fora do pH ideal de atuação dos fungicidas.

Os umectantes, como adesivos, aumentam a quantidade de tempo que o herbicida ou fungicida está sobre a folha, de uma forma disponível para absorção (HAZEN, 2000). Quando a água evapora da gota de pulverização, o ingrediente ativo se torna um resíduo cristalino, não disponível para absorção pelas folhas. Os umectantes mantêm a umidade dos depósitos de pulverização em forma de uma verdadeira solução e, portanto, estendem o tempo do herbicida para a absorção. Eles geralmente são solúveis em água e aumentam o teor de água dos depósitos de pulverização retardando o tempo de evaporação

e aproveitando a umidade do ambiente. Os umectantes comumente usados incluem o glicerol, propileno glicol, dietileno glicol, polietileno glicol, uréia e sulfato de amônio. A glicose e melão foram utilizados como umectantes no passado, mas eles não são identificados para tal uso e não devem ser adicionados a qualquer formulação do herbicida (HESS, 2000).

Os adjuvantes com funções de protetores funcionam como adesivos retendo o defensivo mais rapidamente no alvo, reduzindo a velocidade de volatilização e inibindo degradação por raios ultravioletas. São muito utilizados na fruticultura, para aplicação de inseticidas e fungicidas como formulados pós-molháveis (HOCK, 1998). Segundo Green (2001), a luz solar natural, especialmente os raios ultravioletas (UV), pode degradar alguns herbicidas. Alguns adjuvantes de herbicidas que protegem contra os efeitos deletérios da luz solar estão disponíveis. Eles podem fazer isso por alguns processos físicos ou químicos, como aumentar a taxa de retenção do herbicida pela cutícula ou por absorção dos raios ultravioletas.

Os corantes são definidos como material usado para alterar a cor da calda no tanque de mistura (ASTM, 1995). Eles são utilizados nas aplicações para marcar onde as bordas da barra passam, reduzindo sobreposições ou falhas entre as passadas adjacentes nas aplicações e também são frequentemente utilizados como marcadores nos estudos de avaliação de pulverizações (GREEN, 2001).

Segundo Miller & Butler Ellis (2000), mudanças nas propriedades do líquido pulverizado podem influenciar tanto o processo de formação das gotas como o comportamento destas em contato com o alvo, alterando o potencial de risco de deriva da

aplicação. Ainda, segundo Stock & Briggs (2000), as propriedades físicas e químicas dos adjuvantes determinam suas funções, impactos sobre as atividades biológicas e, são dependentes da proporção relativa de cada componente na mistura, incluindo a água. As principais propriedades físicas e químicas que podem alterar a eficiência de uma calda de aplicação podem ser a viscosidade, densidade, tensão superficial, e potencial hidrogeniônico.

Todas as superfícies de um fluido exibem um fenômeno chamado tensão superficial. A tensão superficial de um produto está diretamente relacionada à polaridade de sua estrutura química. A água apresenta maior tensão superficial porque sua superfície altamente polar é rica em pontes de hidrogênio, resultando em dificuldades na umectação de uma superfície apolar. Aumentando a concentração de um surfatante no tanque de mistura geralmente reduz a tensão superficial e provavelmente aumenta a probabilidade da gota aderir a folha e molhar a sua superfície, conseqüentemente, melhorando a penetração do agrotóxico pela cutícula da folha. Adicionando muito surfatante, entretanto, pode afetar negativamente a capacidade de molhamento e espalhamento, porque as gotas estarão propensas a escoar e cair fora da folha. Alguns surfatantes atuam aumentando o tamanho de gotas e reduzindo a tensão superficial e são menos propensos a deriva (TU & RANDALL, 2003)

Dentre os efeitos dos adjuvantes, destaca-se a redução da tensão superficial das gotas pulverizadas, causando o seu achatamento, o que aumenta a sua superfície de contato com o alvo biológico e melhora a cobertura deste. A tensão superficial refere-se

às forças que existem na interface de líquidos não miscíveis, impedindo que eles se misturem (AZEVEDO, 2001).

A tensão superficial é uma importante propriedade porque uma boa retenção ou adesividade dos agrotóxicos na superfície foliar é consequência de uma boa molhabilidade (TANG & DONG, 2008). Esta ocorre em função da maior área de contato obtida pela redução da tensão superficial, que é a força interna do líquido que mantém suas moléculas unidas, que por sua vez é influenciado pela presença de surfatantes na calda (ANTUNIASSI, 2009). Portanto, a tensão superficial das gotas e sua interação com a superfície alvo influenciam não só a molhabilidade, mas também no processo de absorção, que é fundamental para a eficiência da aplicação. Palladini (2000) encontrou diferenças significativas na tensão superficial de soluções aquosas de inseticidas, fungicidas e acaricidas sem a presença de adjuvante. O autor descreve que muitas formulações comerciais já apresentam alguns componentes que reduzem a tensão superficial, porém em alguns casos essa redução não é suficiente e ainda é necessário que mais algumas propriedades da calda de pulverização sejam melhoradas.

A água é o veículo principal para diluição de formulações de agrotóxicos para a pulverização, porém segundo Stevens (1993), a água apresenta baixa capacidade de retenção quando aplicada sobre alvos com superfícies cerosas e hidrofóbicas. Herbicidas e fungicidas aplicados na superfície foliar devem penetrar a cutícula e o plasmalema antes de atingir o citoplasma e ser posteriormente carregado para seu sítio de ação (HOLLOWAY & EDGERTON, 1992). A natureza hidrofóbica da cutícula age como barreira entre

a folha e o ambiente, prevenindo a perda excessiva de água pela transpiração celular e protegendo a célula contra estresse biótico e abiótico. Variação na composição química, características morfológicas e estruturais da cera epicuticular entre espécies de plantas, associado às condições ambientais, são fatores determinantes da seletividade e eficácia de alguns herbicidas (BAKER & CHAMEL, 1990; NEWSOM et al. 1993). Adjuvantes são acrescentados à calda de pulverização com o objetivo de melhorar a eficiência das pulverizações foliares de herbicidas e fungicidas, reduzir o impacto das interferências ambientais e permitir uma penetração cuticular mais eficiente (STOUGAARD, 1997), facilitar o molhamento em superfícies hidrorrepelentes e facilitar o contato da calda com a cutícula em superfície pilosas, as quais tendem a manter as gotas suspensas (KISSMANN, 1996). Dentre esses, tipicamente os surfatantes reduzem a tensão superficial do líquido de pulverização, diminuindo o ângulo de contato (que depende da cerosidade da superfície e tensão superficial do líquido) das gotas isoladas sobre a superfície foliar, fazendo com que elas deixem de ser esféricas (SINGH & MACK, 1993; McWHORTER & OUZTS, 1994).

Mendonça et al. (2007) avaliaram a tensão superficial estática de óleos minerais e vegetais e concluíram que óleos minerais e vegetais não são tão eficientes em reduzir a tensão superficial em baixas concentrações, quando comparados com outros adjuvantes que não contém óleos em suas formulações. Em estudos sobre a eficiência dos surfatantes na redução da tensão superficial, Montório (2001), verificou que os adjuvantes siliconados foram os que atingiram os

menores valores de tensão superficial estática, chegando a 20 mN m^{-1} em soluções aquosas.

2.4 Tecnologia de aplicação

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 pelo 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 das gotas produzidas, 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 plano, esse conceito começou a ser alterado, visto que apresentam uniformidade de distribuição e cobertura dos estratos da planta (BALARDIN, 2002).

As pontas de jato plano 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, 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 plano simples 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.

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.

O espectro de gotas produzido por um equipamento refere-se a 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 por via aerea 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 com velocidade do vento acima da 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).

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(índice de área foliar) 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, a mudança no tamanho da gota e a adição de adjuvantes à calda beneficiando o espalhamento de gotas são estratégias possíveis.

Outra forma que expressa a cobertura do alvo é através da densidade de cobertura 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 fungicidas sistêmicos e entre 50 a 70 gotas.cm⁻² 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 o 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 frequentemente maiores (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.

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).

2.5 Utilização de adjuvantes em calda de pulverização

O uso de fungicidas é um dos principais métodos de controle de doenças de plantas, sendo a única forma economicamente viável de controle para diversos problemas fitossanitários.

O resultado de deposição deverá estar justificado pelo efeito biológico sobre a doença. Com isto, o sucesso do tratamento fitossanitário será medido pela eficiência na colocação do produto no alvo e pelo respectivo efeito biológico. No caso da aplicação em pulverização, será a deposição da gota de diâmetro adequado e uniforme, distribuída e depositada em quantidade e uniformidade suficientes (número de gotas por centímetro quadrado) para proporcionar a eficácia de controle do problema fitossanitário.

Uma opção economicamente viável encontrada para aumentar a eficiência das pulverizações, tem sido a adição de adjuvantes às caldas de pulverização. A principal recomendação é que se utilize o adjuvante como espalhante adesivo, mas também pode ser utilizado para alterar o espectro de gotas pulverizadas, a vazão e outras características da pulverização (AZEVEDO, 2001). O tamanho das gotas produzidas por uma ponta de pulverização depende de vários fatores, dentre os quais se podem destacar as propriedades do líquido pulverizado e o tipo da ponta. Fluidos com maior viscosidade e tensão superficial requerem maior quantidade de energia para a pulverização. Portanto, a pulverização de líquidos que tenham maior viscosidade e maior tensão superficial produz gotas maiores (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Conforme Antuniassi (2006) a adição de componentes químicos, às caldas de pulverização, pode causar interações entre os produtos aplicados e afetar negativamente o resultado de uma aplicação. Trabalho realizado por Cunha *et al.* (2003), evidenciou que a adição de óleo vegetal à calda de pulverização alterou o espectro de gotas pulverizadas, aumentando o diâmetro das gotas e diminuindo a percentagem de gotas propensas à ação dos ventos, constituindo-se, portanto, em um fator auxiliar para redução da deriva. Da mesma forma, trabalhos de Schröder (2005 e 2006) dão conta de que a adição de óleo vegetal à calda de pulverização por via aérea resulta em aumento do tamanho das gotas coletadas em alvos artificiais, melhorando a cobertura e reduzindo os riscos de perdas de gotas por deriva e por evaporação

Existem, atualmente, dezenas de diferentes adjuvantes cada qual com uma proposta de ação diferente, porém, com eficiência duvidosa, havendo a necessidade da realização de uma pesquisa acurada para se avaliar a ação de cada um desses elementos (OZEKI, 2006).

2.6 Avaliação das aplicações

Segundo Palladini (2000), as avaliações com a técnica de visualização do depósito nas folhas foram utilizadas pela primeira vez por Staniland, em 1959, com o uso de pigmentos fluorescentes. Na época, ele o descreveu como um método importante, principalmente, pela possibilidade de localizar com precisão onde o produto se depositou, e como um valioso instrumento para demonstrar a distribuição e intensidade da cobertura obtida, bem como avaliar os efeitos da umidade, tenacidade, tipos de bicos, variações do volume de aplicação, pressão, velocidade e outras causas que afetam as operações de pulverização em diferentes culturas. As avaliações de depósitos e das perdas por deriva, realizadas para desenvolver e melhorar as técnicas de aplicações dos produtos fitossanitários, utilizando os próprios produtos, têm custos altos e necessitam de equipamentos sofisticados para as análises e de pessoas treinadas para o trabalho.

O número de amostras necessárias para o estudo da avaliação dos depósitos de pulverização e aplicação de um produto fitossanitário deve levar em consideração a escolha do método para

avaliar a deposição que deve ser baseado na precisão, exatidão, sensibilidade, reprodutividade e rapidez (PALLADINI, 2000).

Conforme Antuniassi (2005), uma tática comum para se avaliar a distribuição das gotas em uma aplicação é a utilização de alvos artificiais colocados próximos aos alvos verdadeiros. Os alvos artificiais podem apresentar a distribuição das gotas de maneira mais clara, pois são coloridos mais facilmente por corantes simples, diluídos na calda de pulverização. Há ainda os papéis sensíveis à água e óleo, que apresentam as gotas apenas em função da sensibilidade à umidade. Para a visualização das gotas em alvos verdadeiros (folhas, por exemplo), pode-se usar corantes especiais, como os fluorescentes (que são visíveis sob luz ultravioleta).

Alvos naturais devem ser preferidos nos estudos de deposição das gotas, porém sua complexidade e variabilidade natural afetam a retenção e o espalhamento da aplicação. A retenção e o espalhamento são sempre menores em folhas jovens, quando comparados aos obtidos nas folhas velhas. A maioria das pesquisas tem utilizado alvos artificiais por serem mais uniformes e poderem ser localizados precisamente em posições predeterminadas, mas não reproduzem, necessariamente, os alvos naturais (CARVALHO, 1995; ANTUNIASSI, 2005).

Segundo Antuniassi (2005), o “spray” de um bico pulverizador pode ser analisado por equipamentos sofisticados (com leitura através de raio laser, por exemplo), onde são fornecidos todos os dados sobre as gotas produzidas. Entretanto, tais equipamentos são caros, e estão disponíveis apenas em alguns centros de pesquisa. Para a determinação das características das gotas, sem o auxílio destes

equipamentos, pode-se utilizar algumas superfícies coletoras padronizadas, onde os impactos das gotas são amostrados e posteriormente analisados, com o auxílio de lupas ou de programas computacionais apropriados (AgroScan®, e-Sprinkle®, etc.). Cada superfície apresenta um fator específico que correlaciona o tamanho do impacto da gota observada no alvo com o tamanho real da gota arremessada (fator de espalhamento).

Conforme Carvalho (1995), as principais superfícies coletoras utilizadas são as seguintes:

a) Lâminas impregnadas com óxido de magnésio: as gotas que atingem o óxido de magnésio (que se apresenta como uma película) provocam “crateras” em sua superfície, que podem ser facilmente observadas com uma lupa. Este é considerado o método padrão.

b) Lâminas impregnadas com graxa de silicone: as gotas ficam aderidas ao silicone, não havendo a necessidade de se usar um fator de espalhamento, pois as gotas permanecem com formato esférico quando aderidas ao silicone.

c) Papel Kromekote: papel normalmente utilizado em artes gráficas, que apresenta grande facilidade e versatilidade de uso. Requer a presença de um corante na calda. O uso de corantes como traçadores é muito atrativo, pois as determinações podem ser qualitativas, através da visualização da distribuição e quantitativas pela determinação da quantidade depositada no alvo. São de fácil remoção, não são absorvidas pelas folhas, se mantém na mesma tensão superficial da água, são estáveis à luz do sol e de baixo custo, sendo consideradas uma alternativa útil. Palladini (2000) afirma que a utilização da mistura de “Azul Brilhante” a 0,15% e Saturn Yellow a

0,15% suspensa com Vixilperse a 0,015% mostrou-se adequada para estudos com diferentes objetivos, tais como: desempenho de equipamentos de pulverização, avaliações de diferentes condições operacionais, comparação da deposição em diferentes condições meteorológicas, além de outros.

d) Papel sensível à água e óleo: papel que muda de cor quando exposto à umidade. Não requer o emprego de corantes e é extremamente sensível à umidade relativa do ar, ao suor das mãos e ao orvalho. O uso de cartões de papel sensível à água e ao óleo tem sido recomendado por Carvalho (1995) para avaliar as pulverizações aeroagrícolas quanto à densidade de gotas e o diâmetro mediano volumétrico (DMV) das mesmas. A avaliação da densidade dos impactos de gotas é menos laboriosa que a determinação da deposição de um agrotóxico em microgramas por cartão hidrossensível, entretanto, pode ser usada como um bom indicativo da uniformidade de deposição do produto pulverizado. A maior limitação do emprego de cartões hidrossensíveis é que a umidade relativa do ar acima de 80% afeta a sensibilidade do papel (HILL & INABA apud SCHRÖDER, 1996).

Segundo Schröder (1996), cartões hidrossensíveis têm sido empregados por diversos pesquisadores para avaliar a deposição de pulverizações, que os utilizam para leitura com o auxílio de lupas, microscópios ou scanners ligados a equipamentos de processamento informatizado com programas computacionais específicos. Cada método apresenta vantagens e desvantagens, e a escolha de um deles deve ser realizada em função do custo, disponibilidade e facilidade de uso. As lâminas impregnadas são mais utilizadas em laboratório, em

função da grande dificuldade de manejo e do alto custo. O papel Kromekote é fácil de manejar e barato, porém, a necessidade do corante dificulta sua utilização durante aplicações comerciais. Os papéis sensíveis apresentam um custo relativamente elevado e requerem cuidados especiais no manejo, pois a umidade natural no campo e a própria umidade da mão do operador podem marcar o papel, prejudicando a observação dos resultados. Entretanto são muito utilizados em análises de pulverizações comerciais por dispensarem o uso de corantes (ANTUNIASSI, 2005).

Antuniassi (2004) tem utilizado a cromatografia para detecção dos produtos aplicados. Método caro, porém confiável, pois determina o depósito real ocorrido nas folhas, tanto na parte superior quanto inferior das mesmas.

CAPÍTULO I
CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES EM SOJA COM USO
DE FUNGICIDA MAIS ADJUVANTE OLEOSO OU
SILICONADO

GUILHERME GÜTHS

RESUMO - Um experimento de campo foi estabelecido na Universidade de Passo Fundo na safra 2011-12 para avaliar o benefício do uso de adjuvantes a base de óleo mineral e silicone no desempenho do fungicida azoxistrobina + ciproconazol (Priori Xtra) no controle de doenças foliares da soja. Utilizou-se a cultivar BMX Apolo RR, semeada em 14/novembro/2011, em espaçamento de 0.45 m e população de 222.000 plantas. ha⁻¹. As sementes foram tratadas com o fungicida carbendazin + thiram e o inseticida thiamethoxam. O fungicida Priori Xtra foi aplicado a 300 mL.ha⁻¹, no início da floração (estádio R1) e 21 dias depois. O óleo mineral Nimbus (600 mL.ha⁻¹) e o produto siliconado Break-Thru (50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 e 400 mL.ha⁻¹) foram usados como adjuvantes. As aplicações foram realizadas com volume de calda de 150 L.ha⁻¹, utilizando ponta de jato plano TT 110015. Embora a falta de chuva ao longo da safra, o rendimento de grãos de soja foi superior a três toneladas por hectare. O oídio e a cercosporiose foram as doenças prevalentes com 18,19% e 9,43%, respectivamente. Priori Xtra com Nimbus ou Break-Thru controlaram o oídio em 60,3-70,2% e as doenças de final de ciclo em 72,8% a 80,6%. O rendimento de grãos foi 10,0 a 16,5% maior nas plantas pulverizadas. Não houve diferenças entre os adjuvantes. A

menor dose ($0,05 \text{ L.ha}^{-1}$) de Break-Thru tende a afetar negativamente o controle da doença e o rendimento da cultura. Os modelos de regressão para as doses do adjuvante siliconado foram significativas ($p < 0,01$) para todas as variáveis avaliadas. Em geral os melhores resultados foram obtidos com a dose de $0,2 \text{ L.ha}^{-1}$ ou superior.

