



UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária
Programa de Pós-graduação em Agronomia

**EFICIÊNCIA E QUALIDADE DAS APLICAÇÕES DE
FUNGICIDAS, POR VIAS TERRESTRE E AÉREA,
NO CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES E NO
RENDIMENTO DE GRÃOS DE SOJA E MILHO**

DEISE ISABEL DA COSTA

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

Passo Fundo, fevereiro de 2009



UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária
Programa de Pós-graduação em Agronomia

**EFICIÊNCIA E QUALIDADE DAS APLICAÇÕES DE
FUNGICIDAS, POR VIAS TERRESTRE E AÉREA,
NO CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES E NO
RENDIMENTO DE GRÃOS DE SOJA E MILHO**

DEISE ISABEL DA COSTA

Orientador: Dr. Walter Boller

Co-orientador: Dr. Wellington Pereira Alencar de Carvalho

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

Passo Fundo, fevereiro de 2009



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



A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a tese

“Eficiência e qualidade de aplicações de fungicidas, por vias terrestre e aérea,
no controle de doenças foliares e no rendimento de grãos de soja e milho”

Elaborada por

DEISE ISABEL DA COSTA

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

Aprovada em: 26/02/2009
Pela Comissão Examinadora

Dr. Walter Boller
Presidente da Comissão Examinadora
Orientador

Dr. Wellington Pereira Alencar de Carvalho
Universidade Federal Lavras
Co-orientador

Dr. Eugênio Passos Schröder
Schröder Consultoria

Dr. Erlei Melo Reis
Universidade de Passo Fundo

Dr. Wilson Antonio Klein
Coordenador PPGAgro

Dr. Mauro Antonio Rizzardi
Diretor FAMV

Dr. Carlos Alberto Forcellini
Universidade de Passo Fundo

C837e Costa, Deise Isabel da
Eficiência e qualidade de aplicações de fungicidas,
por vias terrestre e aérea, no controle de doenças foliares
e no rendimento de grãos de soja e milho / Deise Isabel
da Costa. – 2009.

126 f. ; 29 cm.

Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Passo
Fundo, 2009.

Orientação: Dr. Walter Boller

Co-orientador: Dr. Wellington Pereira Alencar de
Carvalho

1. Fungicidas. 2. Produtos químicos agrícolas -
Aplicação. 3. Soja – Doenças e pragas – Controle. 4. Milho
– Doenças e pragas – controle. I. Boller, Walter, orientador.
II. Carvalho, Wellington Pereira Alencar de, co-orientador.
III. Título.

CDU: 632.952

Bibliotecária responsável Cristiane Roberg Gantes - CRB 10/1709

BIOGRAFIA DO AUTOR

Deise Isabel da Costa é filha de Julio Henrique da Costa e Anna Mary da Costa, nascida em 24 de junho de 1974, Passo Fundo, Rio Grande do Sul. Teve sua formação de primeiro e segundo graus no Instituto Educacional de Passo Fundo, concluída ao final de 1991. Em 1992 ingressou no Curso de Ciências Biológicas (licenciatura e bacharelado) da Universidade de Passo Fundo (UPF), estagiou no laboratório de análises e patologia de sementes (UNILAB / APASSUL), desenvolveu e executou o projeto de pesquisa em análise bacteriológica da água dos poços artesianos da cidade de Passo Fundo, sob a orientação do professor Sérgio Augusto Benvegnú, concluindo seu curso em 1996. Formou-se piloto privado de avião em 1995, pelo Aeroclube de Passo Fundo. Entre 1997 e 1999 cursou Especialização em Biologia Geral na UPF, dando ênfase à sua monografia para as plantas medicinais. No mesmo ano, iniciou no Centro Escola de Terapias Alternativas – CENTHAURUS, Porto Alegre, o curso de formação em terapia floral. Entre 1999 e 2001, cursou Especialização em Terapia Floral, ministrado na Pontifícia Universidade Católica de Porto Alegre, pelo Instituto Brasileiro de Estudos Homeopáticos - E (IBEHE) em convênio com o Núcleo Superior de Estudos Governamentais Universidade do Estado do Rio de Janeiro (NUSEG / UERJ) e Faculdade de Ciências da Saúde (FACIS), dando ênfase à sua monografia aos florais na gestação. No mesmo ano cursou, também, Especialização em Homeopatia / Homeoterapia

ministrado pelo Instituto Paranaense de Holística e Psicossomática de Curitiba (PR), dando ênfase à sua monografia aos remédios homeopáticos *Ruta graveolens* e *Rosmarinus officinalis*. Instalou, em 1997, sua clínica de Terapêutica Preventiva e Complementar, iniciando, em Passo Fundo, sua trajetória profissional. Formou-se em 1998, terapeuta Reikiana, pela Associação Brasileira de Reiki, tendo como mestre o Dr. Egídio Vecchio, Ph.D. Em 2002, titulou-se mestre em Agronomia, pela UPF, área de concentração em Produção Vegetal, sob a orientação da Prof^ª. Dra. Simone Meredith Scheffer-Basso, com a aprovação da dissertação: Caracterização morfofisiológica e valor nutritivo de *Paspalum dilatatum* Poir. Biótipo Virasoro e *Festuca arundinacea* Schreb. Entre 2003 e 2005 cursou e concluiu na UPF o curso de Especialização em Genética e Evolução Biológica dando ênfase em sua monografia aos aspectos do envelhecimento humano. Em 2005, ingressou no curso de Doutorado em Agronomia da UPF, sob a orientação do Prof. Dr. Walter Boller e co-orientação do Prof. Dr. Wellington Pereira Alencar de Carvalho (UFLA). Qualificou-se em Setembro de 2007, três meses antes do nascimento de seu primogênito Luiz Henrique da Costa Pereira, tendo em sua banca examinadora, além do orientador e co-orientador, os professores Ph.D. Erlei Melo Reis e Ph.D. Carlos Alberto Forcelini. Para sua titulação, ocorrida no mês de Fevereiro de 2009, convidou, além da comissão acima mencionada, o Engenheiro Agrônomo Dr. Eugênio Passos Schröder de Pelotas - RS.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas, que de forma direta ou indireta, compartilharam para a realização desse trabalho.

Ao professor Walter Boller, pela sua orientação, compreensão, ensinamentos e, acima de tudo, pela sua amizade.

Aos Drs. Wellington Pereira Alencar de Carvalho, Eugênio Schröder, Ulisses Antuniassi, Eduardo Araújo e José Carlos Christofolletti, pela atenção, pelo incentivo, pelas críticas e pelos bons conselhos na realização desse trabalho.

Aos Ph.D. Erlei M. Reis e Carlos Alberto Forcelini pela transmissão de seus conhecimentos, pela disponibilidade, interesse no assunto e, também, pelas críticas e conselhos.

À família Bee e à família Webber por disponibilizar alguns hectares, funcionários e equipamentos agrícolas para a realização dos experimentos e, também, por incentivar a pesquisa na nossa região.

A AGROFLY Aviação Agrícola, seus pilotos, proprietários e funcionários, pela dedicação, paciência, auxílio e interesse em aprimorar suas tarefas e promover maior conhecimento técnico e científico na sua área de atuação.

Ao Engenheiro Agrônomo Rangel Felini pela cooperação, colaboração e atenção.