Palavras-chave: oídio, doenças de final de ciclo.

CONTROL OF SOYBEAN FOLIAR DISEASES WITH FUNGICIDE USING MINERAL OIL OR SILICON ADJUVANTS

ABSTRACT - A field experiment was established at the University of Passo Fundo-RS during the crop season of 2011-12 to evaluate the benefits of using Break-Thru as an adjuvant for the fungicide Piori Xtra on the control of soybean diseases. The cultivar BMX Apolo RR was sown on 14/November/11 at a row space of 0.45 m and plant population of 222,000 plants/ha⁻¹. The seeds were treated with fungicide (carbendazin + thiram) and insecticide (thiamethoxam). Piori Xtra (300 mL.ha^{-1}) was sprayed at early flowering (stage R1) and 21 days later. The mineral oil Nimbus (600 mL.ha^{-1}) and the silicon product Break-Thru ($50, 100, 150, 200, 250, 300, 350$ and 400 mL.ha^{-1}) were used as adjuvants. The spray mix was delivered at 150 L.ha^{-1} using flat jet nozzles TT 110015. Although the lack of rain along the soybean season the grain yield was over 3 tons per hectare. Powdery mildew and Cercospora leaf spot were the prevalent diseases with 18.19% and 9.43%, respectively. Piori Xtra with Nimbus or

Break-Thru controlled powdery mildew by 60.3 to 70.2% and late season diseases by 72.8% to 80.6%. The grain yield was 10.0 to 16.5% higher on sprayed plants. There were no differences between the adjuvants, but the lowest rate (100 mL.ha⁻¹) of Break-Thru tended to negatively affect disease control and crop yield. Regression models of Break-Thru rates were significant ($p < 0.01$) for all variables assessed. Overall better results were obtained with 200 mL.ha⁻¹ or higher.

Key-words: Powdery mildew, late season diseases.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a mais importante fonte de proteína vegetal, constituindo-se em um componente importante na alimentação animal, através do farelo, e com importância crescente na dieta humana, através de óleos, grãos, leite e outros subprodutos (BALARDIN, 2002).

Na atualidade, em nível mundial são cultivados 108 milhões de hectares, com produção de 263,7 milhões de toneladas. Entre os maiores produtores mundiais, aparecem os EUA, com área cultivada de 31 milhões de hectares e produção de 82 milhões de toneladas, seguido pelo Brasil, com área cultivada de 24,2 milhões de hectares e produção de 81 milhões de toneladas (EMBRAPA, 2010). Os estados brasileiros com maior área de cultivo são Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul, com 7.678,60; 4.712,60; 4.618,6 milhões de hectares, respectivamente (CONAB, 2013).

Inúmeras doenças afetam a cultura da soja. Algumas das mais importantes são a ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), o oídio (*Erysiphe diffusa*), o mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) e as doenças de final de ciclo (*Cercospora* sp., *Septoria glycines*, *Phomopsis* e outros fungos). O seu controle envolve diversas estratégias: rotação de culturas, eliminação de plantas voluntárias, vazio sanitário, utilização de sementes livres de patógenos, utilização de cultivares resistentes e o controle químico (REIS et al., 2012).

De acordo com Forcelini (2009), os danos provocados por doenças na parte aérea da soja são elevados e variam com a predominância de umas sobre as outras. Na ausência de ferrugem asiática, trabalhos realizados na Universidade de Passo Fundo, no período de 1999 a 2006, com e sem a aplicação de fungicidas, mostram diferenças de 9 a 12 sacas.ha⁻¹ o que foi atribuído ao controle de oídio e as DFC. Esse dano foi integralizado no período entre os estádio R1 (início do florescimento) e R6 (final do enchimento de grãos), logo evidencia-se que a cultura precisa de proteção principalmente neste período.

Com o advento da ferrugem asiática, a partir da safra 2001/02, os danos aumentaram significativamente. Quantificações em nível de lavoura indicaram reduções no rendimento de grãos de 48% no RS e de 30 a 75% no Brasil (FORCELINI, 2009). Atualmente o controle químico é empregado por quase 100% dos produtores de soja (FORCELINI et al., 2012).

A qualidade de aplicação do fungicida é influenciada por inúmeros fatores, dentre os adjuvantes que são usados em conjunto. Os adjuvantes podem ser adicionados às caldas de pulverização para

atuar como espalhante adesivo, para alterar o espectro de gotas pulverizadas, o volume de calda e outras características da pulverização (AZEVEDO, 2001).

Conforme Antuniassi (2006) a adição de componentes químicos às caldas de pulverização pode causar interações entre os produtos aplicados e afetar negativamente o resultado de uma aplicação. Trabalho realizado por Cunha et al. (2003), evidenciou que a adição de óleo vegetal à calda de pulverização alterou o espectro de gotas pulverizadas, aumentando o diâmetro das gotas e diminuindo a percentagem de gotas propensas à ação dos ventos, constituindo-se, portanto, em um fator auxiliar para redução da deriva. Da mesma forma, trabalhos conduzidos por Schröder (2005 e 2006) dão conta de que a adição de óleo vegetal à calda de pulverização por via aérea resulta em aumento do tamanho das gotas coletadas em alvos artificiais, melhorando a cobertura e reduzindo os riscos de perdas de gotas por deriva e por evaporação.

Existem, atualmente, dezenas de diferentes adjuvantes cada qual com uma proposta de ação diferente, porém, com eficiência duvidosa, havendo a necessidade da realização de pesquisas constantes para se avaliar a ação de cada um desses elementos (OZEKI, 2006).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento de campo foi realizado na Universidade de Passo Fundo (28 ° 10'S, 52 ° 20'W, 687m), em Passo Fundo, Rio Grande do Sul, na safra 2012, para avaliar a contribuição de um

adjuvante à base de óleo mineral e outro siliconado no controle de doenças foliares por fungicida triazol + estrobilurina.

Utilizou-se a cultivar BMX Apolo RR, a qual é de ciclo precoce e suscetível às principais doenças foliares da soja. A semeadura ocorreu em 14/11/2011, sobre restos culturais de azevém, em espaçamento de 0,45 m entre fileiras e população de 222.000 plantas por hectare. As sementes foram previamente tratadas com os fungicidas carbendazin + thiram (Derosal Plus® 2,5 mL.kg⁻¹) e o inseticida tiametoxam (Cruiser® 1,0 mL.kg⁻¹). O solo foi adubado com 320 kg ha⁻¹ de Fosmag 562,2 (2% de N, 14% P₂O₅, 24% de K₂O, 7,5% Ca, 1,2% Mg, 5,2% S, 0,14% Zn, 0,04% B).

As plantas daninhas foram controladas em pré-plantio com aplicações de 2,4-D (DMA 806 de 1,5 L.ha⁻¹) em julho/2011, glifosato (Roundup WG em 1,2 kg ha⁻¹) em outubro/2011 e paraquat + diuron (Gramocil em 1,5 L.ha⁻¹) + clorimuron (Clorim a 0,1 kg.ha⁻¹) em Novembro/2011. O herbicida glifosato também foi aplicado pós-emergência em dezembro/2011 e janeiro/2012.

O experimento foi organizado em delineamento de blocos ao acaso, com sete tratamentos e quatro repetições cada. As parcelas mediram 3,15 x 5,0 m e foram compostas de sete linhas, onde as linhas 1 e a 7 foram bordaduras, a 2 e a 6 foram amostrados para a doença e avaliações de índice de área foliar, enquanto as linhas 3, 4 e 5 foram colhidas para avaliar o rendimento de grãos. A distância entre as parcelas foi de 0,9 m.

Os produtos e tratamentos avaliados estão listados nas Tabelas 1 e 2. As aplicações por pulverização foram realizadas no final da tarde, nos dias 2/Fev/2012 e 23/Fev/2012, sob as condições

ambientais indicadas no quadro 3. O equipamento utilizado foi um pulverizador pressurizado com CO₂, equipado com seis pontas de jato plano TT 110015, ajustado para aplicar um volume de calda de 150 L.ha⁻¹.

Tabela 1: Fungicidas e adjuvantes utilizados

Nome comercial	Ingrediente ativo
Priori Xtra	Cyproconazole (80 g.L ⁻¹) + azoxystrobin (200 g.L ⁻¹)
Nimbus	Óleo mineral (428 g.L ⁻¹)
Break-Thru	Copolimer polyester polymethyl siloxane (1000 g.L ⁻¹)

Tabela 2: Tratamentos avaliados

T.	Fungicida	Dose (L.ha⁻¹)	Adjuvante	Dose (L.ha⁻¹)
1	Testemunha	-	-	-
2	Priori Xtra	0,3	Nimbus	0,6
3	Priori Xtra	0,3	Break-Thru	0,1
4	Priori Xtra	0,3	Break-Thru	0,15
5	Priori Xtra	0,3	Break-Thru	0,2
6	Priori Xtra	0,3	Break-Thru	0,25
7	Priori Xtra	0,3	Break-Thru	0,3

Tabela 3: Datas das aplicações e condições ambientais

Variáveis	2/Fev/2012 (estádio R1)	23/Fev/2012 (estádio R5.1)
Horário	18:41 - 19:15	18:20 - 18:50
Temperatura	30,2 – 29,5 °C	31,1 – 30,6 °C
Umidade relativa	61 - 63%	67 - 69%

As doenças foram avaliadas em 2/Fev (R1), 23/Fev (R5.1), 2/Mar (R5.3) e 9/Mar (R6), coletando-se todos os trifólios na haste principal de três plantas por parcela. Em laboratório, o folíolo central de cada trifólio foi examinado quanto à presença do oídio, das doenças

de final de ciclo e da ferrugem asiática. Esta doença foi quantificada através da contagem de urédias presentes em dois círculos de 1 cm² marcados em cada lado da nervura central. Tais contagens foram depois transformados em porcentagem de severidade pela fórmula $S (\%) = \text{número de pústulas} \times 0,195$.

O índice de área foliar (IAF) foi avaliado uma vez em 20/Mar/12 (estádio R8) através da coleta de todas as folhas em três plantas por parcela, cuja área foi medida por um integralizador de área foliar (Licor Inc.). A área foliar individual de cada planta foi multiplicada por 22,2, que corresponde ao número de plantas em cada metro quadrado.

Após a colheita em 10/Abr/2012, os grãos foram limpos, pesados e verificados quanto à sua umidade. Os resultados foram apresentados como quilogramas por hectare e também na forma do peso de mil grãos. Os dados sobre severidade de doenças, índice de área foliar e rendimento de grãos foram analisados estatisticamente pelo software SASM-Agri (CANTERI et al., 2001), versão 8.2, utilizando Anova e teste de Duncan. Também foram realizadas análises de regressão em Excel entre as variáveis avaliadas (variáveis dependentes) e as doses do adjuvante siliconado (variável independente).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições ambientais durante a temporada de verão de 2012 (Tabela 4) não foram favoráveis ao desenvolvimento da cultura da soja e de suas doenças. A quantidade de chuva ocorrida foi 177,6

mm inferior à normal histórica para o município de Passo Fundo. A frequência de eventos de chuva (4,2 por mês) também foi baixa. As temperaturas médias foram semelhantes às normais históricas em dezembro, janeiro e março, porém mais elevadas em fevereiro.

A ocorrência de doenças também foi baixa. O oídio foi o predominante, com 18,19% de severidade, seguido por doenças de final de ciclo, principalmente o crestamento por *Cercospora kikuchii*, com 9,43%. A severidade da ferrugem asiática foi inferior a 1%, por isso a mesma não foi incluída nas comparações dos tratamentos.

Tabela 4: Número de dias com chuva > 5 mm, a chuva total (mm) e temperatura média (°C) entre dezembro de 2011 e março de 2012. UPF, Passo Fundo, RS, 2012

Mês	Dias com chuva > 5 mm	Chuva total (mm)	Normal histórica (mm)	Temp. média (°C)	Normal histórica (°C)
Dez/11	5	91,2	161,5	21,2	21,5
Jan/12	5	105,2	143,4	22,1	22,1
Fev/12	5	86,0	148,3	23,6	21,9
Mar/12	4	114,5	121,3	20,7	20,6
Total	19	396,9	574,5		

Os tratamentos com fungicida reduziram a severidade do oídio de 18,19% (testemunha não tratada) para valores entre 5,42% e 7,21% (Tabela 5). Portanto, a eficácia do controle da doença variou de 60,3% para 70,2%, o que pode ser considerado como satisfatório, tendo em vista que os fungicidas foram aplicados apenas duas vezes ao longo do ciclo da cultura. Não houve diferença significativa pelo teste de Duncan, entre os tratamentos utilizados. Resultados similares foram observados para doenças de final de ciclo (Tabela 5), cujo controle pelos tratamentos variou de 72,8% a 80,6%.

As doses do adjuvante siliconado Break-Thru não diferiram umas das outras pelo teste de Duncan. Entretanto, quando analisadas por regressão, os modelos obtidos foram significativos ($p < 0.01$) (Figura 1). Para o oídio as menores severidades foram obtidas com o uso do fungicida azoxistrobina + ciproconazol suplementado com o adjuvante siliconado nas doses de 200 e 250 mL.ha⁻¹. Para as doenças de final de ciclo, as melhores doses do adjuvante foram entre 200 e 300 mL.ha⁻¹.

O índice de área foliar medido no estágio R8 (Tabela 6) foi de apenas 0,9 unidades na testemunha não tratada, o que significa que as plantas apresentavam menos de 1 m² de área foliar por metro quadrado de superfície. A desfolha severa das plantas foi causada pelas doenças que ocorreram na cultura e também pela deficiência hídrica resultante das poucas chuvas durante o ciclo da cultura. As duas aplicações de fungicida com adjuvante óleo mineral ou siliconado resultaram em maior IAF (1,76 a 2,07), aproximadamente o dobro das plantas não tratadas. Não foram observadas diferenças significativas entre os adjuvantes ou entre as doses do siliconado. O índice de área foliar tendeu a aumentar linearmente com o aumento da dose de Break-Thru (Figura 2).

A rendimento de grãos (Tabela 7) foi superior a três toneladas por hectare, apesar da condição de seca à qual as plantas foram submetidas. As plantas tratadas com fungicida resultaram em rendimento de grãos maior em 10% (313,99 kg.ha⁻¹) a 16,5% (517,71 kg.ha⁻¹) que as plantas testemunhas (3.131 kg.ha⁻¹). O peso de mil grãos foi de 184,96 g nas plantas sem fungicida e acima de 190 g nas tratadas. Tanto para o rendimento total como para o peso de mil grãos,

as plantas com aplicação de fungicidas diferiram da testemunha não tratada. Com base em regressão linear (Figura 3), as doses de 0,2 a 0,3 L de Break-Thru por hectare resultam em melhores resultados. Para o peso de mil grãos, a dose de 0,2 L.ha⁻¹ mostrou-se mais interessante.

Tabela 5: Severidade máxima e eficácia de controle do oídio e das doenças de final de ciclo (DFC) na cultivar BMX Apolo RR. UPF, Passo Fundo, 2012

T.	Fungicida e adjuvante (L.ha ⁻¹)	Oídio		DFC	
		Sev. %	Efic. %	Sev. %	Efic. %
1	Testemunha	18,19 a	-	9,43 a	-
2	Priori Xtra + Nimbus (0,3 + 0,6)	5,93 b	67,4	1,93 b	79,5
3	Priori Xtra + Break-Thru (0,3 + 0,1)	7,21 b	60,3	2,56 b	72,8
4	Priori Xtra + Break-Thru (0,3 + 0,15)	6,02 b	66,9	2,35 b	75,0
5	Priori Xtra + Break-Thru (0,3 + 0,2)	5,51 b	69,7	1,88 b	80,1
6	Priori Xtra + Break-Thru (0,3 + 0,25)	5,42 b	70,2	1,86 b	80,3
7	Priori Xtra + Break-Thru (0,3 + 0,3)	5,87 b	67,7	1,82 b	80,6
C.V. %		17,7		17,5	

¹Médias comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

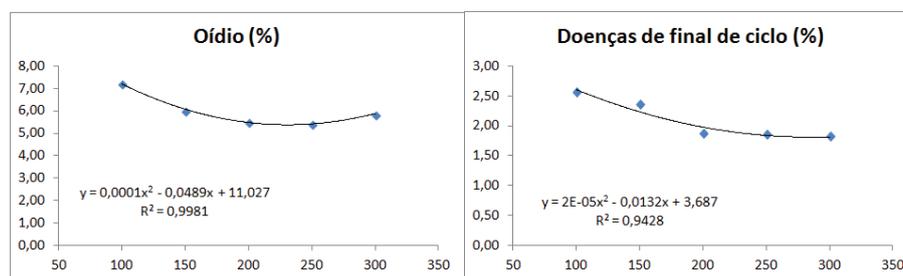


Figura 1. Relação entre as doses do adjuvante siliconado Break-Thru e a severidade do oídio e das doenças de final de ciclo em soja, cultivar BMX Apolo RR. UPF, Passo Fundo, 2012.

Tabela 6: Índice de área foliar (IAF) de plantas de soja, cultivar BMX Apolo RR, em função da aplicação de fungicida com adjuvante óleo mineral ou siliconado. UPF, Passo Fundo, 2012

T.	Fungicida e adjuvante (L.ha ⁻¹)	IAF em R8
1	Testemunha	0,90 b
2	Priori Xtra + Nimbus (0,3 + 0,6)	1,98 a
3	Priori Xtra + Break-Thru (0,3 + 0,1)	1,76 a
4	Priori Xtra + Break-Thru (0,3 + 0,15)	2,08 a
5	Priori Xtra + Break-Thru (0,3 + 0,2)	1,95 a
6	Priori Xtra + Break-Thru (0,3 + 0,25)	2,01 a
7	Priori Xtra + Break-Thru (0,3 + 0,3)	2,07 a
C.V. %		13,1

¹Médias comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

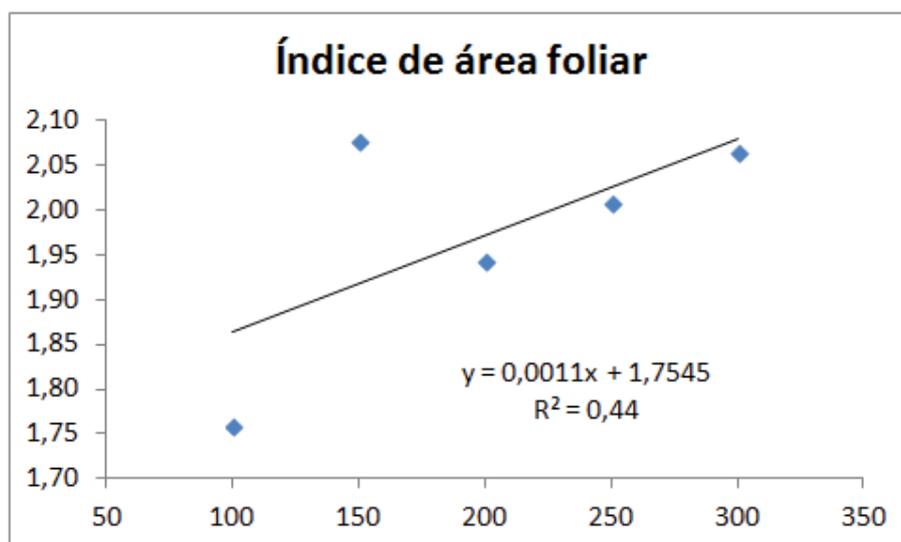


Figura 2. Relação entre as doses do adjuvante siliconado Break-Thru e o índice de área foliar de plantas de soja, cultivar BMX Apolo RR. UPF, Passo Fundo, 2012.

Tabela 7: Rendimento de grãos e peso de mil grãos da cultivar de soja BMX Apolo RR, em função da aplicação do fungicida azoxistrobina + ciproconazol com om adjuvante óleo mineral Nimbus e o siliconado Break-Thru. UPF, Passo Fundo, 2012

T.	Fungicida e adjuvante (L.ha ⁻¹)	Rendimento de grãos (kg.ha ⁻¹)	Incremento (%)	Peso mil grãos (g)
1	Testemunha	3.131,73 b	-	184,96 b
2	Priori Xtra + Nimbus (0,3 + 0,6)	3.608,57 a	15,2	190,62 a
3	Priori Xtra + Break-Thru (0,3 + 0,1)	3.445,72 a	10,0	190,35 a
4	Priori Xtra + Break-Thru (0,3 + 0,15)	3.492,48 a	11,1	190,86 a
5	Priori Xtra + Break-Thru (0,3 + 0,2)	3.627,41 a	15,8	192,44 a
6	Priori Xtra + Break-Thru (0,3 + 0,25)	3.649,44 a	16,5	191,94 a
7	Priori Xtra + Break-Thru (0,3 + 0,3)	3.641,72 a	16,2	190,56 a
C.V. %		3,7		1,3

¹Médias comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

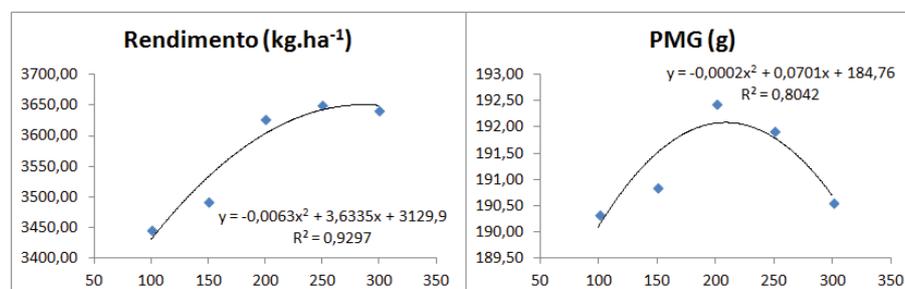


Figura 3. Relação das doses do adjuvante siliconado Break-Thru com o rendimento e o peso de mil grãos em soja, cultivar BMX Apolo RR. UPF, Passo Fundo, 2012.

4 CONCLUSÃO

Embora a falta de chuva ao longo da safra, o rendimento de grãos de soja foi superior a três toneladas por hectare. O oídio e a cercosporiose foram as doenças prevalentes com 18,19% e 9,43%, respectivamente. Priori Xtra com Nimbus ou Break-Thru controlaram o oídio em 60,3-70,2% e as doenças de final de ciclo em 72,8% a 80,6%. O rendimento de grãos foi 10,0 a 16,5% maior nas plantas pulverizadas. Não houve diferenças entre os adjuvantes. A menor dose ($0,1 \text{ L.ha}^{-1}$) de Break-Thru tende a afetar negativamente o controle da doença e o rendimento da cultura. Os modelos de regressão para as taxa do adjuvante siliconado foram significativas ($p < 0,01$) para todas as variáveis avaliadas. Em geral os melhores resultados foram obtidos com a dose de $0,2 \text{ L.ha}^{-1}$ ou superior.

CAPÍTULO II
CONTROLE QUÍMICO DE DOENÇAS FOLIARES DA SOJA
COM DIFERENTES FUNGICIDAS E ADJUVANTES,
APLICADOS EM CULTIVOS PUROS OU MISTOS

RESUMO - Quatro experimentos foram instalados na UPF, na safra de soja 2013, para avaliar o controle de doenças e o rendimento de grãos em soja. Dois experimentos foram conduzidos com os cultivares Apolo e Ativa, isoladamente. Outros dois incluíram os mesmos cultivares estabelecidos em linhas alternadas, em proporção de 2:1 Apolo/Ativa ou 2:1 Ativa/Apolo. O espaçamento foi de 0,45 m e a população de plantas variou de 250.000.ha⁻¹ (Apolo), a 300.000.ha⁻¹ (cultivos mistos) e 350.000.ha⁻¹ (Ativa). Posteriormente as plantas foram pulverizadas com os fungicidas Priori Xtra e Elatus, em três aplicações (V7, R2 e R5.3). Priori Xtra foi utilizado sem adjuvante, com Nimbus a 0,3 e 0,6 L.ha⁻¹, com Break-Thru a 0,25 e 0,3 L.ha⁻¹, ou com Nimbus (0,3 L.ha⁻¹) + Break-Thru (0,03 a 0,09 L.ha⁻¹). Elatus foi utilizado com Nimbus (0,6 L.ha⁻¹) ou com Nimbus (0,3 L.ha⁻¹) + Break-Thru (0,05 L.ha⁻¹). O volume de calda foi de 150 L.ha⁻¹ e as pontas de jato planto TT 110015. O cultivo alternado dos cultivares Apolo e Ativa não influenciou significativamente a ocorrência e intensidade das doenças avaliadas, assim como rendimento de grãos. Todos os tratamentos controlaram eficazmente o oídio e a ferrugem asiática. Ambos os fungicidas Priori Xtra e Elatus mostraram-se dependentes da utilização dos adjuvantes. A diminuição da quantidade do óleo mineral Nimbus, de 0,6 para 0,3 L.ha⁻¹, com a adição do

adjuvante siliconado Break-Thru em dose igual ou superior a 0,7 L.ha⁻¹, mostrou-se viável tecnicamente.

Palavras-chave: Priori Xtra, Elatus, Nimbus, Break-Thru

**CHEMICAL CONTROL OF SOYBEAN FOLIAR DISEASES
WITH DIFFERENT FUNGICIDES AND ADJUVANTS
APPLIED TO SINGLE OR MIXED CULTIVARS**

ABSTRACT - Four field experiments were established at UPF in 2013 to evaluate disease control and yield gain with sprays of different fungicides and adjuvants. The cultivars Apolo and Ativa were planted as single crops or mixed in alternate rows, using a proportion of 2:1 for Apolo/Ativa or Ativa/Apolo. The row space was 0.45 m and the plant population varied from 250,000.ha⁻¹ (Apolo) to 300,000.ha⁻¹ (mixed trials) and 350,000.ha⁻¹ (Ativa). Later plants were sprayed three times (at V7, R2, and R5.3 stages) with the fungicides Priori Xtra and Elatus. Priori Xtra was sprayed without adjuvant, mixed with the mineral oil Nimbus (0.3 or 0.6 L.ha⁻¹), with the silicon product Break-Thru (at 0.25 and 0.3 L.ha⁻¹), or both Nimbus (0.3 L.ha⁻¹) and Break-Thru (0.03 to 0.09 L.ha⁻¹). Elatus was used with Nimbus (0.6 L.ha⁻¹) or Nimbus (0.3 L.ha⁻¹) + Break-Thru (0.05 L.ha⁻¹). The products were delivered in water at 150 L.ha⁻¹ by means of flat jet nozzles TT 110015. The mixed cropping of Apolo and Ativa did not influence disease intensity and the grain yield over the single cultivars. All fungicide treatments controlled powdery mildew and

asian rust efficaciously. Both Priori Xtra and Elatus performed better with the inclusion of adjuvants. The use of Break-Thru at 0.07 L.ha⁻¹ or higher allowed to reduce the Nimbus rate from 0.6 to 0.3 L.ha⁻¹ without affecting disease control or yield.

Key-words: Priori Xtra, Elatus, Nimbus, Break-Thru

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja ocupa posição de destaque na agricultura mundial sendo a segunda maior fornecedora de óleo vegetal para alimentação humana e a principal fonte de proteínas para a alimentação animal, principalmente de suínos e aves (NUNES, 2007). O Brasil é o 2º maior produtor mundial com 68.688 mil toneladas de grãos produzidos em 23.468 milhões de ha cultivados no ano agrícola de 2010/2011 (CONAB, 2012).

O rendimento de grãos aumentou significativamente em função do desenvolvimento de genótipos mais adaptados e produtivos, aumento do uso de insumos, e da eficiência no funcionamento e uso de máquinas que elevaram o padrão de manejo da cultura (MUNDSTOCK & THOMAS, 2005).

Contudo a cultura da soja sofre com várias ameaças, entre elas as doenças. Já em 1997 (YORINORI, 1997) relatava a ocorrência de 47 doenças da soja no Brasil, com prejuízo potencial anual de um bilhão de dólares. Esse prejuízo aumentou significativamente com a introdução da ferrugem asiática a partir de 2001.

Como a maioria dos cultivares de soja é suscetível à ferrugem asiática, o seu controle é realizado a base de fungicidas, aplicados ao longo do ciclo da cultura. Inúmeros fungicidas comerciais são disponíveis para controle da doença, porém sabe-se que a qualidade da aplicação é extremamente importante.

A aplicação do fungicida é influenciada por inúmeros fatores, entre os quais estão os adjuvantes. Os adjuvantes podem ser adicionados às caldas de pulverização para atuar como espalhante adesivo, para alterar o espectro de gotas pulverizadas, a vazão e outras características da pulverização (AZEVEDO, 2001). Conforme Antuniassi (2006), a adição de componentes químicos às caldas de pulverização pode causar interações entre os produtos aplicados e, inclusive, afetar negativamente o resultado de uma aplicação.

O arranjo populacional das plantas é outro fator que pode contribuir positiva ou negativamente para o desenvolvimento das doenças e influenciar a qualidade da aplicação.

Ferreira (2009) e Ramos et al. (2009) observaram que maior espaçamento entre linhas de cultivo resulta em menor severidade da ferrugem, outras doenças e também permite melhor distribuição do fungicida durante a aplicação, facilitando o manejo. Se a densidade da semeadura for alta em espaçamentos densos, haverá dificuldade de penetração da calda e, conseqüentemente poderá haver cobertura deficiente das folhas no dossel, sendo assim o controle da doença deficiente, mesmo adotando-se fungicida eficiente (ZAMBOLIN, 2006).

Atualmente há uma predominância de cultivares de soja de ciclo precoce. Alguns desses cultivares tem hábito de crescimento

indeterminado, outros são determinados. Também há genótipos que ramificam bastante, enquanto outros não. Estas diferenças podem influenciar a deposição dos produtos aplicados.

Neste trabalho, procurou-se avaliar a deposição de gotas da calda do fungicida, o controle de doenças foliares e o rendimento de grãos em função de adjuvantes e do cultivo puro ou alternado de dois cultivares de soja de ciclo semelhante, porém com o hábito de crescimento e grau de ramificação diferentes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no campo experimental da Universidade de Passo Fundo (28 ° 10'S, 52 ° 20'W, 687m), em Passo Fundo, Rio Grande do Sul, em 2013. Utilizou-se a quadra B2, utilizada no inverno para cultivo de trigo e no verão anterior com feijão. Foram estabelecidas quatro áreas paralelas, duas com cultivo único dos cultivares BMX ApoloRR e BMX Ativa RR, e outras duas com linhas intercaladas dos mesmos materiais, em diferentes proporções.

As cultivares utilizados são de ciclo precoce (grupo de maturação 5.6), sendo uma de hábito de crescimento determinado (Ativa) e outra de hábito indeterminado (Apolo). A semeadura ocorreu em 6/12/2012, em espaçamento de 0,45 m entre linhas de cultivo. A população de plantas foi ajustada para 250.000 plantas.ha⁻¹ no Apolo e 350.000 plantas.ha⁻¹ no Ativa. Nos cultivos intercalados utilizou-se a média de ambos, ou seja, 300.000 plantas.ha⁻¹.

As sementes foram previamente tratadas com os fungicidas carbendazin + thiram (Derosal Plus® 2,5 mL.kg⁻¹) e o inseticida tiametoxam (Cruiser® 1,0 mL.kg⁻¹). O solo foi fertilizado na linha de cultivo com 250 kg.ha⁻¹ da fórmula 10-25-18 (N-P₂O₅-K₂O).

As plantas daninhas foram controladas em pré-plantio com uma aplicação de glifosato (Roundup WG, 1,2 kg.ha⁻¹) e outra de glifosato em associação com paraquat + diuron (Gramocil, 1,5 L.ha⁻¹). O herbicida glifosato também foi aplicado uma vez em pós-emergência em janeiro de 2012.

O experimento foi organizado em delineamento de blocos ao acaso, com onze tratamentos e quatro repetições. As parcelas mediram 3,15 x 5,0 m e foram compostas de sete linhas, onde as linhas 1 e a 7 foram bordaduras, a 2 e a 6 foram amostradas para a doença e avaliações de índice de área foliar, enquanto as linhas 3, 4 e 5 foram colhidas para a avaliar o rendimento de grãos. A distância entre as parcelas foi de 0,9 m.

Os produtos e tratamentos avaliados estão listados nas Tabelas 1 e 2. As aplicações por pulverização foram realizadas sempre ao final da tarde, nas datas e condições ambientais indicadas na Tabela 3. O equipamento utilizado foi um pulverizador ressurizados com CO₂, com seis pontas de jato plano TT 110015, ajustado para aplicar um volume de calda de 150 L.ha⁻¹.

Tabela 1: Fungicidas e adjuvantes utilizados

Nome comercial	Ingrediente ativo
Priori Xtra	Ciproconazole (80 g.L ⁻¹) + azoxistrobina (200 g.L ⁻¹)
Elatus	Azoxistrobina (300 g.L ⁻¹) + solatenol (150 g.L ⁻¹)
Nimbus	Óleo mineral (428 g.L ⁻¹)
Break-Thru	Copolimero poliéster polimetil siloxane (1000 g.L ⁻¹)

As doenças foram avaliadas em dois estádios fenológicos, estágio R4 (02/03/2013) e estágio R5.5 (25/03/2013). Foram amostradas três plantas por parcela, das quais foram removidos os trifólios presentes e acondicionados em sacos plásticos. A avaliação do oídio e da ferrugem asiática foi realizada em laboratório. Para o oídio utilizou-se escala diagramática de severidade e foram utilizados todos os folíolos. Para a ferrugem foram contadas as urédias presentes em dois círculos (1 cm² cada) pré-marcados no folíolo central de cada trifólio. Tais contagens foram depois transformadas em porcentagem de severidade pela fórmula $S (\%) = \text{número de pústulas} \times 0,195$.

Tabela 2: Tratamentos avaliados

T.	Fungicida	Dose (L.ha ⁻¹)	Adjuvante	Dose (L.ha ⁻¹)
1	Testemunha	-	-	-
2	Priori Xtra	0,3	-	-
3	Priori Xtra	0,3	Nimbus	0,6
4	Priori Xtra	0,3	Nimbus	0,3
5	Priori Xtra	0,3	Nimbus + Break-Thru	0,3 + 0,03
6	Priori Xtra	0,3	Nimbus + Break-Thru	0,3 + 0,05
7	Priori Xtra	0,3	Nimbus + Break-Thru	0,3 + 0,07
8	Priori Xtra	0,3	Nimbus + Break-Thru	0,3 + 0,09
9	Priori Xtra	0,3	Break-Thru	0,25
10	Priori Xtra	0,3	Break-Thru	0,3
11	Elatus	0,25	Nimbus	0,6
12	Elatus	0,25	Nimbus + Break-Thru	0,3 + 0,05

Tabela 3: Datas das aplicações e condições ambientais

Variável ambiental	29/1/13 (estádio V8)	20/2/13 (estádio R2)	12/3/13 (estádio R5.3)
Horário	17:55 - 19:00	16:30 - 18:20	17:00 - 18:30
Temperatura	29,0 - 27,5 °C	27,0 - 25,6 °C	25,0 - 23,5 °C
Umidade relativa	51 - 56%	66 - 70%	69 - 72%

O índice de área foliar (IAF) foi avaliado uma no estádio R6 (27/03/2013) mediante a coleta de todas as folhas verdes em três plantas por parcela, cuja área foi medida por um integralizador de área foliar (Licor Inc.). A área foliar individual de cada planta foi multiplicada pela sua população média por metro quadrado.

Após a colheita em 18/4/2013, as sementes foram limpas, pesadas e verificadas quanto à umidade. Os dados sobre severidade de doenças, índice de área foliar e rendimento de grãos foram analisados estatisticamente pelo programa estatístico SASM-Agri (Canteri et al., 2001), versão 8.2, utilizando Anova e teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições ambientais durante o período de dezembro/2012 a março/2013, no local do experimento (Tabela 4), se caracterizaram por chuvas bem distribuídas, exceto em janeiro. A precipitação pluvial acumulada em dezembro, fevereiro e março foi superior à média histórica destes meses. Esta condição favoreceu ao desenvolvimento da cultura e de sua principal doença, a ferrugem asiática. O oídio também ocorreu com grande severidade devido,

principalmente, ao período de estiagem verificado em janeiro de 2013. O oídio se beneficia da menor ocorrência de chuvas, uma vez que o fungo coloniza a planta externamente, sendo em parte lixiviado quando exposto a chuvas fortes.