Ao meu marido, Eduardo Luís Rocha Pereira, companheiro, amigo, conselheiro. Sou muito grata pela sua atenção, paciência, carinho e compreensão.

Ao nosso filho Luiz Henrique da Costa Pereira pela sua existência, seu amor radiante, seu calor humano, seu sorriso contagiante, seu pedido de colo no momento certo. Momento de parar, refletir, analisar e de curtir a vida.

Aos meus pais Julio Henrique da Costa e Anna Mary da Costa, pela ajuda, apoio, compreensão, dedicação constante e, principalmente, pela força extra nos momentos de cansaço.

À minha avó Ilse Enna Kley Cervieri e minha madrinha Ilka Iliane Cervieri, pela ajuda, carinho e companheirismo.

Ao Dr. Luiz Ricardo Pereira, meu sogro, ex-pesquisador da Embrapa-Trigo, pela troca de idéias, pelos bons conselhos e pela ajuda tanto no campo quanto na estatística.

A minha sogra Olinda Rocha Pereira pelos momentos que ficou com o Luiz Henrique para que eu pudesse concluir esse trabalho.

A minha irmã Laila Elisa da Costa e ao meu cunhado Marcos Rech Doro por tornarem mais árdua a finalização desse trabalho. Sou grata, pois com tantos momentos difíceis, que me estressaram, fui capaz de transcender, evoluir, crescer e amadurecer.

Aos docentes do curso de Pós-Graduação da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária pelos ensinamentos transmitidos;

Aos meus colegas, pelo coleguismo e pelo crescimento mútuo.

Aos alunos do curso de Agronomia que colaboraram nos trabalhos de campo, aos funcionários do laboratório de fitopatologia, em especial, Cinara e Paulo, aos funcionários da secretaria da agronomia, principalmente, Mari, Valdecir, Vanessa e Emanuel, meu muito obrigada.

À DEUS pelas pessoas maravilhosas que me cercam, pela saúde e capacidade para concluir mais essa etapa. E, essencialmente, por permitir que meu pai continuasse entre nós para compartilhar esse momento tão importante.

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE QUADROS	xi
LISTA DE TABELAS	xii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xvi
INTRODUÇÃO	01
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	02
1. Principais aspectos a serem considerados em uma pulverização.....	07
1.1 Tipo e característica do orifício da ponta de pulverização.....	08
1.2 Condições climáticas locais.....	10
1.3 Volume de aplicação.....	11
1.4 Formulação do produto fitossanitário.....	12
1.5 Uso de adjuvantes.....	13
1.6 Qualidade da água de aplicação.....	14
1.7 Modo de operação de pulverizadores.....	15
2. Avaliação das aplicações.....	15
2.1 Distribuição das gotas e cobertura do alvo.....	16
2.2 Diâmetro e contagem dos impactos das gotas.....	17
a-) Lâminas impregnadas com óxido de magnésio.....	18
b-) Lâminas impregnadas com graxa silicone.....	18
c-) Papel Kromekote.....	18
d-) Papel sensível a água e óleo.....	18
2.3 Faixa de aplicação ou faixa de deposição.....	20
2.4 Desempenho operacional dos equipamentos de pulverização.....	21
2.5 Estado de conservação dos pulverizadores.....	23
3. Aspectos comparativos entre as aplicações por vias aérea e terrestre.....	24
4. Custo das aplicações por via aérea versus aplicações por via terrestre.....	26

CAPÍTULO I - APLICAÇÕES DE FUNGICIDA POR VIAS AÉREA E TERRESTRE EM DIFERENTES PERÍODOS DO DIA PARA O CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES NA CULTURA DA SOJA [<i>Glycine max</i> (L.) Merrill.].....	30
Resumo.....	31
Abstract.....	34
Introdução.....	35
Material e Métodos.....	45
Resultados e Discussão.....	56
Conclusão.....	73
Referências Bibliográficas.....	73
CAPÍTULO II - APLICAÇÕES DE FUNGICIDA POR VIAS AÉREA E TERRESTRE PARA O CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES NA CULTURA DO MILHO (<i>Zea mayz</i> L.).....	81
Resumo.....	82
Abstract.....	83
Introdução.....	84
Material e Métodos.....	91
Resultados e Discussão.....	101
Conclusão.....	116
Referências Bibliográficas.....	117
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	121
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122

LISTA DE FIGURAS

Figura	Pág.	
CAPÍTULO I		
1	Equipamentos de pulverização utilizados nos experimentos: (a) aeronave Ipanema modelo EMB-201-A com destaque para o atomizador rotativo de tela; (b) trator equipado com pulverizador marca Jacto® modelo Condor.....	49
2	Vista aérea da área experimental em Tapejara – RS.....	50
3	Disposição dos alvos artificiais no dossel da cultura da soja: (a) suporte com papel sensível à água e óleo; (b) disposição dos suportes em três diferentes posições (superior, mediano e inferior).....	51
4	Esquema de como foi estimado o dano causado pelo amassamento de plantas devido à passagem do equipamento terrestre. Área colhida = 10 m ²	53
5	Temperaturas médias (°C) e níveis de precipitação (mm) entre novembro/2005 e abril/2006.....	54
6	Cartões sensíveis à água e óleo mostrando a deposição das impressões das gotas aplicadas no tratamento por via terrestre (80 L.ha ⁻¹ sem adição de óleo vegetal) nos terços: (a) superior, (b) mediano e (c) inferior no tratamento 8 = final da manhã.....	57
7	Cartões sensíveis à água e óleo mostrando a deposição das impressões das gotas aplicadas no tratamento por via aérea (25 L.ha ⁻¹ sem adição de óleo vegetal) nos terços: (a) superior, (b) mediano (c) inferior da soja no tratamento 3 = final da manhã.....	57
8	Cartões sensíveis à água e óleo mostrando a deposição das impressões das gotas aplicadas no tratamento por via aérea (15 L.ha ⁻¹ com adição de óleo vegetal) nos terços: (a) superior, (b) mediano e (c) inferior da soja no tratamento 2 = final da manhã.....	58
9	Porcentagem de penetração de gotas no dossel da cultura da soja nos terços mediano e inferior em relação aos depósitos no terço superior. Tratamentos 2 (FM) e 5 (IT): Avião 15 L.ha ⁻¹ com adição de óleo vegetal, tratamentos 3 (FM) e 4 (IT): Avião 25 L.ha ⁻¹ sem adição de óleo vegetal, tratamento 8 (FM): pulverizador terrestre 80 L.ha ⁻¹ sem adição de óleo vegetal. Os motivos da não inclusão de alguns tratamentos neste gráfico são os mesmos mencionados no título da Tabela 3. FM = aplicação no final da manhã e IT = aplicação no início da tarde.....	59

10	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) com base na severidade do oídio da soja nos tratamentos 1, 2, 5 e 6: Avião 15 L.ha ⁻¹ com adição de óleo vegetal, tratamentos 3 e 4: Avião 25 L.ha ⁻¹ sem adição de óleo vegetal, tratamentos 7, 8, 9 e 10: pulverizador terrestre 80 L.ha ⁻¹ sem adição de óleo vegetal e tratamento 11: Testemunha sem aplicação.....	64
11	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da ferrugem asiática da soja com base na severidade (nº de lesões por cm ²) nos tratamentos 1, 2, 5 e 6: Avião 15 L.ha ⁻¹ com adição de óleo vegetal, tratamentos 3 e 4: Avião 25 L.ha ⁻¹ sem adição de óleo vegetal e tratamentos 7, 8, 9 e 10: pulverizador terrestre 80 L.ha ⁻¹ sem adição de óleo vegetal.....	66