O oídio (Tabela 5) atingiu severidades de 22,4% no cultivar Apolo e de 29,7% no Ativa, mostrando ser este genótipo mais suscetível. Em ambos os casos, todos os tratamentos utilizados resultaram em redução significativa da doença em relação à testemunha. A análise estatística separou os tratamentos em dois grupos, sendo o mais eficaz aquele com o fungicida Elatus ou Piori Xtra suplementado com Nimbus a 0,3 L/ha e Break-Thru em doses a partir de 0,07 L/ha.

Tabela 4: Número de dias com chuva > 5 mm, chuva total (mm) e temperatura média (°C) entre dezembro de 2012 e março de 2013. UPF, Passo Fundo, RS, 2013

Mês	Dias com chuva > 5 mm	Chuva total (mm)	Normal histórica (mm)	Temp. média (°C)	Normal histórica (°C)
Dez/12	9	176,3	173,2	23,0	21,4
Jan/13	4	101,4	149,7	21,3	22,1
Fev/13	7	170,5	165,8	21,4	22,0
Mar/13	6	165,9	134,9	18,3	20,5
Total	26	614,1	623,6		

No sistema de cultivo alternado (Tabela 6), a severidade do oídio aumentou no Apolo (24,1%) e diminuiu no Ativa (25,2%). Novamente todos os tratamentos diferem da testemunha sem fungicida. No cultivar Ativa, todos os tratamentos com Piori Xtra que incluíram Break-Thru apresentam menor severidade em relação aqueles com Nimbus ou sem adjuvante. Em todos os quatro

experimentos, o fungicida Elatus difere, com melhor controle do oídio, em relação ao Piori Xtra.

A severidade da ferrugem atingiu 33,8% no Apolo e 28,4% no Ativa (Tabela 7). Houve controle significativo da doença por todos os tratamentos utilizados. Entre os fungicidas, Elatus apresentou maior eficácia de controle. No cultivar Ativa, a adição do adjuvante Break-Thru em dose igual ou superior a 0,07 L/ha resultou em melhor controle pelo fungicida Piori Xtra. O mesmo aconteceu com o fungicida Elatus na sua combinação com Nimbus (0,3 L) e Break-Thru a 0,05 L. No Apolo, a mistura de Nimbus (0,3 L/ha) com Break-Thru proporciona maior eficácia que o Nimbus sozinho na mesma dose.

O cultivo alternado de Apolo e Ativa pouco influenciou a ocorrência e severidade da ferrugem em relação aos cultivos puros de cada genótipo. Novamente todos os tratamentos resultam em redução da severidade da doença em relação à testemunha. Melhores resultados em ambos os experimentos são obtidos a partir da combinação do fungicida Piori Xtra + Nimbus a 0,3 L e Break-Thru em doses iguais ou superiores a 0,07 L. Para o fungicida Elatus, o uso combinado de Nimbus com Break-Thru resultou em melhor controle da ferrugem no experimento Ativa/Apolo.

O índice de área foliar (Tabela 9) foi influenciado positivamente pelo controle das doenças. Nas testemunhas não tratadas, o IAF em R6 foi de apenas 1,15 (Ativa) a 1,23 (Apolo). Com o controle das doenças ele variou de 1,79 a 2,91 no Ativa e de 1,99 a 2,99 no Apolo. Os valores foram maiores nos tratamentos com Elatus, Piori Xtra + Break-Thru (0,25 e 0,3 L.ha⁻¹) e Piori Xtra + Nimbus

(0,3 L.ha⁻¹) + Break-Thru (0,07 e 0,09 L.ha⁻¹). Nos cultivos alternados (Tabela 10), os valores de IAF e o comportamento dos tratamentos foi muito semelhante ao observados com cada cultivar isoladamente.

O rendimento de grãos foi bastante satisfatório, tendo superado quatro toneladas por hectare. O cultivar Apolo foi ligeiramente mais produtivo que o Ativa, quando cultivado isoladamente (Tabela 11) ou em alternância (Tabela 12) ao Ativa. As diferenças entre as testemunhas e os melhores tratamentos foram superiores a uma tonelada por hectare. Entre estes, os que resultaram em maior produtividade correspondem aqueles com melhor controle das doenças e maior efeito sobre o IAF. Em ambos os cultivares, se destacaram os tratamentos com Piori Xtra + Nimbus (0,3 L.ha⁻¹) + Break-Thru (0,07 a 0,09 L.ha⁻¹) e Elatus. O cultivo alternado de Apolo e Ativa não influenciou significativamente o rendimento de grãos e o desempenho dos tratamentos em relação aos ensaios com os cultivares separados.

O peso de mil grãos (Tabelas 13 e 14) apresentou maior variação entre os tratamentos, especialmente no cultivar Ativa. Todos os tratamentos utilizados resultaram em maior PMG que a testemunha. Também em relação a esta variável, melhores resultados são observados com o fungicida Elatus, na combinação de Piori Xtra com Nimbus (0,3 L.ha⁻¹) + Break-Thru (0,07 ou 0,09 L.ha⁻¹), ou Piori Xtra + Break-Thru (0,25 e 0,3 L.ha⁻¹).

Tabela 5: Severidade máxima do oídio nos cultivares de soja BMX Apolo e BMX Ativa em função da aplicação de fungicidas com adjuvante óleo mineral (Nimbus) e siliconado (Break-Thru). UPF, Passo Fundo, 2013

N.	Tratamento		Severidade (%)	
	Fung. e dose (L.ha ⁻¹)	Adjuv. e dose (L.ha ⁻¹)	Apolo	Ativa
1	Testem.	-	22,4 a ¹	29,7 a
2	Priori X 0,3	-	10,5 b	14,6 b
3	Priori X 0,3	N 0,6	7,8 b	10,1 b
4	Priori X 0,3	N 0,3	9,3 b	12,2 b
5	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,03	8,7 b	9,5 b
6	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,05	7,5 b	9,5 b
7	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,07	6,3 c	7,7 c
8	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,09	5,3 c	6,0 c
9	Priori X 0,3	BT 0,25	5,0 c	6,0 c
10	Priori X 0,3	BT 0,3	3,8 c	5,3 c
11	Elatus 0,25	N 0,6	5,6 c	6,4 c
12	Elatus 0,25	N 0,3 + BT 0,05	3,5 c	4,8 c
C.V. %			9,61	8,53

¹Médias classificadas por Skott-Knot a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 6: Severidade máxima do oídio nos cultivares de soja BMX Apolo e BMX Ativa, cultivados em linhas alternadas, em função da aplicação de fungicidas com adjuvante óleo mineral (Nimbus) e siliconado (Break-Thru). UPF, Passo Fundo, 2013

N.	Tratamento		Severidade (%)	
	Fung. e dose (L.ha ⁻¹)	Adjuv. e dose (L.ha ⁻¹)	Apolo/Ativa (2/1)	Ativa/Apolo (2/1)
1	Testem.	-	24,1 a ¹	25,2 a
2	Priori X 0,3	-	10,9 b	13,3 b
3	Priori X 0,3	N 0,6	8,5 b	9,0 b
4	Priori X 0,3	N 0,3	9,6 b	10,1 b
5	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,03	8,5 b	7,7 c
6	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,05	7,7 b	6,5 c
7	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,07	6,5 c	6,4 c
8	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,09	5,8 c	6,0 c
9	Priori X 0,3	BT 0,25	5,7 c	5,5 c
10	Priori X 0,3	BT 0,3	5,8 c	4,9 c
11	Elatus 0,25	N 0,6	6,5 c	6,6 c
12	Elatus 0,25	N 0,3 + BT 0,05	4,2 c	4,5 c
C.V. %			8,69	9,49

¹Médias classificadas por Skott-Knot a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 7: Severidade máxima da ferrugem asiática nos cultivares de soja BMX Apolo e BMX Ativa em função da aplicação de fungicidas com adjuvante óleo mineral (Nimbus) e siliconado (Break-Thru). UPF, Passo Fundo, 2013

N.	Tratamento		Severidade (%)	
	Fung. e dose (L.ha ⁻¹)	Adjuv. e dose (L.ha ⁻¹)	Apolo	Ativa
1	Testem.	-	33,8 a ¹	28,4 a
2	Priori X 0,3	-	16,6 b	14,8 b
3	Priori X 0,3	N 0,6	10,2 c	10,5 b
4	Priori X 0,3	N 0,3	13,2 b	12,0 b
5	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,03	11,8 c	11,5 b
6	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,05	10,5 c	11,2 b
7	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,07	8,8 c	8,1 c
8	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,09	7,6 c	7,0 c
9	Priori X 0,3	BT 0,25	7,5 c	7,0 c
10	Priori X 0,3	BT 0,3	7,5 c	6,2 c
11	Elatus 0,25	N 0,6	5,5 d	5,7 c
12	Elatus 0,25	N 0,3 + BT 0,05	3,3 d	3,1 d
C.V. %			10,27	9,83

¹Médias classificadas por Skott-Knot a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 8: Severidade máxima da ferrugem asiática nos cultivares de soja BMX Apolo e BMX Ativa, cultivados em linhas alternadas, em função da aplicação de fungicidas com adjuvante óleo mineral (Nimbus) e siliconado (Break-Thru). UPF, Passo Fundo, 2013

N.	Tratamento		Severidade (%)	
	Fung. e dose (L.ha ⁻¹)	Adjuv. e dose (L.ha ⁻¹)	Apolo/Ativa (2/1)	Ativa/Apolo (2/1)
1	Testem.	-	27,6 a ¹	29,7 a
2	Priori X 0,3	-	14,2 b	14,5 b
3	Priori X 0,3	N 0,6	10,5 b	11,3 b
4	Priori X 0,3	N 0,3	11,8 b	12,6 b
5	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,03	10,1 b	11,8 b
6	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,05	9,5 c	11,0 b
7	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,07	7,9 c	8,2 c
8	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,09	7,1 c	7,4 c
9	Priori X 0,3	BT 0,25	6,7 c	7,0 c
10	Priori X 0,3	BT 0,3	5,5 d	6,5 c
11	Elatus 0,25	N 0,6	5,0 d	6,5 c
12	Elatus 0,25	N 0,3 + BT 0,05	3,0 d	3,0 d
C.V. %			7,28	10,27

¹Médias classificadas por Skott-Knot a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 9: Índice de área foliar (IAF) nos cultivares de soja BMX Apolo e BMX Ativa em função da aplicação de fungicidas com adjuvante óleo mineral (Nimbus) e siliconado (Break-Thru). UPF, Passo Fundo, 2013

N.	Tratamento		IAF (unidade)	
	Fung. e dose (L.ha ⁻¹)	Adjuv. e dose (L.ha ⁻¹)	Apolo	Ativa
1	Testem.	-	1,23 c ¹	1,15 c
2	Priori X 0,3	-	1,99 b	1,79 b
3	Priori X 0,3	N 0,6	2,23 b	2,02 b
4	Priori X 0,3	N 0,3	2,12 b	1,95 b
5	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,03	2,20 b	2,07 b
6	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,05	2,25 b	2,12 b
7	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,07	2,44 a	2,35 b
8	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,09	2,57 a	2,50 a
9	Priori X 0,3	BT 0,25	2,55 a	2,55 a
10	Priori X 0,3	BT 0,3	2,60 a	2,57 a
11	Elatus 0,25	N 0,6	2,75 a	2,60 a
12	Elatus 0,25	N 0,3 + BT 0,05	2,99 a	2,91 a
C.V. %			7,84	6,98

¹Médias classificadas por Skott-Knot a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 10: Índice de área foliar (IAF) nos cultivares de soja BMX Apolo e BMX Ativa, cultivados em linhas alternadas, em função da aplicação de fungicidas com adjuvante óleo mineral (Nimbus) e siliconado (Break-Thru). UPF, Passo Fundo, 2013

N.	Tratamento		IAF (unidade)	
	Fung. e dose (L.ha ⁻¹)	Adjuv. e dose (L.ha ⁻¹)	Apolo/Ativa (2/1)	Ativa/Apolo (2/1)
1	Testem.	-	1,18 c ¹	1,29 c
2	Priori X 0,3	-	1,95 b	1,93 b
3	Priori X 0,3	N 0,6	2,20 b	2,11 b
4	Priori X 0,3	N 0,3	2,15 b	2,04 b
5	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,03	2,21 b	2,09 b
6	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,05	2,25 b	2,29 b
7	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,07	2,40 a	2,40 b
8	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,09	2,55 a	2,55 a
9	Priori X 0,3	BT 0,25	2,49 a	2,57 a
10	Priori X 0,3	BT 0,3	2,54 a	2,62 a
11	Elatus 0,25	N 0,6	2,70 a	2,64 a
12	Elatus 0,25	N 0,3 + BT 0,05	2,95 a	3,12 a
C.V. %			8,35	7,63

¹Médias classificadas por Skott-Knot a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 11: Rendimento de grãos dos cultivares de soja BMX Apolo e BMX Ativa em função da aplicação de fungicidas com adjuvante óleo mineral (Nimbus) e siliconado (Break-Thru). UPF, Passo Fundo, 2013

N.	Tratamento		Rendimento (kg/ha)	
	Fung. e dose (L.ha ⁻¹)	Adjuv. e dose (L.ha ⁻¹)	Apolo	Ativa
1	Testem.	-	3460,9 c ¹	3313,3 d
2	Priori X 0,3	-	4095,4 b	3807,0 c
3	Priori X 0,3	N 0,6	4332,1 b	3990,9 b
4	Priori X 0,3	N 0,3	4298,8 b	3761,6 c
5	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,03	4102,1 b	3970,8 b
6	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,05	4184,1 b	4045,5 b
7	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,07	4392,9 a	4231,2 a
8	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,09	4436,4 a	4387,7 a
9	Priori X 0,3	BT 0,25	4208,2 b	4171,1 b
10	Priori X 0,3	BT 0,3	4304,8 b	4271,8 a
11	Elatus 0,25	N 0,6	4289,3 b	4345,7 a
12	Elatus 0,25	N 0,3 + BT 0,05	4488,1 a	4478,3 a
C.V. %			3,98	4,09

¹Médias classificadas por Skott-Knot a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 12: Rendimento de grãos dos cultivares de soja BMX Apolo e BMX Ativa, cultivados em linhas alternadas, em função da aplicação de fungicidas com adjuvante óleo mineral (Nimbus) e siliconado (Break-Thru). UPF, Passo Fundo, 2013

N.	Tratamento		Rendimento (kg/ha)	
	Fung. e dose (L.ha ⁻¹)	Adjuv. e dose (L.ha ⁻¹)	Apolo/Ativa (2/1)	Ativa/Apolo (2/1)
1	Testem.	-	3496,4 d ¹	3599,0 c
2	Priori X 0,3	-	3962,6 c	3902,1 b
3	Priori X 0,3	N 0,6	4171,5 b	3940,4 b
4	Priori X 0,3	N 0,3	3977,8 c	3946,8 b
5	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,03	4012,2 c	4046,3 b
6	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,05	4087,6 b	4105,5 b
7	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,07	4179,6 b	4126,1 b
8	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,09	4371,6 b	4212,6 a
9	Priori X 0,3	BT 0,25	4208,1 b	4432,8 a
10	Priori X 0,3	BT 0,3	4257,7 b	4273,1 a
11	Elatus 0,25	N 0,6	4418,6 b	4427,6 a
12	Elatus 0,25	N 0,3 + BT 0,05	4766,4 a	4579,3 a
C.V. %			4,69	5,40

¹Médias classificadas por Skott-Knot a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 13: Peso de mil grãos dos cultivares de soja BMX Apolo e BMX Ativa em função da aplicação de fungicidas com adjuvante óleo mineral (Nimbus) e siliconado (Break-Thru). UPF, Passo Fundo, 2013

N.	Tratamento		Peso mil grãos (g)	
	Fung. e dose (L.ha ⁻¹)	Adjuv. e dose (L.ha ⁻¹)	Apolo	Ativa
1	Testem.	-	180,2 d ¹	150,2 f
2	Priori X 0,3	-	189,5 c	162,5 e
3	Priori X 0,3	N 0,6	196,5 b	179,2 c
4	Priori X 0,3	N 0,3	192,3 c	172,0 d
5	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,03	192,5 c	179,0 c
6	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,05	195,5 b	181,2 c
7	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,07	194,5 b	189,0 b
8	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,09	197,2 b	187,5 b
9	Priori X 0,3	BT 0,25	206,2 a	187,7 b
10	Priori X 0,3	BT 0,3	206,0 a	188,5 b
11	Elatus 0,25	N 0,6	203,0 a	192,2 a
12	Elatus 0,25	N 0,3 + BT 0,05	207,2 a	195,5 a
C.V. %			3,73	6,41

¹Médias classificadas por Skott-Knot a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 14: Peso de mil grãos dos cultivares de soja BMX Apolo e BMX Ativa, cultivados em linhas alternadas, em função da aplicação de fungicidas com adjuvante óleo mineral (Nimbus) e siliconado (Break-Thru). UPF, Passo Fundo, 2013

N.	Tratamento		Peso mil grãos (g)	
	Fung. e dose (L.ha ⁻¹)	Adjuv. e dose (L.ha ⁻¹)	Apolo/Ativa (2/1)	Ativa/Apolo (2/1)
1	Testem.	-	145,2 d	150,5 c
2	Priori X 0,3	-	167,5 b	160,5 b
3	Priori X 0,3	N 0,6	168,0 b	164,2 b
4	Priori X 0,3	N 0,3	166,0 b	163,0 b
5	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,03	164,7 c	163,5 b
6	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,05	171,0 b	168,2 a
7	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,07	171,2 b	166,0 a
8	Priori X 0,3	N 0,3 + BT 0,09	173,5 a	170,0 a
9	Priori X 0,3	BT 0,25	174,2 a	171,2 a
10	Priori X 0,3	BT 0,3	176,2 a	169,8 a
11	Elatus 0,25	N 0,6	178,7 a	168,2 a
12	Elatus 0,25	N 0,3 + BT 0,05	177,0 a	171,0 a
C.V. %			3,40	3,57

¹Médias classificadas por Skott-Knot a 5% de probabilidade de erro.

4 CONCLUSÃO

O cultivo alternado dos cultivares Apolo e Ativa não influenciou significativamente a ocorrência e intensidade das doenças avaliadas, assim como rendimento de grãos. Todos os tratamentos controlaram eficazmente o oídio e a ferrugem asiática. Ambos os fungicidas Priori Xtra e Elatus mostraram-se dependentes da utilização dos adjuvantes. A diminuição da quantidade do óleo mineral Nimbus, de 0,6 para 0,3 L.ha⁻¹, com a adição do adjuvante siliconado Break-Thru em dose igual ou superior a 0,07 L.ha⁻¹, mostrou-se viável tecnicamente.



Figura 1. Localização do experimento (entre linhas brancas) no campo experimental da UPF na safra 2013.

Testemunha	Priori X 0,3	Priori X + Nimbus 0,6
		
PX + N 0,3	PX + N 0,3 + BT 0,03	PX + N 0,3 + BT 0,05
		
PX + N 0,3 + BT 0,07	PX + N 0,3 + BT 0,09	PX + BT 0,25
		
PX + BT 0,3	Elatus 0,2 + N 0,6	Elatus + N 0,3 + BT 0,05
		

Figura 2. Vista das parcelas ao final do ciclo. PX= Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹), N= Nimbus, BT= Break Thru

CAPÍTULO III
CONTROLE QUÍMICO DA FERRUGEM COMUM DO
MILHO UTILIZANDO FUNGICIDA COM ADJUVANTE
ÓLEO MINERAL OU SILICONADO

RESUMO - Dois experimentos de campo foram estabelecidos na Universidade de Passo Fundo-RS, no ano agrícola de 2011-12, para avaliar os benefícios do uso de Break-Thru como adjuvante para o fungicida Prori Xtra em híbridos de milho Pioneer 30F53H e Dekalb 240 Pro. A semeadura foi em 24/10/11 em espaçamento entre linhas de 0,45 m e uma população aproximada de 70.000 plantas.ha⁻¹. O fungicida Prori Xtra (300 mL.ha⁻¹) foi pulverizado uma vez no estágio de crescimento V12 (plantas com 12 folhas expandidas) utilizando Nimbus (600 mL.ha⁻¹) ou Break-Thru (50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 e 400 mL.ha⁻¹) como adjuvantes. O volume de calda foi de 150 L.ha⁻¹ e as pontas de jato plano TT 110015. A ocorrência das doenças e o rendimento da cultura foram prejudicados pela seca durante a safra 2012. Contudo houve diferenças significativas entre os tratamentos no híbrido Pioneer 30F53H. No geral, a utilização de Break-Thru, nas doses de 200 e 250 mL.ha⁻¹, como adjuvante para o Prori Xtra, proporcionou melhor controle da ferrugem comum e produtividade de grãos semelhante ao Nimbus.

Palavras-chave: *Puccinia sorghi*, Prori Xtra, Nimbus, Break-Thru

CHEMICAL CONTROL OF CORN RUST USING FUNGICIDE WITH MINERAL OIL OR SILICON ADJUVANTS

ABSTRACT - Two field experiments were established at the University of Passo Fundo, RS, in the agricultural year 2011-12 to assess the benefits of using Break-Thru adjuvant for fungicide Priori Xtra on maize 30F53H Pioneer and Dekalb 240 Pro. Sowing was at 24/outubro/11 in a row space of 0.45 m plants.ha⁻¹ a population of 70,000. The fungicide Prori Xtra (300 mL.ha⁻¹) was sprayed once the growth stage of the plant V12 (with 12 plants expanded leaves) using Nimbus (600 mL.ha⁻¹) or Break-Thru (50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 and 400 mL.ha⁻¹) adjuvants. The syrup was 150 L.ha⁻¹, using flat fan nozzles TT 110015. The low amount of rainfall throughout the season limited disease development and crop productivity. However, there were significant differences in common rust severity and grain yield among fungicide treatments on Pioneer 30F53H. Overall, the use of Priori Xtra plus Break-Thru at rates of 200 and 250 mL.ha⁻¹ provided better disease control and similar grain yield Priori Xtra plus Nimbus.

Key-words: *Puccinia sorghi*, Priori Xtra, Nimbus, Break-Thru

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) está entre as três mais cultivadas no mundo, sendo superada pelo arroz e trigo. No Brasil o milho é cultivado em 3,6 milhões de propriedades rurais, distribuídas

em quase todo o território nacional (IBGE, 2006; AGRIANUAL, 2006). A produção do milho brasileiro concentra-se em sua maioria nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, sendo que a região Sul é responsável por 43 % da produção, Sudeste (25 %) e Centro - Oeste (22%) (DUARTE et al., 2006).

Segundo (AGROCERES, 1996; REIS & CASA, 1996) há no Brasil pelo menos 20 patógenos que ocorrem nesta cultura que podem causar prejuízos expressivos aos produtores. Os agentes etiológicos de doenças em milho no Brasil, causavam danos a esta cultura de maneira esporádica até o final da década de 1980, contudo, com o advento do milho safrinha constatou-se um aumento bastante significativo na importância das doenças na cultura do milho, principalmente das ferrugens que só sobrevivem em material vivo. O aumento da frequência e severidade com que vêm ocorrendo, têm causado sensível redução na qualidade e na produtividade do milho (PINHO et al., 1999a; CULTIVAR, 2006). No campo o aumento das doenças tem sido favorecido por diversos fatores, tais como: aumento de inóculo, proporcionado pela prática do plantio direto, pela sucessão de cultivos e pela manutenção da umidade por irrigações via pivô central (SILVA, 1997).

No Brasil, foram já determinados danos de 44,6% à produção de milho pelas ferrugens comum, polissora e branca, causadas pelos fungos *Puccinia sorghi*, *Puccinia polysora* e *Physopella zae*, respectivamente. A ferrugem polissora é favorecida por ambientes com temperatura em torno de 27 °C, alta umidade relativa do ar e altitudes inferiores a 900 m (REVISTA CULTIVAR, 2006). Esta doença é considerada a ferrugem de maior importância na

Região Central do Brasil, podendo causar danos significativos no rendimento de grãos em cultivares suscetíveis. Na Região Sul do Brasil ela vem ocorrendo em alguns locais, em função do cultivo de cultivares suscetíveis e de clima favorável.

Dentre, as medidas de controle das doenças do milho destacam-se o controle genético (uso de cultivares resistentes), o controle químico (tratamento de sementes aplicação foliar de fungicidas) e o controle cultural (escolha da época de semeadura, rotação de culturas) (REIS et al., 2004).

A aplicação de fungicidas foliares em milho vem aumentando devido à suscetibilidade dos híbridos, à época de cultivo em safrinha (temperaturas mais baixas e umidade relativa maior que na safra), à monocultura, à redução do espaçamento e ao aumento de potencial da cultura.

Os tratamentos em milho são realizados em uma ou duas aplicações por safra e devem atingir principalmente as folhas próximas à espiga (terço médio da planta). Por isso a qualidade da aplicação é fundamental. Neste trabalho, o adjuvante Break-Thru foi avaliado em conjunto com o óleo mineral Nimbus na aplicação do fungicida Priori Xtra. Objetivou-se verificar a deposição do fungicida em duas partes da planta e o controle das doenças ocorrentes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, estabelecidos na Universidade de Passo Fundo, na quadra A8. O local está situado na latitude de 28°10'S, longitude de 52°20'W e altitude de 687m.

Foram utilizados os híbridos de milho Pioneer 30F53H e Dekalb 240, os quais são de ciclo precoce. A semeadura ocorreu em 24/10/2011 em espaçamento de 0,45 m e população aproximada de 70.000 plantas.ha⁻¹. As sementes foram tratadas com o inseticida tiametoxam (Cruiser 350, 1.0 mL.kg⁻¹).

O solo foi adubado com 30 kg.ha⁻¹ de N, 75 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg.ha⁻¹ de K₂O. As plantas daninhas foram controladas com uma aplicação em pré-semeadura de glifosato (Roundup WG, 1.2 kg.ha⁻¹) e atrazina (Atrazina Nortox 500 SC, 5 L.ha⁻¹). A atrazina também foi aplicada em pós-emergência na dose de 3 L.ha⁻¹ da formulação comercial. Não foram realizadas aplicações de inseticida foliar.

O experimento foi organizado em blocos casualizados com dez tratamentos e quatro repetições. As parcelas mediram 2,70 x 6,0 m e incluíram seis fileiras, onde 1 e 6 foram as bordaduras e 2 a 5 colhidas para determinação do rendimento de grãos. A distância entre parcelas foi de 0,9 m.

Os produtos utilizados e os tratamentos avaliados constam nas Tabelas 1 e 2. Os fungicidas foram aplicados uma única vez em 3/1/2012, ao final da tarde, sob temperatura média de 26,8 °C, umidade relativa de 63% e velocidade do vento de 5,3 km.h⁻¹. O equipamento utilizado foi um pulverizador costal de CO₂, equipado com barra de 3 m e seis pontas de jato plano simples TT 110015. O volume de calda foi 150 L.ha⁻¹. Este equipamento foi montado sobre trator de pequeno porte, conduzido ao longo da lateral esquerda da parcela. Tiras de papel hidrossensível foram coladas sobre as folhas de número 7 (terço médio da planta) e 10 (terço superior) para monitorar a deposição de gotas.

Tabela 1: Fungicidas e adjuvantes utilizados

Nome comercial	Ingrediente ativo
Priori Xtra	Ciproconazol (80 g.L ⁻¹) + azoxistrobina (200 g.L ⁻¹)
Nimbus	Óleo mineral (428 g.L ⁻¹)
Break-Thru	Copolimero poliester polimetil siloxane (1000 g.L ⁻¹)

Tabela 2: Tratamentos avaliados

T.	Fungicida	Dose (mL.ha ⁻¹)	Adjuvante	Dose (mL.ha ⁻¹)
1	Testemunha	-	-	-
2	Priori Xtra	300	Nimbus	600
3	Priori Xtra	300	Break-Thru	50
4	Priori Xtra	300	Break-Thru	100
5	Priori Xtra	300	Break-Thru	150
6	Priori Xtra	300	Break-Thru	200
7	Priori Xtra	300	Break-Thru	250
8	Priori Xtra	300	Break-Thru	300
9	Priori Xtra	300	Break-Thru	350
10	Priori Xtra	300	Break-Thru	400

As doenças ocorrentes foram avaliadas 10, 20 e 30 dias após a aplicação de fungicida. Cada parcela foi amostrada em dez folhas nas posições 7 e 10, de baixo para cima. As folhas conduzidas ao laboratório, conservadas sobre refrigeração e examinadas com relação à severidade.

A colheita foi realizada manualmente, coletando-se todas as espigas em quatro linhas centrais de cada parcela, uma área correspondente a 8,1 m². Os grãos foram limpos, pesados e analisados quanto ao seu teor de umidade. Os resultados são apresentados em quilogramas por hectare e peso de mil grãos, ao teor de umidade de 13%.

Os dados foram analisados por Anova e teste de comparação de médias (Skott-Knott) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Utilizou-se o software SASM-Agri (CANTERI et al., 2001), versão 8.2. Também foram realizadas análises de regressão da porcentagem de controle da ferrugem e do rendimento de grãos em relação às doses do adjuvante Break-Thru.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições ambientais durante a safra de verão 2012 (Tabela 4) não foram favoráveis ao desenvolvimento da cultura e de suas doenças. Segundo Agrios (1997), a maioria dos patógenos fúngicos, exceto os causadores dos oídios, requer a presença de um filme de água sobre os tecidos da planta para que ocorra a infecção. Esse fator foi limitante na safra 2012, cuja precipitação pluvial acumulada ao longo do ciclo atingiu apenas 225,4 mm, ficando muito abaixo da normal histórica para Passo Fundo. A frequência de chuvas (cinco por mês) também foi menor. As temperaturas médias se comportaram dentro do esperado em dezembro e janeiro, porém foram mais elevadas em novembro e fevereiro.

Tabela 3: Número de dias com chuva > 5 mm, chuva acumulada (mm) e temperatura média (°C) de novembro 2011 a fevereiro de 2012. UPF, Passo Fundo, RS, 2012

Mês	Dias chuva > 5 mm	Chuva acumulada (mm)	Normal histórica (mm)	Temper. média (°C)	Normal histórica (°C)
Nov/11	5	77,1	131,7	23,4	20,2
Dez/11	5	91,2	161,5	21,2	21,5
Jan/12	5	105,2	143,4	22,1	22,1
Fev/12	5	86,0	148,3	23,6	21,9
Total	20	359,5	584,9		

A ocorrência de doenças (Tabela 4) foi também baixa e limitada à ferrugem comum, causada por *Puccinia sorghi* (Figura 1). Sua severidade máxima atingiu 8,65% na folha 7 (terço médio) e 5,70% na folha 10 (terço superior) do híbrido Pioneer 30F53H. Dekalb 240 mostrou-se menos suscetível à ferrugem e sua severidade máxima foi 3,4%.

Os tratamentos com fungicida reduziram a severidade da ferrugem em 33,5 a 86,7% na folha 7 e em 57,0 a 86,1% na folha 10. Tais porcentagens de controle podem ser consideradas satisfatórias uma vez que apenas uma aplicação de fungicida foi realizada.

Houve diferenças significativas entre os tratamentos. Na folha 7, as menores severidades foram observadas nas plantas tratadas com Piori Xtra + Break-Thru a 200 e 250 mL.ha⁻¹. As taxas de Break-Thru de 150 e 300 mL não diferiram dos resultados obtidos com Nimbus. As doses de 50, 100, 350 e 400 mL resultaram em controle inferior. Na folha 10, as doses de 100, 150, 200 e 300 mL tiveram desempenho melhor que Nimbus.

A relação entre as doses de Break-Thru usado como adjuvante para Priori Xtra e a severidade da ferrugem comum foi significativa ($p < 0,01$) e representada por equações quadráticas (Figura 2), especialmente na folha 7. As menores severidades foram estimadas para o intervalo entre as doses de 200 e 250 mL.ha⁻¹.

O rendimento de grãos (Tabela 5) foi baixo devido à seca ocorrida no verão 2012. O híbrido Dekalb 240 foi mais produtivo (4448,46 a 4754,42 kg.ha⁻¹) que o Pioneer 30F53H (2560,09 a 3189,71 kg.ha⁻¹). As diferenças em rendimento entre os tratamentos foram significativas ($p < 0,01$) no experimento com Pioneer 30F53H, no qual as plantas tratadas produziram mais que a testemunha.

Priori Xtra aplicado com Break-Thru nas doses de 100, 150, 200, 250, 300 ou 350 mL.ha⁻¹ teve desempenho semelhante a Priori Xtra + Nimbus. Por análise de regressão (Figura 3), os maiores rendimentos de grãos foram estimados para o intervalo entre 200 e 250 mL.ha⁻¹. O peso de mil grãos (Tabela 6) não foi influenciado pela aplicação de fungicida em ambos os híbridos.

As figuras de 4 a 7 mostram a deposição das gotas em cartões de papel hidrosensível colocados sobre as folhas 7 e 10 de cada híbrido. Apesar do número de gotas não ter sido contado, é possível verificar que as doses de Break-Thru entre 100 mL e 400 mL.ha⁻¹, na maioria das vezes, resultaram em melhor deposição que o tratamento com Nimbus. Porém houve alguma variação entre híbridos e concentrações do Break-Thru, que podem estar ligadas à representatividade dos cartões. O seu uso tem sido recomendado por vários autores para avaliar a deposição, densidade e diâmetro de gotas (Carvalho, 1995; Schröder, 1996). Contudo, podem haver limitações,

como a alta umidade do ar (acima de 80%), que pode afetar a sensibilidade do papel (HILL & INABA *apud* SCHRÖDER, 1996).

No híbrido Dekalb 240, folha 7 (Figura 4), a deposição foi menor nas doses de 250 e 300 mL, talvez por alguma variação na velocidade dos ventos no momento da aplicação. A dose do Break-Thru de 50 mL resultou em precária deposição de gotas. Por outro lado, as doses de 350 e 400 mL podem ter causado escorrimento do fungicida, uma vez que nestas o controle da ferrugem e o rendimento de grãos foram menores. Apesar dos adjuvantes serem utilizados para melhorar a qualidade da aplicação e do fungicida, Antuniassi (2006) ressalta que a adição de alguns componentes químicos às caldas de pulverização pode causar interações com resultados negativos.

4 CONCLUSÃO

Apesar da condição de seca ter prejudicado o desenvolvimento da cultura e de suas doenças, houve diferenças significativas no controle da ferrugem comum e no rendimento de grãos entre os tratamentos no híbrido Pioneer 30F53H. A utilização do Break-Thru em mistura ao fungicida Priori Xtra, nas doses de 200 ou 250 mL.ha⁻¹, resultou em controle da ferrugem comum e em rendimento de grãos similares ou superiores aos obtidos com Nimbus.



Figura 1: Sintomas da ferrugem comum do milho, causada pelo fungo *Puccinia sorghi*.

Tabela 4: Severidade máxima da ferrugem comum no híbrido Pioneer 30F53H em função da aplicação de fungicida com diferentes adjuvantes. UPF, Passo Fundo, 2012

Tratamento	Dose (mL.ha ⁻¹)	Folha 7		Folha 10	
		Sever. (%)	Controle (%)	Sever. (%)	Controle (%)
Testemunha	-	8,65 a ¹	-	5,70 a ¹	-
Priori Xtra + Nimbus	300 + 600	2,89 c	66,5	1,52 c	73,3
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 50	5,06 b	41,5	2,45 b	57,0
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 100	4,76 b	44,9	0,99 d	82,6
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 150	3,80 c	56,0	1,14 d	80,0
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 200	1,15 d	86,7	0,79 d	86,1
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 250	1,66 d	80,8	1,29 c	77,3
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 300	2,88 c	66,7	1,03 d	81,9
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 350	4,71 b	45,5	1,55 c	72,8
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 400	5,75 b	33,5	1,29 c	77,3
C.V. (%)		17,0 (p<0,01)		15,7 (p<0,01)	

¹Médias classificadas por Skott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

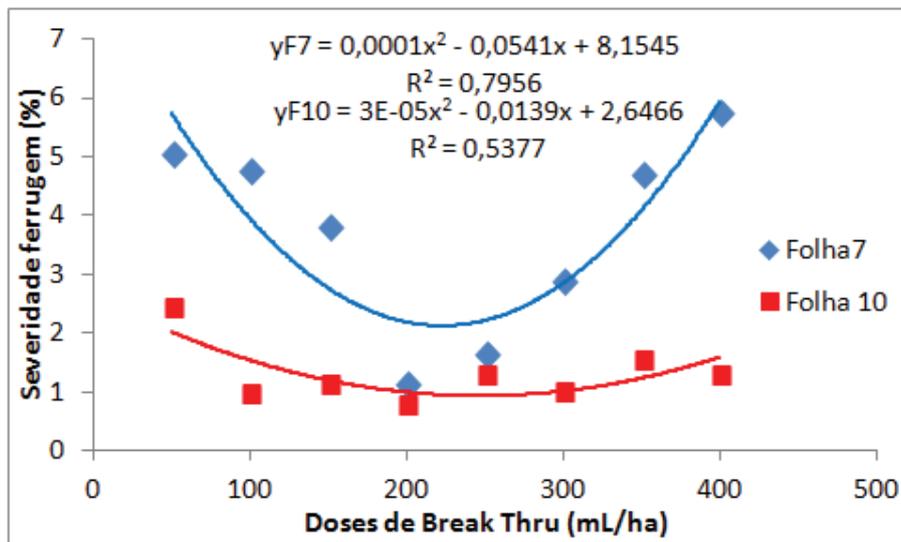


Figura 2. Análise de regressão da severidade da ferrugem comum em relação às doses do adjuvante siliconado Break-Thru. UPF, Passo Fundo, 2012.