CAPÍTULO II

1	Equipamento terrestre (a) e equipamento aéreo (b) utilizados neste experimento.....	96
2	Temperaturas médias (°C) e precipitação pluvial (mm) entre janeiro/2006 e janeiro/2007.....	100
3	Cartões sensíveis à água e óleo ilustrando a deposição da impressão das gotas aplicadas no tratamento por via terrestre com pontas de jato plano duplo com indução de ar (DB AIR 11004) nos híbridos: P32R21 (a) e P30F53 (b).....	103
4	Cartões sensíveis à água e óleo ilustrando a deposição da impressão das gotas aplicadas no tratamento por via aérea com atomizadores rotativos de tela nos híbridos: P32R21 (a) e P30F53 (b).....	103
5	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para severidade da ferrugem polissora no milho híbrido P32R21, com a aplicação de 0,50 L.ha ⁻¹ de fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, na folha da espiga+1 (FE+1), folha da espiga (FE), folha da espiga-1 (FE-1) e folha da espiga-2 (FE-2). Onde: T.2x = pulverização terrestre com duas aplicações; T.1x = pulverização terrestre com uma aplicação; Terrestre e Aérea = uma aplicação de cada; Testemunha = sem aplicação.....	106
6	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para severidade da ferrugem polissora no milho híbrido P32R21, com a aplicação de 0,75L.ha ⁻¹ de fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, na folha da espiga+1 (FE+1), folha da espiga (FE), folha da espiga-1 (FE-1) e folha da espiga-2 (FE-2).....	107

7	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para severidade da helmintosporiose comum no milho híbrido P32R21, com a aplicação de 0,50 L.ha ⁻¹ de fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, na folha da espiga +1 (FE+1), folha da espiga (FE), folha da espiga -1 (FE-1) e folha da espiga -2 (FE-2). Onde: T.2x = pulverização terrestre com duas aplicações; T.1x = pulverização terrestre com uma aplicação; Terrestre e Aérea = uma aplicação de cada; Testemunha = sem aplicação.....	108
8	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para severidade da helmintosporiose comum no milho híbrido P32R21, com a aplicação de 0,75L.ha ⁻¹ de fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, na folha da espiga+1 (FE+1), folha da espiga (FE), folha da espiga-1 (FE-1) e folha da espiga-2 (FE-2).....	108
9	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para severidade da ferrugem polissora no milho híbrido P30F53, com a aplicação de 0,75 L.ha ⁻¹ de fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, na folha da espiga+1 (FE+1), folha da espiga (FE), folha da espiga-1 (FE-1) e folha da espiga-2 (FE-2).....	110

LISTA DE QUADROS

Quadro	Pág.
CAPÍTULO II	
1 Equipamentos, datas de aplicações e doses do produto comercial do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina.....	92
2 Equipamentos, data de aplicação e dose do produto comercial do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina.....	95

LISTA DE TABELAS

Tabela	Pág.	
CAPÍTULO I		
1	Tratamentos por vias aérea (TA) e terrestre (TT), realizados na cultura da soja, safra 2005/06, em Tapejara – RS.....	50
2	Condições atmosféricas médias: umidade relativa do ar (UR %), temperatura do ar (T °C) e velocidade do vento (V V km.h ⁻¹) observadas durante a 1 ^a e 2 ^a aplicação do fungicida azoxistrobina + ciproconazol na cultura da soja, safra 2005/06 em Tapejara – RS.....	55
3	Densidade média (gotas.cm ⁻²) da calda de pulverização em diferentes posições de coleta no dossel da soja, em função dos tratamentos por via aérea e por via terrestre, em Tapejara – RS, safra 2005/06, no estágio fenológico R5.....	56
4	Diâmetro mediano volumétrico (DMV) dos impactos das gotas da calda de pulverização coletadas em cartões sensíveis nos terços inferior, mediano e superior da soja, em função dos tratamentos com aplicação por vias aérea e terrestre, em Tapejara – RS, safra 2005/06.....	60
5	Controle do oídio (%) em soja cultivar CD 213 RR, com a aplicação do fungicida azoxistrobina + ciproconazol com equipamentos aéreo e terrestre em diferentes períodos do dia e diferentes volumes de calda.....	62
6	Controle da ferrugem asiática da soja (%) na cultivar CD 213 RR, com a aplicação do fungicida azoxistrobina + ciproconazol com equipamentos aéreo e terrestre em diferentes períodos do dia e diferentes volumes de calda.....	67
7	Danos por amassamento (kg.ha ⁻¹), rendimento de grãos (kg.ha ⁻¹) e ganho líquido (kg.ha ⁻¹) da soja cultivar CD 213 RR em função da aplicação do fungicida azoxistrobina + ciproconazol por via aérea e terrestre em diferentes períodos do dia e volumes de calda.....	69
8	Perdas por amassamento (R\$.ha ⁻¹), receita bruta (R\$.ha ⁻¹) e receita líquida (R\$.ha ⁻¹) da soja cultivar CD 213 RR em função da aplicação do fungicida azoxistrobina + ciproconazol por via aérea e terrestre em diferentes períodos do dia e volumes de calda.....	71
9	Diferenças no rendimento líquido (kg.ha ⁻¹) e na receita líquida (R\$.ha ⁻¹) entre as aplicações por vias aérea e terrestre dentro de cada período do dia.....	72

CAPÍTULO II

1	Condições atmosféricas médias observadas durante a aplicação do fungicida nas glebas 1 (segunda aplicação), 2 (única aplicação) e 3 (única aplicação).....	100
2	Deposição média (número de gotas.cm ⁻²) de calda fungicida em diferentes folhas de milho híbrido P32R21 e P30F53 de acordo com o equipamento de aplicação e com 0,75 L.ha ⁻¹ de fungicida na calda.....	102
3	Controle (%) de ferrugem polissora (<i>Puccinia polyspora</i>) e da helmintosporiose comum (<i>Exserohilum turcicum</i>) em milho híbrido P32R21, em função de diferentes esquemas de aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina com equipamento terrestre e aéreo.....	105
4	Controle (%) da ferrugem polissora (<i>Puccinia polyspora</i>) em milho híbrido P30F53, em função da aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina com equipamentos terrestre e aéreo.....	109
5	Rendimento real (kg.ha ⁻¹) de grãos de milho híbrido P32R21 em função da aplicação do fungicida piraclostrobina + epoxiconazol por vias terrestre e aérea em diferentes doses e estádios da cultura.....	111
6	Danos por amassamento (kg.ha ⁻¹) e rendimento líquido de grãos (kg.ha ⁻¹) do milho híbrido P32R21 em função da aplicação do fungicida piraclostrobina + epoxiconazol por via aérea e terrestre em diferentes doses e estádios da cultura.....	112
7	Rendimento real (kg.ha ⁻¹) de grãos de milho híbrido P30F53 em função da aplicação do fungicida piraclostrobina + epoxiconazol por vias terrestre e aérea em diferentes doses e estádios da cultura.....	113
8	Danos por amassamento (kg.ha ⁻¹) e rendimento líquido de grãos (kg.ha ⁻¹) do milho híbrido P30F53 em função da aplicação do fungicida piraclostrobina + epoxiconazol por via aérea e terrestre em diferentes doses e estádios da cultura.....	114
9	Perdas por amassamento (R\$.ha ⁻¹) e receita líquida (R\$.ha ⁻¹) do milho híbrido P32R21 em função da aplicação do fungicida piraclostrobina + epoxiconazol por via aérea e terrestre em diferentes doses e estádios da cultura.....	115
10	Perdas por amassamento (R\$.ha ⁻¹) e receita líquida (R\$.ha ⁻¹) do milho híbrido P30F53 em função da aplicação do fungicida piraclostrobina + epoxiconazol por via aérea e terrestre em diferentes doses e estádios da cultura.....	116