Tabela 5: Rendimento de grãos dos híbridos Pioneer 30F53H e Dekalb 240 em função da aplicação de fungicida com diferentes adjuvantes. UPF, Passo Fundo, 2012

Tratamento	Dose (mL.ha ⁻¹)	Rendimento de grãos (kg.ha ⁻¹)		
		Pioneer 30F53H	Dekalb 240	Média
Testemunha	-	2560,09 c ¹	4448,46	3504,28
Priori Xtra + Nimbus	300 + 600	3094,78 a	4717,40	3906,09
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 50	2769,34 b	4591,76	3680,55
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 100	3122,37 a	4707,17	3914,77
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 150	3155,13 a	4730,03	3942,58
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 200	3173,82 a	4754,42	3964,12
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 250	3189,71 a	4723,50	3956,60
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 300	3128,28 a	4719,35	3923,81
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 350	2931,39 a	4718,75	3825,07
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 400	2731,84 b	4631,65	3681,75
C.V. (%)		4,20 (p < 0,01)	4,69 (p > 0,05)	

¹Médias classificadas por Skott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

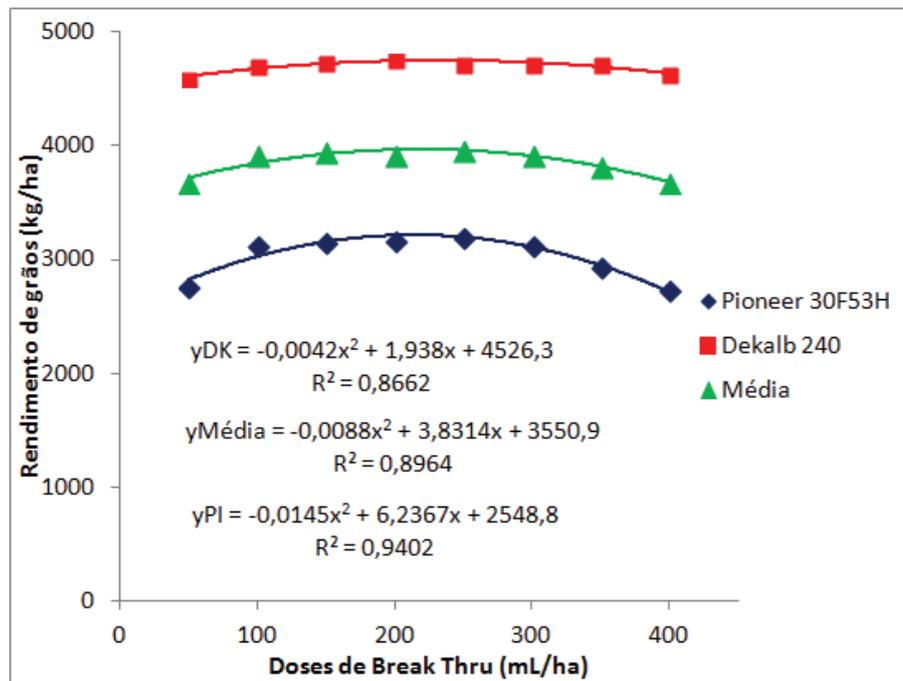


Figura 3. Análise de regressão do rendimento de grãos em função da dose do adjuvante siliconado Break-Thru. UPF, Passo Fundo, 2012.

Tabela 6: Peso de mil grãos de milho, híbridos Pioneer 30F53H e Dekalb 240, em função da aplicação de fungicida com diferentes adjuvantes. UPF, Passo Fundo, 2012

Tratamento	Dose (mL.ha ⁻¹)	Peso de mil grãos (g)		
		Pioneer 30F53H	Dekalb 240	Média
Testemunha	-	253,31 ns	222,16 ns	237,73
Priori Xtra + Nimbus	300 + 600	258,47	229,89	244,18
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 50	256,59	225,67	241,13
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 100	259,18	227,48	243,33
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 150	260,74	231,93	246,34
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 200	256,55	232,01	244,28
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 250	262,79	234,13	248,46
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 300	257,70	230,99	244,35
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 350	259,94	232,61	246,27
Priori Xtra + Break-Thru	300 + 400	259,43	232,54	245,99
C.V. (%)		4,40 (p > 0,05)	3,78 (p > 0,05)	

¹Médias com diferenças não significativas pela análise de variância.

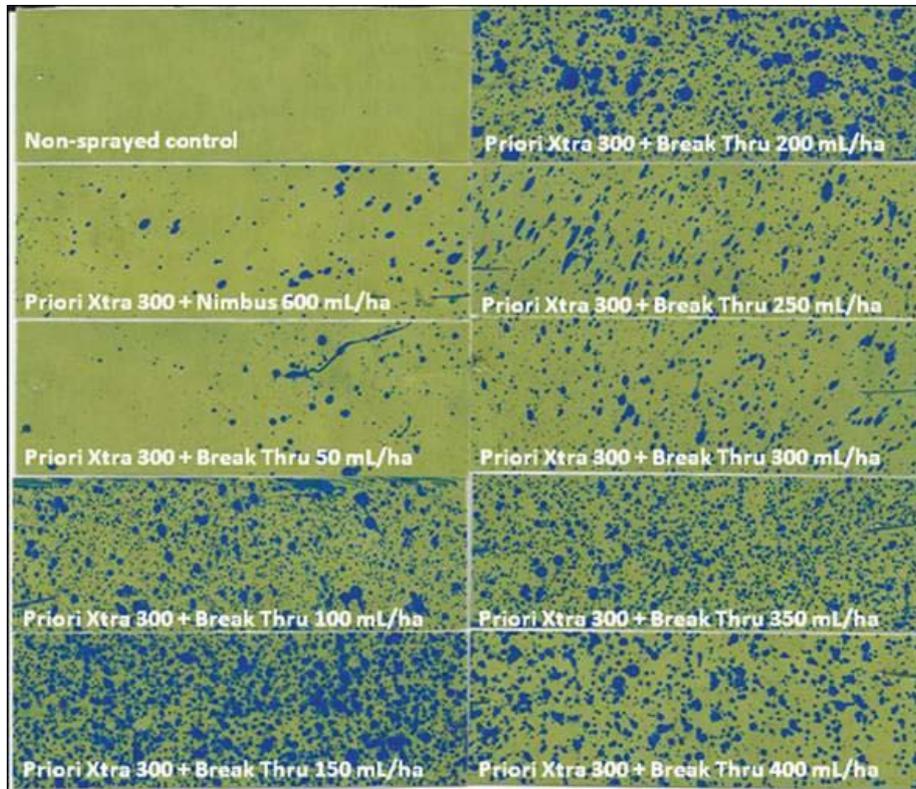


Figura 4: Deposição de gotas em papel hidrosensível posicionado sobre a folha 7, híbrido Dekalb 240. UPF, Passo Fundo-RS, 2012.

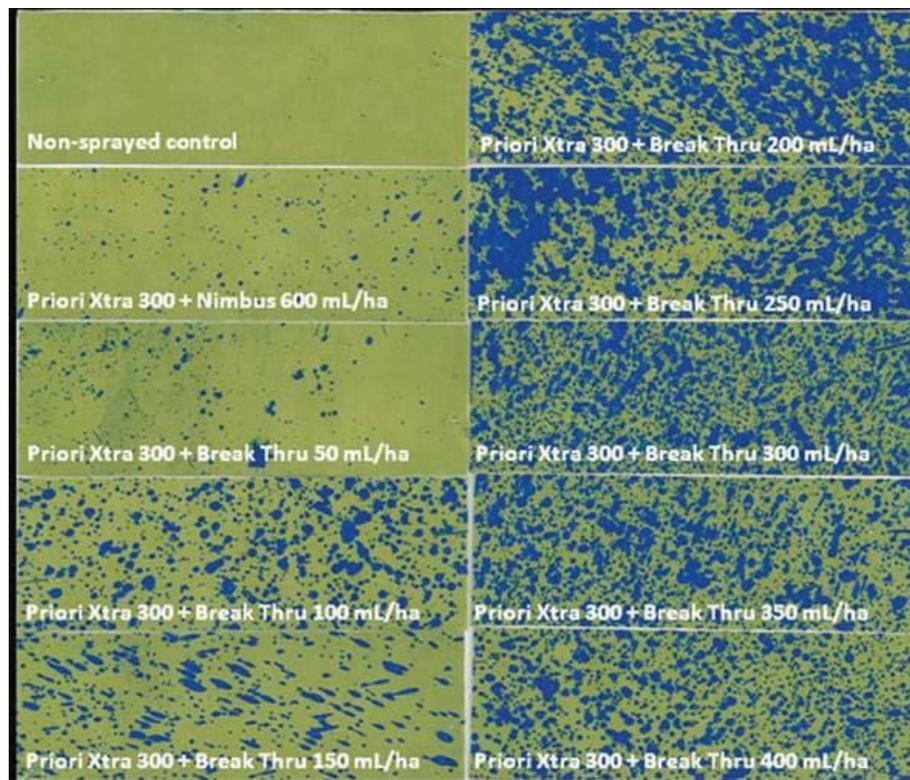


Figura 5: Deposição de gotas em papel hidrosensível posicionado sobre a folha 10, híbrido Dekalb 240. UPF, Passo Fundo-RS, 2012.

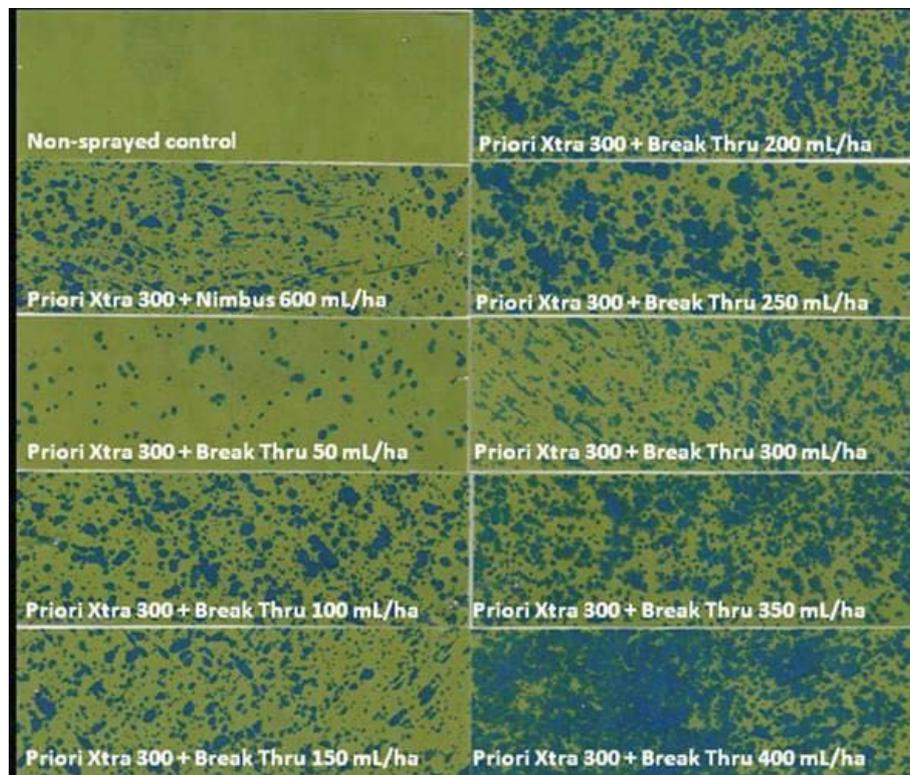


Figura 6: Deposição de gotas em papel hidrosensível posicionado sobre a folha 7, híbrido Pioneer 30F53H. UPF, Passo Fundo-RS, 2012.

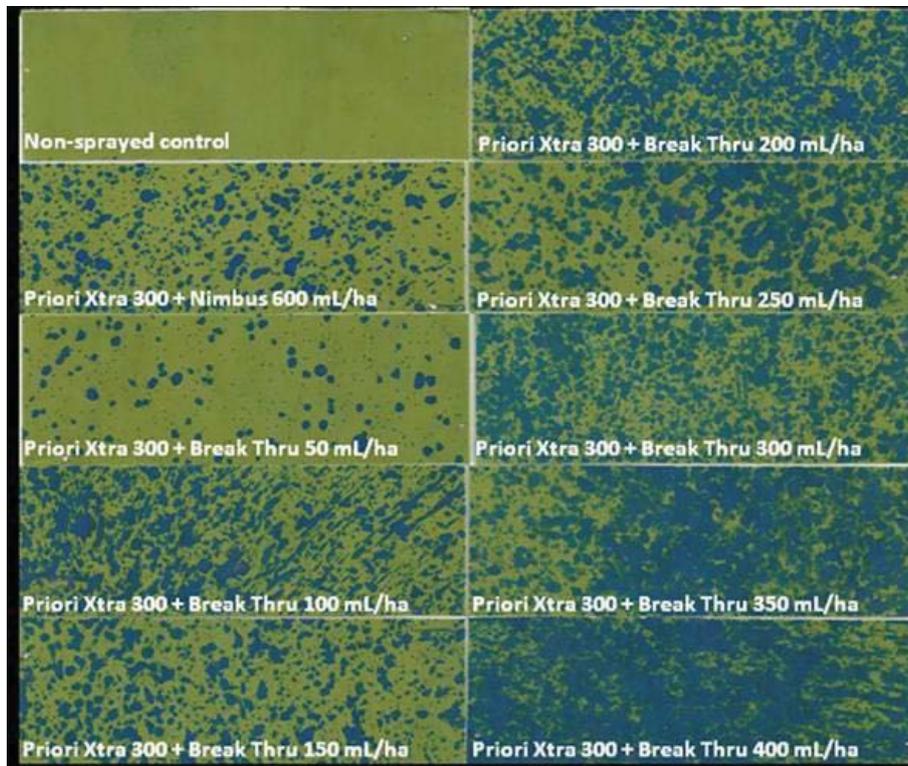


Figura 7: Deposição de gotas em papel hidrosensível posicionado sobre a folha 10, híbrido Pioneer 30F53H. UPF, Passo Fundo-RS, 2012.

5. REFERÊNCIAS

ABBOTT, H. A.; VAN DIK, L. P.; GROBBELAR, N. Spreading of spray mixtures on leaf surfaces. *Pesticide Science*, Oxford, v. 28, n. 4, p. 419-429, 1990.

AGRIANUAL 2006: *Anuário da agricultura brasileira*. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2006. P.385-406.

AGRIOS, G.N. *Plant pathology*. 5^a Ed. New York: Academy Press, 1997. 635p.

AGROCERES. *Guia Agroceres de sanidade*. São Paulo: Sementes Agroceres, 1996. 72p.

AKINSANMI, O. A., J. L. LADIPO, P. O., and OYEKAN, 2001. First report of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Nigeria. *Plant Diseases* 85 (1):97

ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. *Introductory mycology*. 4^a ed. New York: John Willey & Sons. 1996.869p.

ALMEIDA, A. M. R. Observação de resistência parcial a *Septoria glycines* em soja. *Fitopatologia Brasileira*, n. 26, p.214-216, 2001.

ALMEIDA, A. M. R., L. P. FERREIRA, J. T. YORINORI, J. F. V. SILVA, A. A. HENNING, C. V. GODOY, L. M. COSTAMILAN, e M. C. MEYER, 2005. Doenças de soja. Em: KIMATI, H., AMORIM, J. A. M. REZENDE, A. BERGAMIN FILHO e L. E. A. CAMARGO (Eds.) Manual de Fitopatologia. Vol. 2 (4^a Ed.). Piracicaba, Livroceres. P.376-399.

ALMEIDA R., C. A. FORCELINI, e F. R. GARCES. 2009. Análise de distribuição dos componentes de rendimento na planta como critério para a época de aplicação de fungicida em soja. *Tropical Plant Pathology* 34 (Suplemento): S79(Resumo)

ALVIM JR., M, G., F. C. JULIATTI, M. S. ALVIM, F. O. S. PARREIRA, P. S. SILVA, B. C. M. JULIATTI, A. A. REZENDE, J. A. S. MARTINS, e E. SAGATA. 2009. Avaliação de fungicidas registrados no MAPA no controle da ferrugem da soja. *Tropical Plant Pathology* 34 (Suplemento): S84 (Resumo).

ANDRADE, G. A. F. de; CASELA, C. R.; ABREU, M. S. de. Caracterização de isolados de *Puccinia polysora*, agente causal da ferrugem do milho, quanto aos componentes de agressividade. *Ciência e Agrotecnologia*. Lavras, v.24, n.3, p.560-566, 2000.

ANDRADE, P. J. M., e ANDRADE, D. F. A. 2002. Ferrugem asiática: uma ameaça a sojicultura brasileira. Dourados. EMBRAPA. (Circular técnica, 11)

ANTUNIASSI, U. R. Aplicação aérea no controle da ferrugem da soja. In: RAETANO, C. G.; ANTUNIASSI, U. R. Qualidade em tecnologia de aplicação. Botucatu: Fepaf, 2005.p.167-176.