**EFICIÊNCIA E QUALIDADE DAS APLICAÇÕES DE
FUNGICIDAS, POR VIAS TERRESTRE E AÉREA, NO
CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES E NO RENDIMENTO DE
GRÃOS DE SOJA E MILHO**

DEISE ISABEL DA COSTA¹ e WALTER BOLLER²

RESUMO: Novos equipamentos e tecnologias de aplicação por via aérea e terrestre têm sido desenvolvidos, muitos em âmbito regional, pois já se sabe que as condições climáticas, inerentes a cada região, estão relacionadas com o sucesso ou o fracasso de uma aplicação de agrotóxicos. Com o intuito de agregar, de forma multidisciplinar, alguns conhecimentos básicos sobre o controle de doenças de plantas e as tecnologias de aplicação por vias aérea e terrestre, foram conduzidos experimentos, nos municípios de Tapejara, RS (safra 2005/06 – soja) e de Coxilha, RS (safra 2006/07 – milho). Em soja, avaliou-se a viabilidade do controle químico do oídio (*Erysiphe diffusa*) e da ferrugem asiática (*Phakopsora pachirhizi*), por meio de aplicações do fungicida azoxistrobina + ciproconazol (Priori-Xtra[®]) em diferentes períodos do dia (início da manhã, final da manhã, início da tarde e final da tarde), por vias aérea e terrestre. Neste experimento a primeira aplicação foi realizada quando o oídio atingiu o limiar de dano econômico (LDE), estando a soja no estágio R1, e a segunda aplicação aos 21 dias após a primeira com a soja em R5. O experimento conduzido com a cultura do milho buscou avaliar a viabilidade do controle da ferrugem polissora

¹Bióloga M.Sc. Aluna doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo – Passo Fundo, RS. dedacost@gmail.com

²Eng.-Agr. Dr. Professor do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo – Passo Fundo, RS – Orientador: boller@upf.br

(*Puccinia polysora*) e da helmintosporiose comum (*Exserohilum turcicum*) por meio de diferentes tratamentos de aplicações do fungicida piraclostrobina + epoxiconazol (Ópera[®]), por vias aérea e terrestre. Neste experimento as aplicações foram realizadas quando o milho apresentava oito folhas com altura entre 0,7 e 0,8 m (limite da altura viável para a aplicação com pulverizador terrestre), no estágio do pendoamento e em ambos os momentos. As aplicações dos fungicidas por via aérea foram mais eficientes do que as por via terrestre. A utilização dos fungicidas mostrou-se viável e os ganhos econômicos dependeram no caso da soja do período da aplicação e no caso do milho da época e do número de aplicações. Aplicações por via terrestre causam danos significativos por amassamento, especialmente na cultura do milho.

Palavras-chaves: tecnologia de aplicação, amassamento, eficiência econômica, controle químico de doenças.

**EFICIENCY AND QUALITY OF GROUND AND AERIAL SPRAYS
OF FUNGICIDES TO CONTROL FOLIAR DISEASES AND GRAIN
YIELD OF SOYBEAN AND MAIZE CROPS.**

ABSTRACT: New equipment and technologies for aerial and ground sprays have been developed, many at the regional level, because weather conditions, inherent in each region, are related to the success or failure of an application of agricultural chemicals. In order to add on a multidisciplinary, some basic knowledge about the control of diseases of plants and technologies for aerial and ground sprays were accomplished in the Tapejara county, state of Rio Grande do Sul, Brazil, (season 2005/06 – soybean) and in the Coxilha county, state of Rio Grande do Sul, Brazil, (season 2006/07 – maize). In soybean, were evaluated the viability of the chemical control of the powdery mildew (*Erysiphe diffusa*) and the Asian rust (*Phakopsora pachirhizi*) through the aerial and ground fungicidal sprays at different day times and ambient conditions. The fungicide Priori-Xtra[®] (azoxystrobin + ciproconazole) was sprayed at R3 growth stage and 21 days later (R5.3). The experiment conducted in maize crop intended to evaluate the viability of the polysora rust (*Puccinia polysora*) and the common helminthosporiose (*Exserohilum turcicum*) chemical control through various forms of aerial and ground sprays of fungicides. The fungicide Opera[®] (piraclostrobin + epoxiconazole) was sprayed when the maize showed eight leaves with height between 0.7 m and 0.8 m (feasible height limit for entrance with ground sprayer) and in the tasseling stage and in both moments. Aerial applications performed better than ground sprays. The use of fungicide was feasible and the economic gains depended on the form of application that was adopted. Ground applications, in both crops, cause significant damages by tire tracks, especially in the maize crop.

Key-words: application technology, crop damage by tire tracks, economical efficiency, chemical control.

INTRODUÇÃO

A necessidade de se conhecer melhor todo o processo de aplicação de defensivos agrícolas, fundamentado em conhecimentos científicos, para que a aplicação de produtos fitossanitários fosse executada mais racionalmente, motivou, na década de 1970, no Brasil, um maior interesse pela tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas.

A tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas é, por conceito, definida como *“o emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem uma correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, no momento adequado e com o mínimo de contaminação de outras áreas”* (MATUO, 1985).

A tecnologia de aplicação desempenha um papel muito importante na atividade de produção agrícola. Conforme Carvalho (2006), sem o uso da aplicação de agroquímicos na agricultura a produção de alimentos no mundo sofreria uma redução de 40 a 45 % e o custo da alimentação seria acrescido de 50 a 75 %, além do comprometimento na qualidade dos alimentos e fibras produzidas.

Os avanços na tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas começaram a acontecer a partir do momento que houve o envolvimento de diversas áreas do saber (biologia, agronomia, física, química, engenharia, economia, comércio, ecologia, meteorologia e medicina), tornando-a uma área de pesquisa e conhecimento multidisciplinar (MATUO, 1990).

De nada adianta pesquisas isoladas, sem envolvimento multidisciplinar, serem realizadas generalizando os conhecimentos gerados para toda a tecnologia. Pereira (1987) já afirmava que, *“o fato de todos os componentes mecânicos e hidráulicos de um equipamento de pulverização trabalhar eficientemente não significa que a operação de controle de doenças, insetos ou plantas daninhas seja eficiente. Do mesmo modo, um espectro estreito de gotas, um bom fungicida, ou um excelente conhecimento da doença não são indicativos que um resultado positivo no campo possa ser obtido”*.

Novos equipamentos e novas tecnologias de aplicação por via aérea e terrestre têm sido desenvolvidos, muitas em âmbito regional, pois já se sabe que as condições climáticas, inerentes a cada região, estão relacionadas com o sucesso ou o fracasso de uma aplicação de defensivos agrícolas.

O presente trabalho teve como objetivos caracterizar a eficiência e a qualidade das aplicações de fungicidas por vias aérea e terrestre no controle de doenças foliares e no rendimento de grãos de soja e milho na região Norte do estado do Rio Grande do Sul.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com Christofolletti (1996), à medida que as áreas cultivadas aumentam, fica crítico o uso de mão-de-obra para atender às necessidades do campo. Assim, para se conseguir aumento na produção e na produtividade das culturas é necessário investir, cada vez mais, no melhoramento genético, na inovação e melhoramento dos processos mecânicos e em novas tecnologias de aplicação de

defensivos agrícolas. Frequentemente a diferença entre uma boa colheita e prejuízos consideráveis está relacionada com a rapidez e a qualidade da aplicação de defensivos agrícolas.

Um bom exemplo é a ocorrência da ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow, no Brasil. Esta doença apresenta um acentuado potencial de destruição das lavouras de soja, sendo necessário o uso de medidas rápidas e eficientes para o seu controle. Segundo Lobo Junior (2006), nas regiões do Brasil onde a ocorrência da ferrugem foi mais severa, houve a necessidade de se fazer até quatro aplicações de fungicidas para o seu controle e os danos provocados na produção variaram entre 30 e 80 %. Conforme Balardin (2004a), a infecção, provocada pelo fungo, logo após o início da floração é mais comprometedora, pois sua severidade aumenta significativamente durante o estágio fenológico de enchimento das vagens, prejudicando, além do rendimento, também, o teor de proteínas dos grãos. Por isso, é importante fazer a aplicação correta do fungicida, sobretudo, escolhendo o equipamento e o sistema mais adequado, já que não existe, atualmente no mercado, nenhum cultivar de soja resistente a essa doença.

Outro bom exemplo, e hoje em crescente debate, é a ocorrência e a necessidade de controle das doenças fúngicas do milho, como as ferrugens, a cercosporiose e a helmintosporiose comum. Doenças que sob condições ambientais favoráveis, também, apresentam apreciável potencial destrutivo e, conseqüentemente, danos significativos na produção.

Segundo Balardin (2004b), assim como a soja, o trigo e o milho também têm sua produtividade reduzida devido à intensidade

das doenças foliares que afetam diretamente as rotas metabólicas das plantas. O atraso no controle deste processo tende a progressivamente aumentar os danos, reduzir o efeito dos fungicidas e diminuir o lucro.

O controle efetivo das doenças, tanto da soja como do trigo e do milho, compreende a proteção da planta, o momento certo da aplicação, a escolha do produto adequado, além do uso da melhor tecnologia de aplicação. Segundo Balardin (2004b), o controle de doenças das plantas resulta em benefício fitopatológico direto, devido ao impedimento do estabelecimento do patógeno, além de afetar o resultado fisiológico, cujo prejuízo fica minimizado possibilitando à planta plena manifestação de seu metabolismo basal ao invés de buscar o acúmulo de produtos relacionados à defesa.

Conforme Ozeki & Kunz (s.d), o sucesso de um programa fitossanitário, na agricultura, depende fundamentalmente da utilização de produtos de eficiência comprovada e de uma tecnologia desenvolvida para a sua aplicação, ficando ainda condicionado ao momento de sua realização e à influência dos fatores agronômicos, biológicos e meteorológicos incontroláveis.

Para Carvalho (2003), a aplicação de defensivos é uma das etapas mais importantes do processo de produção agrícola.

A evolução das características dos defensivos agrícolas trouxe ao mercado produtos menos tóxicos ao homem e ao ambiente, porém, estes requerem que as aplicações sejam levadas a termo com equipamentos adequados e por pessoal qualificado e adequadamente orientado, sob pena de não produzir os efeitos desejados nos programas de manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas (BOLLER, 2004).

Dentre os vários eventos envolvidos no processo de produção de uma cultura, a aplicação de defensivos agrícolas é um dos mais exigentes, pois não consiste somente no tratamento da área cultivada e nos cuidados com o meio ambiente (CHRISTOFOLETTI, 1992), estando, também, relacionada com o momento oportuno de aplicação, com adequada cobertura do alvo, com o mínimo de danos à cultura e com preço acessível, tanto dos produtos fitossanitários quanto da própria aplicação.

Conforme Hoffmann & Reis (2004), considerando-se o custo da aplicação, o custo do produto, os danos e perdas por amassamento, o custo da aplicação de fungicidas totalizaria entre duas a quatro sacas de 60 kg de soja por hectare. Segundo os mesmos autores, este custo poderia ser diluído ou minimizado pela aplicação conjunta de inseticidas e com a aplicação por aeronaves agrícolas, onde os danos por amassamento não são tributados.

Os modernos conceitos de aplicação de defensivos consideram quatro pontos, como fundamentais, para se obter pleno êxito na preservação das colheitas, mediante a neutralização do ataque de pragas e patógenos, anulando-se, também, a competição por parte das plantas invasoras (OZEKI & KUNZ, s.d.):

a-) Momento oportuno: é a ocasião ideal para a aplicação de um defensivo. Não implica em nenhum custo adicional, possibilitando a ação do produto na oportunidade em que o agente biológico lhe esteja mais vulnerável e, também, quando o custo dos danos causados seja igual ou maior que do tratamento (Limiar de Dano Econômico).

b-) Cobertura do alvo: para a obtenção do máximo efeito biológico, sobre o agente causal dos danos, é necessário que o equipamento de pulverização esteja bem ajustado, de forma a proporcionar uma cobertura mínima e uniforme do alvo objetivado.

Para a avaliação de pulverizadores agrícolas, Matthews (1982) apresenta diversas opções de metodologias. A determinação da distribuição das gotas e a cobertura do alvo pode ser realizada mediante a utilização de alvos artificiais, como fitas de papel, colocadas próximos aos alvos (folha da planta, solo, etc.). Há ainda os papéis sensíveis que representam as gotas em função da sensibilidade à umidade.

A qualidade da cobertura e a eficácia biológica das aplicações estão na dependência direta do diâmetro das gotas. Numa pulverização, o diâmetro de gotas determina o nível de cobertura e também estabelece o comportamento quanto à distância de deslocamento, deriva, penetração no interior da folhagem, perda por evaporação e, conseqüentemente, a taxa de recuperação (OZEKI & KUNZ, 1998).

Na prática, a qualidade de uma aplicação se estabelece pela densidade de gotas, expressa em número de gotas por centímetro quadrado do alvo.

Segundo Márquez (1997), os defensivos que apresentam ação de contato requerem uma melhor cobertura do alvo, ao passo que os produtos sistêmicos são eficazes sob condições de menor densidade de cobertura. A cobertura requerida, em combinação com o diâmetro das gotas aplicadas e a superfície exposta do alvo, determina diferentes volumes de aplicação.

c-) Dose: a manutenção da dose correta do agrotóxico durante todo o processo assegura economia, pois a dose excessiva, causa poluição ambiental, pode provocar danos à cultura pela fitotoxicidade e, naturalmente, eleva os custos. A dose correta assegura a maior eficiência no controle, inclusive com a garantia do período de proteção previsto na bula, o que não se obtém quando das aplicações em subdoses.

d-) Segurança: tanto o ambiente (mananciais, fauna e flora) quanto os operadores (técnicos e piloto) devem ser preservados de qualquer contaminação durante a aplicação de um defensivo, independente da sua classe toxicológica.