ANTUNIASSI, U. R. Conceitos básicos da tecnologia de aplicação de defensivos para a cultura da soja. *Boletim de Pesquisa de Soja* 2009. Rondonópolis: Fundação Mato Grosso, v.13, 2010. P.299-317

ARANTES, N. E. Interação genótipo X ambiente e estudo de alternativas para a seleção de variedades de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill), com base em testes regionais. Viçosa, 1979. 51p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UFV, 1979.

ASTM – Terminology relating to agricultural tank mix adjuvants. In: ASTM International *Annual book of ASTM standarts*. V 11.05. Biological effects and environmental fate: biotechnology, pesticides, Philadelphia: ASTM International, 1995. P.955-967.

AYERS, J. E., JOHNSON, M. W., HILL, R. R. Identifying resistance to gray leaf spot. In: MAIZE SORGHUM RESISTANCE CONFERENCE, 39, 1984, Washington, D. C, *Proceedings...*p.157-175.

AZEVEDO, L. A. S. *Proteção Integrada de Plantas com Fungicidas: Teoria, prática e manejo*. São Paulo, 2001. P.181-185.

BAIR, W.; AYERS, J. E. Variability in isolates of *Cercospora zeaemaydis*. *Phytopathology*, St. Paul, v.76, n.2, p.129-132, 1986.

BAKER, E. A., CHAMEL, A. R. Herbicide penetration across isolated and intact leaf cuticles. *Pesticide Science*, Oxford, v.29, p.187-196, 1990.

BALARDIN, R. S. et al. Controle químico de doenças da parte aérea na cultura da soja. *Fitopatologia Brasileira*, v. 26 (Suplemento), p.420, 2001.

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

BANDYOPADHYAY, R.; OJIAMBO, P. S.; TWIZEYIMANA, M.; ASAFO-ADJEL, B. FREDERICK, R. D.; PEDLEY, K. F.; STONE, C. L.; HARTAMN, G. L. First Report of Soybean Rust Caused by *Phakopsora pachyrhizi* in Ghana. *Plant Disease*, v.91, n. 8, p.1057-1057. 2007.

BARNI, N. A. et al. Efeito da época de semeadura, espaçamento e população de plantas sobre o desempenho da soja [*Glycine max* (L.) Merrill], em solo hidromórfico. *Agron. Sulriograndense*, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p.245-296, 1985.

BARTLETT, D. W.; et al. The Strobirulin Fungicides. *Pest Management Science*, v.58, p.649-662, 2002.

BERG, D. et al. Chemistry and biochemistry of a new azole fungicide. *Pflanzenschutz – Nachrichten Bayer*, v.40, n.2, p.111-132, 1987.

BERGERON, V.; MARTIN, J. Y.; VOVELLE, L. *Use of polymers as sticking agents*. US Patent 6, p.534-563, 2003.

BODE, L. E.; BUTLER, B. J.; GOERING, C. E. Spray drift and recovery as affected by spray thickener, nozzle type, and nozzle pressure. *Transactions of the ASABE*, St. Joseph, v. 19, n. 2, p.213-218, 1976.

BONDE, M. R.; S. E. NESTER, C. N. AUTIN, C. L., STONE R. D. FREDERICK, G. L. HARTMAN, and M. R. MILES. 2006. Evaluation of virulence of *Phakopsora pachyrhizi* and *P. meibomia* isolates. *Plant Disease* 90(6): 708-716.

BONETTI, L. P. Distribuição da soja no mundo: origem, história e distribuição. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (Ed.). *A soja no Brasil*. Campinas: Ital, p.1-6, 1981.

BONINI, J. V. *Tecnologia de aplicação de fungicidas na cultura da soja*. (Dissertação de mestrado em Agronomia) Santa Maria, 2003 – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

BROMFIELD, K. R.; and E. E. HARTWIG. 1980. Resistance to soybean rust and mode of inheritance. *Crop Science* 20:254-255.

BROMFIELD, K. R. 1984. Soybean Rust. Monograph No. 11. St. Paul, *American Phytopathological Society*.

BRUNELLI, K. R.; FAZZA, A. C.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; CAMARGO, L. E. A. Efeito de meio de cultura e do regime de luz na esporulação de *Cercospora zea-maydis*. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v.32, n.1, p.92-94, 2006.

BUHLER, D. D.; BURNSIDE, O. C. Effect of water quality, carrier volume, and acid on glyphosate phytotoxicity. *Weed Science*, Champaign, v.31, n.2, p.163-169. 1983.

BUTLER ELLIS, M. C.; TUCK, C. R.; MILLER, P. C. H. The effect of some adjuvants on sprays produced by agricultural flat fan nozzles. *Crop Protection*, Guildford, v.16, n.1, 1997.

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

CÂMARA, M. P. S. et al. Efeito da aplicação de fungicidas sistêmicos e época de plantio sobre a sanidade de sementes de cultivares de soja. *Fitopatologia Brasileira*, v.20, n.2, p.233-240, 1995.

CÁRCAMO-RODRIGUEZ, A. J.; AGUILAR-RIOS, and J. R. HERNÁNDEZ, 2006. First Report of Asian Soybean Rust Caused by *Phakopsora pachyrhizi* from Mexico. *Plant Diseases* 90(9):1260-1260.

CARSON, M. L.; GOODMAN, M. M.; WILLIAMS, S. M. Variation in aggressiveness among isolates of *Cercospora* from maize as a potential cause of genotype-environment interaction in gray leaf spot trials. *Plant Diseases*, St. Paul, v.86, n.10, p.1089-1093, 2002.

CARVALHO, R. V. *Resistência do milho a Physopella zea (Mains Cummins & Ramachar), agente causal da ferrugem tropical*. 1995. 83f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

CARVALHO JR.; A. A., M. B. A. FIGUEIREDO, 2000. A verdadeira identidade da ferrugem da soja no Brasil. *Summa Fitopatológica* 26:197-200.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; BLUM, M. M. Quantificação de danos causados por doenças em milho. 2005. Universidade do Estado de Santa Catarina.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; FERNANDES, F. T.; PINTO, N. F. J. A. Doenças foliares em milho. Portal do Agronegócio, Viçosa, 2003. Disponível em: <http://www.portaldoagronegocio.com.br/index.php?p=texto&i dT=100>. Acesso em: 25 set. 2006.

CHENG, Y. W.; CHANG, K. L. The breeding of rust resistant soybean Tainung 3. *J. Taiwan Agr. Res*, v.17, p.30-34, 1968.

CHORILLI, M. et al. Influência da viscosidade de veículo na liberação *in vitro* da cafeína. *Revista Farmácia*, Anápolis, n.4, p.52-60, 2007.

CHRISTOFOLETTI, J. C. *Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle*. São Paulo: Teejet South America, 1999. 15p. (Boletim técnico 5).

CLEMONS, G. P.; SISLER, H. D. Formation of a fungitoxic derivative from benlate. *Phytopathology*, v.59, p.705-706, 1969.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Central de Informações Agropecuárias 2003. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conaweb>. Acesso em: 20 dez 2010.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, sétimo levantamento, abril 2012. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_04_07_12_02_42_boletim_abril-2012..pdf Acesso em: 13 abr 2012.

COSTAMILAN L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; YORINORI, J. T. Perda de rendimento de grãos de soja causada por ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). v.27, p, S100, 2002. Resumo em *Fitopatologia Brasileira*.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 1994. 390p.

CULTIVAR. *Doenças: inóculo multiplicado*. São Paulo, 2006. Edição especial. Disponível em: <http://www.cultivar.inf.br>. Acesso em: 22 nov. 2010.

CUNHA J. P. A. R. et al. Avaliação de estratégias para a redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v.21, n.2, p.325-332, 2003.

CUNHA J. P. A. R.; REIS, E. F.; SANTOS, R. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e do volume de calda. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.36, n.5, p.1360-1366, 2006.

DELP C. J.; KLOPPING, H. L. Performance attributes of a new fungicide and mite ovicide candidate. *Plant Diseases Reporter*, v.52, n.2, p.95-99, 1968.

DE RUITER, H. Developments in adjuvant use for agrochemicals. *Meded Rijksuniv Gent Fak Landbouwkde Toegep Wet*, Cieszynski, v.67, n.2, p.19-25, 2002.

DESLANDES, J. A. Ferrugem da soja e de outras leguminosas causadas por *Phakopsora pachyrhizi* no Estado de Minas Gerais, *Fitopatologia Brasileira*, v.4, p.337-339, 1979.

DEUNER, C.; NICOLINI, F.; & CARLINI, R. C. Histórico de evolução dos critérios de aplicação de fungicidas usados na cultura da soja no Brasil. In: REIS, E. M. (Org.) *Critérios Indicadores do Momento para Aplicação de Fungicidas visando ao Controle de Doenças em Soja e Trigo*. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2009. P.27-30.

DUARTE, J. O.; CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J. Cultivo do Milho. Sete Lagoas, 2006. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/cultivodomilho/economiadaproducao.htm>. Acesso em: 25 set. 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. *Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil 1997/98*. Londrina, 1997. 171p. (EMBRAPA. CNPSo. Documentos, 106).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Tecnologia de produção de soja – Região Central do Brasil – 2007*. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste, 228p. 2007.

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. *Produção de milho*. Guaíba: Agropecuária, 2003. 260p.

FANTIN, G. M. Mancha de *Phaeosphaeria*, doença do milho que vem aumentando sua importância. *O Biológico*, São Paulo, v.56, n.5/6, p.39, 1994.

FARRIS, M. E. The effect of penetrator and plus on pesticide deposition, evaporation, and foliage residue in cotton. *Proceeding of the Beltwide Cotton Conference*, San Antonio, v.2, p.768-771, 1991.

FERREIRA, M. C. *Aplicações de fungicida para o controle da ferrugem asiática da soja e interações com diferentes arranjos espaciais da cultura*. 2009. Dissertação, (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2009.

FIETSAM, J. F. W.; YOUNG, B. G.; STEFFEN, R. W. Herbicide drift reduction to drift control agents with glyphosate. *ASABE*, St. Joseph, v.47, n.5, p.1405-1411, 2004.

FLECK, N. G. *Controle químico de plantas daninhas*. Porto Alegre: UFRGS, 1993. 132p.

FORCELINI, C. A. Danos e critérios para o controle químico do oídio. In: BORGES, L. D. (Org.); REIS, E. M. (Ed). *Doenças na cultura da soja*. 1 ed. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2004, p.117-123.

FUNDAÇÃO DE APOIO A PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MATO GROSSO – FUNDAÇÃO MT. Cultivares de sojas convencionais. (em línea). Consultado 15 de dezembro de 2009. Disponível em <http://www.fundacaomt.com.br/soja/>

GARCÉS, F. R. 2010. *Efeito do programas de aplicação de fungicida no progresso da ferrugem, no seu controle e na área foliar da soja*. Dissertação de Mestrado em Agronomia/Fitopatologia. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo. 100p.

GARCIA, A. E. S.; CALVO, R. A.; SOUZA DE KIIHL, A.; HARADA, D. M.; HIROMOTO, and R. G. E. VIEIRA. 2008. Molecular mapping of soybean rust. (*Phakopsora pachyrhizi*) resistance genes: discovery of a novel locus and alleles. *Theor. Appl. Genet.* 117: 545-553.

GIORDANI R. F. *Controle da doenças de final de ciclo e oídio na cultura da soja*. Santa Maria, 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia – UFMS).

GODOY C. V.; CANTERI, M. G. Efeito protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. *Fitopatologia Brasileira*, v.29, p.97-101, 2004.

GODOY, C. V.; PIMENTA, C.B.; MIGUEL-WRUCK, D. S.; RAMOS JUNIOR, E. U.; SIQUERI, F. V.; FEKSA, H. R.; DOS SANTOS, I.; LOPES, I. O. N.; NUNES JUNIOR, J.; ITO, M. A.; IAMAMOTO, M. M.; ALMEIDA, N. S.; ANDRADE, N. S.; ANDRADE, P. J. N.; SOUZA, P. I. M.; BALARDIN, R. S.; BARROS, R.; SILVA, S. A.; FURLAN, S. H.; GAVASSONI, W. L. *Eficiência da fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja, Phakopsora pachyrhizi, na safra 2006/07. Resultados sumarizados dos ensaios em rede. Londrina: EMBRAPA – Soja, 2007. (Circular Técnica, 42).*

GREEN, J. M. *Herbicide adjuvants*. Woodland: *Weed Science School*, 2001. p.26-28.

HAAPALA, E, The effect of a nonionic detergent on some plant cells. *Physiologia Plantarum*, Malden, v.23, p.187-201, 1970.

HARTWIG. E. E. 1986. Identification of a fourth major gene conferring resistance to soybean rust. *Crop Science* 26: 1135-1136.

HARTWIG. E. E., and K. R. BROMFIELD. 1983. Relationships among three genes conferring specific resistance to rust in soybeans. *Crop Science* 23: 237-239.

HARTMANN, G. L., J. B. SINCLAIR, and J. C. RUPE. 1999. *Compendium of Soybean Diseases* (4ta Ed.).APS Press, Minnesota.

HAZEN, J. L. Adjuvants: terminology, classification, e chemistry. *Weed Technology*, Champaign, v.14, p.807-813, 2000.

HENNINGS, V. P. 1903. [A few new Japanese Uredinaceae]. *Hedwigia* 42: S107-108.

HENNING, A. A., e C. V. GODOY. 2006. Situação da ferrugem da soja no Brasil e no mundo. Em: ZAMBOLIM, L. (org.) *Ferrugem Asiática da Soja*. Suprema Gráfica e Editora, Visconde do Rio Branco. p.1-14.

HEWITT, A. J. et al. Effect of adjuvants and formulations on aerial spray drift potential. *Pesticide Science*, Oxford, v.37, p.209-211, 1993.

HILTY, J. W.; HADDEN, C. H.; GARDEN, F. T. response of maize hybrids and inbred lines to gray leaf spot diseases and the effects on yield in Tennessee. *Plant Disease*. St. Paul, v.63, p.515-518, 1979.

HOCK, W. K. *Horticultura spray adjuvants*. Pennsylvania: Pennsylvania State University, 1998. p.1-4. (Agrichemical fact Sheet, 10).

HOCK, W. K. *Horticultura spray adjuvants*. Pennsylvania: Pennsylvania State University, 2004. p.1-4. (Agrichemical fact Sheet, 11).

HIDAYAT, O. O., and S. SOMAATMADJA. 1977. Screening of soybean breeding lines for resistance to soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow). *Soybean Rust News 1*: 9-22.

HOLLOWAY, P. J.; EDGERTON B.M. Effects of formulation with different adjuvants on foliar uptake of difenzaquat and 2,4-D: model experiments with wild oat and field bean. *Weed Research*, Oxford, v.32, p.183-195, 1992.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Sistema de recuperação automática. Tabela 1612 – Quantidade produzida, valor de produção, área plantada e área colhida da lavoura temporária. Disponível em:
<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/Tabela/listabl.asp?c=1612&z=t&o=10>. Acesso em: 02 maio 2006.

KASPERS, H.; BRANDES, W.; SCHEINPFLUG, H. Improved control of crop diseases with a new azole fungicide. HWG 1608 (®Folicur, ®Raxil). *Pflanzenschutz – Nachrichten Bayer*, v.40, n.2, p.81-110, 1987.

KAWUKI, R. S.; TUKAMUHABWA, P.; ADIPALA, E. Soybean rust severity, rate of rust development, and tolerance as influenced by maturity period and season. *Crop Protection* 23. p.447-455. 2004.

KIRKWOOD, R. C. Recent development in our understanding of the plant cuticle as a barrier to the foliar uptake of pesticide. *Pesticide Science*, Oxford, v.55, p.69-77, 1999.

KIMATI, H. Controle químico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). *Manual de fitopatologia: princípios e conceitos*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995.v.1, cap.38, p.761-785.

KISSMANN, K. G. *Adjuvantes para caldas de defensivos agrícolas*. BASF: São Paulo, 1996. 45p.

KLINGELFUSS, L. H. & YORINORI, J. T. Infecção latente de *Colletotrichum truncatum* e *Cercospora kikuchii* em soja. *Fitopatologia Brasileira*, v.26: p.158-164, 2001.

KILLGORE, E., and R. HEU. 1994. First report of soybean rust in Hawaii. *Plant Diseases* 78: 1216.

KOCHMAN, J. K. 1979. The effect of temperature on development of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*). *Australian Journal of Agricultural Research* 30: 273-277.

KOGA, L.J., M. C. CANTERI, E. S. CALVO, S. R. UNFRIED, A. GARCIA, A. HARADA, and R. A. S. KIIHL. 2008. Análise multivariada dos componentes da resistência à ferrugem-asiática em genótipos de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43 (10): 1277-1286.

KUCK, K. H.; THIELERT, W. On the systemic properties of HWG 1608, the active ingredient of the fungicides ®Folicur and ®Raxil. *Pflanzenschutz – Nachrichten Bayer*, v.40, n.2, p.133-152, 1987.

LAPAIRE, C. L.; DUNKLE, L. Microcycle conidiation in *Cercospora zea-maydis*. *Phytopathology*, St. Paul, v.93, n.2, p.193-199, 2003.

LEFEBVRE, A. H. *Basic processes in atomization*. Philadelphia: Hemisphere Publishing Corporation, 1989. P.27-78.

LEVY, C. 2005. Epidemiology and chemical control of soybean rust in Southern Africa. *Plant Disease* 89: 669-674.

LIPPS, P. E.; WHITE, D. G.; AYERS, J. E.; DUNKLE, L. D. Gray leaf spot of corn: update. In: A report from NCR-25 Technical Committee on Corn and Sorghum Diseases. St. Paul, 1998. Disponível em: <http://www.apsnet.org/online/feature/grayleaf/fullrprt.htm>. Acesso em: 16 outubro 2006.

MACIEL, P. H. F. Z. A., C. A. VIECELLI, F. MIORANZA, e T. DALLA NORA. 2009. Controle in vitro de *Phakopsora pachyrhizi* por extratos de *Cyperus rotundus*. *Tropical Plant Pathology* 34 (Suplemento): S32 (Resumo).

MANANDHAR, J.B.; HARTMAN, G. L. Anthracnose. In:____. *Compendium of Soybean Disease*. G. L. HARTMAN, J. B. SINCLAIR, J. C. RUPE. 4th ed. American Phytopathological Society. St. Paul. MN. p.13-14, 1999.