Segundo Salyani et al. (1992), o uso inadequado dos produtos fitossanitários pode causar sérios riscos à saúde humana, animal e ambiental, por isso, é importante reduzir as perdas nas aplicações, através do aumento na eficiência das operações de pulverizações (quantidade e uniformidade das gotas depositadas no alvo). As perdas envolvidas entre o transporte e o impacto das gotas contribuem para a ineficiência das aplicações. As gotas pequenas derivam para além da área alvo, enquanto as grandes tendem a escorrer da superfície alvo e cair no solo.

1. PRINCIPAIS ASPECTOS A SEREM CONSIDERADOS EM UMA PULVERIZAÇÃO.

Segundo Santos (2007), de maneira geral e sob o ponto de vista técnico, deve-se sempre considerar que uma pulverização é ideal, quando houver a deposição de uma população de gotas finas, bastante densa e bem distribuída sobre o alvo desejado.

As gotas finas se depositam melhor e mais facilmente nos alvos ou superfícies de deposição verticais e estreitas, como por exemplo, as folhas do milho, do trigo, da cevada, dentre outras, penetrando melhor dentro das culturas. São, entretanto, mais sujeitas à deriva e às perdas por evaporação (SCHRÖDER, 1996).

Há, entretanto, alguns fatores que podem ter influência direta na pulverização, tais como:

1.1 Tipo e característica do orifício da ponta de pulverização: qualquer que seja o pulverizador a ser utilizado, independente de ser antigo ou moderno, simples ou sofisticado, acionado manualmente e transportado por animais, trator ou aeronaves, a ponta de pulverização é a parte mais importante e, em contrapartida, a mais negligenciada, sendo poucas vezes corretamente avaliada em relação à quantidade de calda aplicada, por área (volume) ou por minuto (vazão), e a distribuição homogênea e adequada das gotas produzidas sobre o alvo desejado (SANTOS, 2007).

As pontas constituem a base da pulverização hidráulica, sendo que cada tratamento químico requer um determinado modelo de ponta que melhor se adapte às características desejadas, no que se refere ao local de deposição das gotas, volume de aplicação e tamanho das gotas (MÁRQUEZ, 1997).

Nas pulverizações, dos defensivos agrícolas, deverão ser utilizados bicos de pulverização com pontas que produzam gotas menos heterogêneas possíveis e apresentem, quando em operação, uma distribuição uniforme e precisa do volume escolhido ou desejado (SANTOS, 2007).

O desgaste das pontas de pulverização pelo uso prolongado, altera as características das gotas produzidas e, via-de-regra, implica no aumento da desuniformidade do volume de calda aplicado ao longo de uma barra de pulverização, prejudicando a qualidade da cobertura dos alvos biológicos. A utilização de pontas desgastadas também implica no aumento da ocorrência da deriva, comprometendo a segurança nas aplicações, causando problemas em culturas vizinhas e contaminando o ambiente fora da área-alvo das aplicações de produtos fitossanitários (CHRISTOFOLETTI, 1996).

Bicos de pulverização com pontas desgastadas, irregulares ou inadequadas, são responsáveis por perdas de produto, ocasionando gastos em reaplicações, descrédito do produto, falsos conceitos ou conclusões de resistência das plantas ao produto, além da poluição e agressões ao meio ambiente (BOLLER et al., 2007).

Christofolletti (1996) considera que as pontas de jato cônico vazio são apropriadas para aplicações dirigidas e recomenda o uso de pontas de jato plano, ou jato plano duplo para aplicar fungicidas através de pulverizadores de barras. Outra razão para o abandono do uso de pontas de jato cônico vazio é a elevada suscetibilidade à deriva das gotas geradas pelos mesmos. Neste sentido, a indústria de equipamentos para pulverização vem desenvolvendo pontas de jato plano, capazes de originar gotas de diferentes tamanhos, abrangendo desde as gotas finas que proporcionam excelente cobertura dos alvos, até gotas muito grossas, resistentes à deriva, independentemente da sua vazão (MÁRQUEZ, 1997).

Santos (2007) afirma que todo bico de pulverização deverá atender adequadamente a três condições: definir corretamente o

volume a ser aplicado, gerar as gotas de maneira menos heterogênea e distribuir as gotas uniformemente sobre o alvo desejado.

1.2 Condições climáticas locais: condições atmosféricas em diferentes horários do dia influenciam a eficiência dos tratamentos fitossanitários. A temperatura e a umidade relativa do ar exercem grande influência sobre a duração das gotas, estando diretamente relacionada à sua evaporação.

Segundo Boller (2007), a evaporação deve merecer maior atenção quando se adota baixos volumes de aplicação. Neste caso, a adição de óleo ou de outros aditivos anti-evaporantes à calda pode ser uma alternativa importante para prolongar a duração das gotas e reduzir os riscos de perdas das mesmas por evaporação, antes que estas cheguem ao alvo.

A deriva representa um dos problemas mais sérios que podem ocorrer durante as aplicações de defensivos agrícolas. As gotas de pulverização, ao percorrer a distância entre o pulverizador e o alvo, podem ser arrastadas pelo vento e pelas correntes aéreas ascendentes. Quanto menor o diâmetro das gotas, maior a sua suscetibilidade à deriva, sendo a resistência do ar à queda de uma gota inversamente proporcional ao seu diâmetro (SCHRÖDER, 1996).

O vento em excesso causa deriva, prejudicando a qualidade da aplicação e ocasionando perdas do produto aplicado. Pouco vento (velocidade $< 2 \text{ km.h}^{-1}$) não permite uma adequada redistribuição das gotas da calda sobre a folhagem e pode ocasionar perdas por inversão térmica. Sendo assim, o vento pode interferir negativamente ou positivamente em uma aplicação. Na impossibilidade de postergar uma aplicação, sob condições de vento excessivo, a utilização de gotas

de categorias grossas a extremamente grossas pode ser uma solução, porém, isso vai depender das exigências do produto a ser aplicado (BOLLER, 2007).

Segundo Boller (2004), de acordo com o diâmetro das gotas, a temperatura e a umidade relativa do ar, pode haver maior ou menor perda de defensivos através da evaporação. Quanto menor o diâmetro das gotas, maior a superfície de exposição com o meio e mais acentuada sua evaporação. Temperatura do ar acima de 30 °C e umidade relativa abaixo de 55 % são fatores que favorecem sobremaneira a evaporação das gotas (RAMOS & PIO, 2003). Neste sentido, há que se considerar também, que as gotas com diâmetro inferior a 150 μm , são facilmente perdidas pelo efeito da deriva, podendo contaminar áreas indesejadas e causar sensíveis prejuízos econômicos e ambientais. A percentagem de gotas menores que 150 μm é conhecida como potencial de risco de deriva (PRD) e o seu conhecimento é muito importante para manejar os equipamentos de maneira a minimizar os possíveis problemas que podem causar.

1.3 Volume de aplicação: volume de calda aplicado por unidade de comprimento, área, peso e volume (ABNT, 1988). É o fator resultante da classe de tamanho e da densidade de gotas, necessárias para uma aplicação eficiente, com adequada cobertura do alvo. Deve ser ajustado às características da cultura e, também, da arquitetura da planta a ser pulverizada. Por exemplo, cultivares de soja com maior índice de área foliar requerem maior volume de calda, quando comparadas com cultivares de menor enfolhamento. Isso também é válido para aplicações mais precoces ou mais tardias,

quando as plantas apresentam consideráveis diferenças no seu índice de área foliar (HOFFMANN & BOLLER, 2004).

Segundo Boller et al. (2007) o índice de área foliar (IAF) da planta é parte importante na qualidade da aplicação. Plantas bem desenvolvidas possuem mais área foliar a ser protegida, conseqüentemente, impõem maior dificuldade à deposição das gotas de uma pulverização.

A escolha do volume de aplicação ideal para cada classe de produto está em função da necessidade de cobertura, de acordo com as suas características e do seu modo de ação sobre os agentes biológicos visados (fungos, insetos ou plantas daninhas). Levando em conta se o produto tem efeito de contato ou sistêmico, bem como a observação das condições climáticas do local em que se realiza a aplicação.

As pulverizações de defensivos, com baixos volumes de aplicação, representam expressiva inovação tecnológica ao alcance dos agricultores. Em muitos casos, esta opção é mais econômica e mais eficiente do que as tradicionais aplicações com volumes de 200 a 300 L.ha⁻¹, porém, requer ainda mais atenção por parte dos usuários, em relação às condições ambientais no momento da pulverização e ao estado de conservação dos equipamentos de aplicação (BOLLER, 2004).

1.4 Formulação do produto fitossanitário: a preparação dos defensivos comerciais envolve a mistura do ingrediente ativo (substância química ativa) a diversas substâncias, de forma que o produto obtido apresente características físicas que facilitem sua utilização. O objetivo primordial é melhorar o contato do ingrediente ativo com o diluente (água, por exemplo) e/ou com os alvos da

aplicação. A mistura do ingrediente ativo a todos os complementos necessários à sua adequada utilização é denominada formulação. Os defensivos são encontrados nas mais variadas formulações, que vão desde os sólidos para aplicação direta até as pastilhas com defensivos voláteis (ANTUNIASSI, 2005). Para as aplicações por via líquida, as formulações mais comumente utilizadas são: pó molhável, concentrado emulsionável, concentrado solúvel, suspensão concentrada, grânulos autodispersíveis em água, pó e grânulos.

1.5 Uso de adjuvantes: os adjuvantes são produtos inertes que são adicionados na calda de pulverização para aumentar a eficiência biológica dos ingredientes ativos, melhorando a aderência sobre a superfície foliar, aumentando a absorção foliar do ingrediente ativo. Os adjuvantes mais comumente utilizados são os “espalhantes” que têm a função de reduzir a tensão superficial do líquido, permitindo que a gota se espalhe sobre a superfície foliar, aumentando, assim, a área de cobertura e o contato com o limbo foliar.

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.

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).

1.6 Qualidade da água de aplicação: a maioria das aplicações de defensivos utiliza a água como veículo na composição das caldas aplicadas.

A pureza da água é um aspecto importante a se considerar na tecnologia de aplicação, pois se refere à ausência de detritos capazes de causar entupimentos nos componentes das máquinas aplicadoras. Argila e compostos orgânicos em suspensão podem adsorver ingredientes ativos de produtos fitossanitários e inativar os mesmos no interior do depósito do pulverizador, mesmo antes da sua aplicação (BOLLER et al., 2007).

A temperatura da água pode contribuir para a estabilidade das caldas. Para alguns produtos, a temperatura baixa pode ocasionar a cristalização. Considera-se ideal para a maioria dos defensivos, a faixa de temperatura entre 15 e 25 °C (KÖNIG et al., 1989).

A dureza da água refere-se à presença de cátions como o Ca^{++} e o Mg^{++} e pode interferir no comportamento das caldas, causando floculação e originando aglomerados que podem entupir os filtros e as pontas das máquinas aplicadoras, ou mesmo reagindo com os componentes dos ingredientes ativos, formando compostos insolúveis e afetando a atividade biológica. Essa dureza pode ser corrigida, adicionando-se um tensoativo não iônico à calda ou acrescentando-se um quelatizante (composto que isola a carga elétrica e suprime a reatividade de íons) na água, antes da preparação da calda (BOLLER et al., 2007).

O pH da água interfere no grau de acidez ou de alcalinidade das caldas de produtos fitossanitários e tende a influir na estabilidade destas e nos resultados dos tratamentos, uma vez que na hidrólise, que

degrada diversos ingredientes ativos de defensivos, o nível de dissociação do ingrediente ativo e a estabilidade física da calda dependem do pH. A neutralização de íons, presentes na água, e o abaixamento do pH podem ser realizados acrescentando-se alguns adjuvantes, antes da colocação dos defensivos no depósito das máquinas aplicadoras. Muitos produtos comerciais já contêm na sua formulação substâncias tamponantes, que se destinam a manter o pH da calda mais próximo do ideal, independentemente do pH da água utilizada (VELLOSO & SOUZA, 1996).

1.7 Modo de operação de pulverizadores: para se obter a melhor deposição e atingir adequadamente um alvo como insetos, ácaros e doenças ou plantas que se localizem internamente à cultura ou plantas invasoras e infestantes de diferentes alturas, é necessário que se produzam através das pontas do equipamento de pulverização uma quantidade adequada de gotas (boa cobertura) com uma fluatibilidade (deriva) adequada às condições climáticas locais. Caso não haja a regulagem adequada do equipamento de pulverização para que as gotas permaneçam o mínimo possível em suspensão no ar até atingir o alvo desejado, pode-se ter como resultado a perda total ou parcial da população de gotas ou até mesmo da pulverização, má ação do produto e necessidade de repetição ou aumento do número de pulverizações (SANTOS, 2007).

2. 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).

2.1 Distribuição das gotas e cobertura do alvo.

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).

2.2 Diâmetro e contagem dos impactos das gotas.

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, sendo de fácil remoção, não é absorvida pelas folhas, se mantém na mesma tensão superficial da água, é estável à luz do sol e de baixo custo, sendo considerada uma alternativa útil.

Palladini (2000) afirma que a utilização da mistura de Azul Brillante a 0,15 % mais 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.

2.3 Faixa de aplicação ou faixa de deposição.

Refere-se à largura da área tratada relativa a uma passada do equipamento (ABNT, 1988). A faixa de deposição é medida sobre o terreno ou sobre a cultura a ser tratada (alvo) e sua unidade é o metro (m). O conhecimento da faixa de aplicação de uma ponta ou de uma barra é útil por ocasião da regulagem e da calibração de uma máquina aplicadora, assim como para os cálculos da sua capacidade de trabalho. A faixa correspondente a uma ponta é igual ao espaçamento entre os bicos na barra. Este espaçamento depende das características da ponta, do volume de pulverização desejado, da velocidade de trabalho requerida e da vazão das pontas. O ângulo de abertura do jato de pulverização e o espaçamento entre os bicos determinam a altura de condução da barra em relação ao alvo a ser atingido pelas gotas. A observação destes dois aspectos é fundamental para a obtenção de uma cobertura uniforme do alvo e para evitar falhas ao longo da área tratada (BOLLER et al., 2007).

A largura da faixa de deposição é um dos fatores que influencia o desempenho operacional e econômico de uma aplicação de defensivos, tanto por via aérea quanto por via terrestre.