MANTHEY, F. A. et al. Epicuticular wax solubility in petroleum solvents relative to herbicide phytotoxicity. In: HAZEN, J. L. (Ed.). *Pesticide formulations and applications systems: International aspects*. Philadelphia: ASTM, 2000. p.56-73.

MAPA.2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (em linha). Consultado 21 agosto 2009. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarlegislacao.do?Operação=visualizareid=16534>.

MARTINS, M. C. et al. Épocas de semeadura, densidades de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja. *Sci. Agric.*, Piracicaba, v.56, n.4, p. 851-858,1999.

MARTINS, M. C. et al. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. *Fitopatol. Bras.*, Brasília, v.29, n.2, p. 179-184, 2003.

MATUO, T. *Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas*. Jaboticabal, FUNEP, 2005.

MAWUENA, G. 1982. Preliminary observations on soybean rust incidence in Togo. *Soybean Rust Newsletter* 5: 20-21.

- McGEE, D. C. *Maize diseases: a reference source for seed technologists*. St. Paul: APS Press, 1988.150p.
- McLEAN, R. J., and D. E. BYTH. 1980. Inheritance of resistance to rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in soybean. *Aust. J. Agric. Res.* 31: 951-956.
- McMULLAN, P. M. Emulsifier surfactant-oil combinations with tralkoxydim. *Journal Plant Science*. Ottawa, v.73, n.4, p.1275-1281, 1993.
- McMULLAN, P. M. Utility adjuvants. *Weed Technology*, Champaign, v.14, p.792-797, 2000.
- MEDICE, R. 2007. *Produtos alternativas no manejo da ferrugem asiática (Phakopsora pachyrhizi) da soja*. Dissertação de Mestrado em Agronomia/Fitopatologia. Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- MELCHING, J. S., W. M. DOWLER, D. L. KOOGLE, and M. H. ROYER. 1989. Effects of duration, frequency, and temperature of leaf wetness periods on soybean rust. *Plant Diseases* 73: 117-122.
- MENDONÇA, C. G.; RAETANO, C. G.; MENDONÇA, C. G. Tensão superficial estática de soluções aquosas com óleos minerais e vegetais utilizados na agricultura. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.27, n. especial, p.16-23, 2007.
- MIGNUCCI, J. S. Powdery mildew. In: SINCLAIR, J. B. & BACKMAN, P. A. (Eds.) *Compendium of soybean diseases*. St. Paul, APS. P.21-23, 1993.
- MILES, M. R., R. D. FREDERICK, and G. L. HARTMAN. 2006. Evaluation of soybean germplasm for resistance to *Phakopsora pachyrhizi*. *Plant Management Network, 2006*. (en línea). Consulting 12 July 2009. Publication in: <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/research/2006/germplasm/>.
- MILLER, P.; WESTRA, P. How surfactants work. Bulletin 0564, *Crop Series*, Colorado State University Cooperative Extension, Crop Fact, 1998.

MONTEIRO, M. V. de M. *Compêndio de aviação agrícola*. Gráfica e Editora Cidade: Sorocaba-SP, 2006. 298p.

MONTORIO, G. A. *Eficiência dos surfactantes agrícolas na redução da tensão superficial*. 2001. 70f. Tese (Doutorado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

MUNKVOLD, G. P.; MARTINSON, C. A.; SHRIVER, J. M.; DIXON, P. M. Probabilities for profitable fungicide use against gray leaf spot in hybrid maize. *Phytopathology*, v.91, p.477-484, 2001.

NALEWAJA, J. D. Esterified seed oil adjuvants. *Proceedings North Central Weed Science Society*, Champaign, v.49, p.149-156, 1994.

NAVARINI, L., L. J. DALLAGNOL, R. S. BALARDIN, M. T. MOREIRA, R. C. MENEGHETTI, e M. G. MADALOSSO. 2007. Controle químico da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow) na cultura da soja. *Summa Phytopathologica* 33(2):182-186.

NAVARRO, J.C., R. NAKASATO, C. M. UTIAMADA, and J. T. YORINORI. 2004. First report Asian soybean rust in Bolivia. *World Soybean Research Conference, VII International Soybean Processing and Utilization Conference, IV Brazilian Soybean Congress. (Supplement)*: 85-86 (Abstract).

NEUMANN, P. M.; PRINZ, R. The effect of organosilicone surfactants on foliar nutrient sprays on increased adsorption of phosphate and iron salts through stomatal infiltration. *Israel Journal of Agricultural Research*, Rehovot, v.23, p.123-128, 1974.

NEWSON, L. J.; SHAW, D. R., HUBBARD, T. F. Absorption, translocation and metabolism of 263,222 in peanut (*Arachis hipogaeae*), soybean (*Glycine max*) and selected weeds. *Weed Science*, Champaign, v.41, p.523-527, 1993.

NIVALL, R. F.; MARTINSON, C. A. Gray leaf spot. In: *Controlling corn diseases in conservation tillage*, 1997, Ames: Iowa, 1997. Electronic version.

NOWEL, D.C. *Studies on ear rot and gray leaf spot of maize in South Africa*. Thesis (Ph.D). University of Natal, Pietermaritzburg, 1997.

NUTTER, F. W.; JENCO, J. H. Development critical-point yield loss models to estimate yield losses in corn caused by *Cercospora zeae-maydis*. *Phytopathology*, St. Paul. v.82, p.994, 1992.

ONO, Y., P. BURITICA, and J. F. HENNEN. 1992. Delimitation of *Phakopsora*, *Physopella* and *Cerotelium* and their species on Leguminosae. *Mycol Res.*96(10): 825-850.

PALLADINI, L. A. *Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações*. 2000. 111f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

PARR, J. F.; NORMA, A. G. Considerations in the use of surfactants in plant systems: a review, *Botanical Gazette*, Chicago, v.126, p.86-96, 1965.

PATAKI, J. K.; LIM, S. M. Efficacy of benomyl for controlling septoria brown spot of soybeans. *Phytopathology*, v.71, n.4, p.438-442, 1981.

PENNER, D. Activator adjuvants. *Weed technology*, Champaign, v.14, p.785-791, 2000.

PEREIRA, O. A. P. Doenças do milho. In: KIMATI, H.; AMORIN, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. *Manual de fitopatologia*. 3 ed. São Paulo: Ceres, 1997. v.2, p.538-555.

PETERSON, C. A.; EDGINGTON, L. V. Transport of a systemic fungicide, benomyl, in bean plants. *Phytopathology*, v.60, p.475-478, 1970.

PHAM, T.A., M. R. MILES, R. D. FREDERICK, C. B. Hil, and G. L. HARTMAN. 2009. Differential response of resistant soybean genotypes to ten isolates of *Phakopsora pachyrhizi*. *Plant Diseases* 93: 224-228.

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. *Doenças de soja: diagnose, epidemiologia e controle*. Passo Fundo: EMBRAPA, CNPT, 1998. 91p. (EMBRAPA.CNPT. Documentos, 42).

PINHO, R. G. V.; RAMALHO, M. A. P.; RESENDE, I. C.; POZAR, G.; OLIVATTO, A. N. D. Controle genético da resistência do milho às ferrugens polissora e tropical. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.24, n.3, p.394-399, 1999^a.

PRETORIUS, Z. A., F. J. KLOPPERS, and R. D. FREDERICK. 2001. First report of soybean rust in South Africa. *Plant Disease* 85(12): 1288.

PRINGNITZ, B. Clearing up confusion on adjuvants and additives. Iwoa of University Extension Agronomy. 1998. Disponível em:<http://www.weeds/iastate.edu/mgmt/qtr98-2/cropoils.htm>. Acesso em: 4 mar. 2010.

RAMOS, J. P., L. S. DOMINGUES, D. DEBONA, D. D. FAVENA, A. MANFIO, G. LENZ, e R. S. BALARDIN. 2009. Arranjo populacional no manejo da ferrugem asiática da soja. *Tropical Plant Pathology* 34 (Suplemento):S178 (Resumo).

REIS, E. M.; CASA, R. T. *Manual de diagnose e controle de doenças do milho*. Lages: Graphel, 1996. v.2.

REIS, E. M., R. T. CASA, e C. MICHEL. 2002. Ocorrência de epidemia da ferrugem da soja no Rio Grande do Sul na safra 2001/2002. *Fitopatologia Brasileira* 27(Suplemento): S198 (Resumo).

REIS, E. M.; CASA, R. T.; BRESOLIN, A. C. R. *Manual de diagnose e controle de doenças do milho*. 2.ed. Lages: Graphel, 2004. v.2, p.20-47.

REIS, E. M., e A. C. R. BRESOLIN. 2004. Ferrugem da soja: revisão e aspectos técnicos. Em: REIS, E. M. (Ed.). *Doenças na Cultura da Soja*. Aldeia Norte, Passo Fundo. p.55-70.

REIS, E. M., O. SCHEER, e J. ROVEDOR. 2005. Kudzú (*Pueraria lobata*) hospedeiro secundário de *Phakospora pachyrhizi*, no Brasil. *Fitopatologia Brasileira* 30(Suplemento): S130 (Resumo)

REIS, E. M., A. C. R. BRESOLIN, e M. CARMONA. 2006^a. *Doenças da soja I: Ferrugem asiática*. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

RICHARD, M. D.; HOLLOWAY, P. J.; STOCK, D. Structure-spray retention enhancement relationships for some polymers and polymeric surfactants. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADJUVANTS FOR AGROCHEMICALS, 5., 1998, Memphis. *Proceedings...* Memphis: Chemicals Producers, 1998. v.1, p.79-84.

ROSSI, R. L. 2003. First report of *Phakopsora pachyrhizi*, the causal organism of Soybean Rust in the province of Misiones, Argentina. *Plant Disease* 87: 102.

SANDERSON, R. et al. Relative drift potential and droplet size spectra of aerially applied propanil formulations. *Crop Protection*, Guildford, v.16, n.8, p.717-721, 1997.

SCHERM, H.; R. S. C. CHRISTIANO, P. D. ESKER, E. M. DEL PONTE, e C. V. GODOY. 2009. Quantitative review of fungicide efficacy trials for managing soybean rust in Brazil. *Crop Protection* 28:774-782.

SCHNEIDER, R. W., C. A. HOLLIER, and H. K. WHITAM. 2005. First report of soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* in the continental United States. *Plant Disease* 89: 774.

SCHRÖDER, E. P. Efeito do óleo vegetal Agróleo® na eficiência do herbicida 2,4-D aplicado por via aérea em arroz irrigado. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO*, 4. Santa Maria, RS, Ago. 2005. p.209-210.

SHUXIAN, L.I. 2010. Identification of New Sources of Resistance to Soybean Rust. In: GISI, U., *Developments in Management of Plant Diseases*. Springer, Netherlands. P.357-373.

SILVA, H. P.; MENTEM, J. O. M. Manejo integrado de doenças na cultura do milho. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. *Tecnologia da produção de milho*. Piracicaba: Publique, 1997. p.40-56.

SILVA, W.; PATERNIANI, E.; SOLOGUREN, L.; DI CIERO, L. A importância técnica e econômica do milho. In: Guia do milho, tecnologia do campo à mesa. Disponível em: <http://www.abimilho.com.br>. Acesso em: 15 set. 2006.

- SIMS, J. J.; MEE, H.; ERWIN, D. C. Methyl 2-benzimidazolecarbamate, a fungitoxic compound isolated from cotton plants treated with methyl 1-(butylcarbamoyl)-2-benzimidazolecarbamate (benomyl). *Phytopathology*, v.59, p.1775-1776, 1969.
- SINCLAIR, J. B.; BACKMAN, P. A. *Compendium of soybean disease*. 3.ed. St. Paul: APS Press, 1989. 106p.
- SINCLAIR, J. B. & HARTMAN, G. L. *Soybean Rust Workshop*. Urbana, Illinois. Proceedings, 1995.
- SOTOMAYOR-HERRERA, I. 2005. *La roya de la soya, estrategias de manejo*. INIAP-Pichilinge, Quevedo. (Boletín divulgativo, 330). 4p.
- STEVENS, P. J. G. et al. Spray formulation with Silwet® organosilicone surfactants. In: FOY, C. L. *Adjuvants for agrichemicals*. Boca Raton: Library of Congress, 1992. Chap.37, p.399-403.
- STEWART, S., GUILIN, E. A., DÍAZ, L. First report of soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* in Uruguay. *Plant Disease*, 89: 909, 2005.
- STICKER, W. E. The importance of adjuvants to the agricultural chemical industry. In: FOY, C. L. *Adjuvants for agrichemicals*. New York: Marcel Dekker, 1992. p.247-249.
- STOCK, D.; BRIGGS, G. Physiochemical properties of adjuvants: values and applications. *Weed Technology*. Champaign, v.14, p.798-806, 2000.
- STOUGAARD, R. M. Adjuvant combinations with quizalofop for wild oat (*Avena fatua*) control in peppermit (*Mentha piperita*). *Weed Technology*, Champaign, v.11, p.45-50, 1997.
- TAIZ, L. & ZIEGER, E. *Fisiologia vegetal*. Trad. SANTARÉM, E. R. et al., 3° Ed., Porto Alegre: Artemed, 2004. 719p.
- THEISEN, G.; RUEDELL, J. *Tecnologia de aplicação de herbicidas: teoria e prática*. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2004. 90p.

TU, M.; RANDALL, J. M. Adjuvants. In: TU, M. et al. *Weed control methods handbook the nature conservancy*. Davis: TNC, 2003. p.1-24.

UGALDE, M. G. *Controle de Ferrugem Asiática (Phakopsora pachyrhizi Sidow) na Cultura da Soja*. 2005. 66f. Dissertação (Mestradoem Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

UNDERWOOD, A. K. Adjuvant trends for the new Millenium. *Weed Technology*, Champaign, v.14, n.4, p.765-772, 2000.

VAKILI, N. G. and K. R. BROMFIELD, 1976. *Phakopsora* rust on soybean and other legumes in Puerto Rico. *Plant Disease* 60: 995-999.

VAN DE MORTEL, M., K. T. SCHNEIDER, T. BANCROFT, D. NETTLETON, R. D. FREDERICK, T. J. BAUM, and S. A. WHITAM. 2007. Gene expression in a soybean cultivar containing the Rpp3 gene for resistance to *Phakopsora pachyrhizi*. *Phytopathology* 97 (Supplement): S117 (Abstract).

VAN DER PLANK, J. E. 1968. Disease Resistance in Plants (1th Ed.). *Academic Press*, New York e London.

VAN VALKENBURG, J. W. Terminology, classification, and chemistry. In: *Adjuvants for herbicides*. Champaign: WSSA, 1982. p.1-9.

VIÉGAS, A. P. Alguns fungos do Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Agronomia*, n.18, p.160, 1945.

WAGNER, P. et al. Quantitative assessment to the structural basis of water repellency in natural and technical surfaces. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v.54, n.385, p.1295-1303, 2003.

WARD, J. M. J.; HOHLS, T.; LAING, M. D.; RIJKENBERG, F. H. Fungicide response of maize hybrids and gray leaf spot. *European Journal Plant Pathology*, v.102, p.765-771, 1996.

WHITE, D. G. *Compendium of corn diseases*. The American Phytopathological Society. APS Press, 1999. 78p.

WOLF, E. de. *Gray leaf spot. Cercospora zea-maydis*. Disponível em:<http://www.cas.psu.edu>. Acesso em: 17 out. 2006.

WRATHER, J. A., ANDERSON, T. R., ARSYAD, D. M. Soybean disease losses estimates for the top 10 soybean producing countries in 1994. *Plant Disease*, 81. 107-110. 1997.

YAMANAKA, N., YAMAOKA, Y., KATO, M., LEMOS, N. G., PASSIONOTTO, A. L. L., SANTOS, J. V. M., BENITEZ, E. R., ABDELNOOR, R. V., SOARES, R. M., SUENAGA, K. 2010. Development of classification criteria for resistance to soybean rust and differences in virulence among Japanese and Brazilian rust populations. *Tropical Plant Pathology* 35(3): 153-162.

YÁÑEZ-MORALES, M. A. de JESUS., I. MARTÍNEZ-ALANIS, M. J. SOTO ROCHA, D. K. MALVICK, J. E. KURLE, C. M. FLOYD, and S. V. KRUPA. 2009. Soybean Rust Caused by *Phakopsora pachyrhizi* detected in the State of Campeche on the Yucatan Peninsula, Mexico. *Plant Disease* 93(8):847.

YORINORI, J. T. 1997. *Controle integrado de doenças de soja*. Em: EMBRAPA. Resultados de pesquisa de soja, 1997. EMBRAPA – CNPSo, Londrina. P.83.

YORINORI, J. T., P. W. MOREL, R. D. FREDERICK, L. M. COSTAMILAN, and P. F. BERTAGNOLLI. 2002a. Epidemia de ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, em 2001 e 2002. *Fitopatologia Brasileira* 27 (Suplemento): S178 (Resumo)

YORINORI, J. T., W. M. PAIVA, R. D. FREDERICK, and P. F. T. FERNANDEZ. 2002b. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, nas safras 2001/01 e 2001/02. *Anais Congresso Brasileiro de Soja 2002*:94 (Resumo)

YORINORI, J. T. 2004. Ferrugem da soja: ocorrência no Brasil e estratégias de manejo. Em: REIS, E. M. (Ed.). *Doenças na Cultura da Soja*. Aldeia Norte, Passo Fundo. p.77-84.

ZADOKS, J. C.; SCHEIN, R. D. *Epidemiology and plant diseases management*. New York: Oxford University Press, 1969. 427p.

ZAMBENEDETTI, E. B., E. ALVES, E. A. POZZA, e D. V. ARAÚJO, e C. V. GODOY. 2007b. Avaliação de parâmetros monocíclicos e da intensidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em diferentes genótipos de soja e posições de copa. *Summa Phytopathologica* 33(2): 178-181.

ZAMBOLIM, L. 2006. Manejo Integrado da Ferrugem Asiática da Soja. Em: ZAMBOLIM, L. (Org.). *Ferrugem Asiática da Soja*. Suprema Gráfica e Editora, Visconde do Rio Branco. P.73-98.

ZAMBOLIM, L., W. S. VENANCIO e S. H. FURLAN DE OLIVEIRA. 2007. *Manejo de Resistência de Fungos a Fungicidas*. Suprema Gráfica e Editora, Visconde do Rio Branco.

ZHU, H. et al. Effects of polymer compositions and viscosity on droplet size of recirculated spray solutions. *Journal Agricultural Engineer Resource*, London, v.67, p.35-45. 1997.