Segundo Araújo & Marques (2006), a faixa de deposição é o local onde se depositam as gotas lançadas pela aeronave e divide-se

em faixa total de aplicação e faixa efetiva de aplicação. Faixa de deposição total é a extensão, perpendicular ao deslocamento da aeronave, em que houve alguma deposição do produto aplicado, em uma só passagem do avião. As extremidades da faixa, no sentido da largura, apresentam deposição menor que o centro. Esta deposição nas extremidades é insuficiente para garantir a eficiência da aplicação e, portanto, deve-se providenciar para que o afastamento entre duas faixas consecutivas seja tal, que haja um recobrimento ou sobreposição entre elas, fazendo com que a deposição das duas faixas seja somada, elevando a deposição final ao nível aproximado do obtido no centro da faixa. O afastamento entre duas faixas consecutivas, portanto, é menor que a largura da faixa de deposição total, e é denominado faixa operacional efetiva (ABNT, 1988).

2.4 Desempenho operacional dos equipamentos de pulverização.

A seleção de máquinas e implementos agrícolas é uma atividade, segundo Silva (2004), bastante complexa, devido ao elevado número de fatores envolvidos e alternativas a considerar; devendo ser racionais as realizações das operações agrícolas a fim de garantir uma utilização econômica das máquinas.

O conjunto de variáveis, dentre elas a capacidade de trabalho (hectares tratados por hora) e o rendimento (%), que definem os atributos de uma máquina operando sob determinadas condições é o que se entende por desempenho operacional.

Denomina-se desempenho operacional um complexo conjunto de informações que definem, em termos quali-quantitativos, os atributos de uma máquina agrícola quando executa operações sob

determinadas condições de trabalho. Estas informações podem ser dados relativos à qualidade e à quantidade de trabalho desenvolvido pela máquina, à potência requerida à velocidade de trabalho, ou aos aspectos relacionados com as regulagens, a manutenção e as reparações necessárias, sob determinadas condições de trabalho (MIALHE, 1974).

Conforme Matuo (1985) a análise operacional e econômica permite a seleção do equipamento mais adequado e do procedimento mais apropriado para o trabalho mais eficiente, sendo de fundamental importância não se perder de vista, nesta análise, o componente biológico do problema. Segundo o mesmo autor, as medidas a serem preconizadas nunca deverão afetar a eficácia do controle do problema fitossanitário que se pretende resolver. Além disso, uma aplicação mais rápida e mais barata não deve provocar maiores riscos ao operador e ao ambiente. A decisão na seleção dos equipamentos e dos processos operacionais deve conduzir ao máximo desempenho do fator mais oneroso e de maior risco que é, sem dúvida, o defensivo agrícola a ser aplicado.

Thornhill & Matthews (1994) afirmam que a escolha de um equipamento depende de um grande número de fatores, tais como: tamanho da área, capital disponível para o investimento, mão-de-obra requerida, condições do solo e acessibilidade da lavoura, tipo de cultura, condições climáticas e a frequência necessária dos tratamentos. Dessa forma, cada caso necessita ser examinado cuidadosamente. Em alguns casos, uma área com grandes dimensões pode eleger um pulverizador autopropelido ou um avião (equipamentos capazes de tratar uma grande quantidade de hectares

por dia); em outros casos, poderá haver a necessidade de mais de um tipo de equipamento, especialmente se houver uma área extensiva, com diferentes culturas, que necessitam de tratamento simultaneamente.

Há produtores que possuem em suas propriedades equipamentos de pulverização terrestre de porte médio (capacidade de 1.000 a 2.000 L com largura da barra de 18 a 24 m) para aplicação de herbicidas pré e pós-emergentes, fazendo uso da aplicação por via aérea quando a cultura atingir um porte onde os danos por amassamento são inevitáveis.

2.5 Estado de conservação dos pulverizadores.

O conhecimento do estado de conservação dos pulverizadores pode induzir a adoção de medidas que resultem no aumento da eficiência das pulverizações e na redução da contaminação ambiental e dos custos de produção.

As diretrizes da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 1998) sobre controle de qualidade e padrões mínimos de máquinas aplicadoras de defensivos agrícolas estabelecem que nenhuma ponta de pulverização deve apresentar vazão acima de 10 % superior à especificada pelo fabricante, para uma dada pressão, e que em uma barra de pulverização, a vazão medida de qualquer ponta deveria estar dentro de ± 5 % daquela especificada pelo fabricante, para uma dada pressão. Estas diretrizes também estabelecem que o coeficiente de variação (C.V.) da vazão ao longo de uma barra de pulverização não deve ser superior a 10 %.

Segundo Boller (2004), a realização de pesquisas identificando os principais pontos de estrangulamento, em nível de campo, das atividades de aplicação de defensivos pode contribuir para minimizar os impactos negativos da agricultura regional sobre o ambiente.

Quanto às aeronaves agrícolas de empresas registradas, os aspectos relacionados à sua conservação são rígidos e precisos, além de serem regulamentados e fiscalizados pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e pelo Ministério da Agricultura (MAPA), contribuindo, assim, na qualidade da aplicação de defensivos agrícolas por via aérea.

3. ASPECTOS COMPARATIVOS ENTRE AS APLICAÇÕES POR VIAS AÉREA E TERRESTRE.

Há um questionamento freqüente da maioria dos técnicos e agricultores sobre qual a melhor tecnologia para a aplicação de defensivos agrícolas. De acordo com Schröder (2005), as aplicações por vias aérea e terrestre não são necessariamente concorrentes, mas sim, complementares, pois cada uma apresenta características próprias, tanto do ponto de vista técnico como operacional, sendo, portanto, de suma importância o conhecimento dos seus diferenciais para a tomada de decisão de quando adotar uma ou outra tecnologia.

As aplicações por via aérea não podem ser efetuadas junto a cidades, nem em áreas perigosas sob determinadas redes elétricas, requerendo a adoção de equipamentos terrestres. Por outro lado, a topografia plana da maioria das áreas e a presença de pistas de pouso nas propriedades agrícolas são fatores que contribuem para essa

modalidade de aplicação. O tratamento por via aérea não causa danos diretos à cultura, como amassamento, ou indiretos, como a compactação do solo e, pelo fato de não entrar em contato com a cultura, não contribui para a disseminação de patógenos de uma área para outra, o que é comum nas aplicações por via terrestre. A aviação agrícola se destaca por ser uma atividade que proporciona aos produtores rurais diversos benefícios, pois permite que o controle químico ou biológico, necessários ao processo de produção agrícola, seja realizado em curto espaço de tempo, com precisão e eficácia. Como o avião aplica em velocidade praticamente constante, e sofre pouca influência das condições do terreno (umidade, irregularidades), há uniformidade na distribuição das gotas pulverizadas, já que a grande maioria das aeronaves são equipadas com sistema DGPS para orientação do voo. A utilização de pessoal especializado: piloto agrícola, coordenador em aviação agrícola, técnico executor em aviação agrícola, Engenheiro-Agrônomo como responsável técnico e, ainda, uma completa regulamentação e fiscalização da atividade fazem da aviação agrícola uma ferramenta segura e eficaz para a aplicação de agrotóxicos, com menores possibilidades de contaminação ambiental (SCHRÖDER, 2004; CARVALHO, 2005; ARAÚJO, 2006; SINDAG, 2007).

Dentre as limitações da aplicação por via terrestre destacam-se: a limitação do trânsito dos pulverizadores terrestres pelo excesso de umidade no solo; a baixa capacidade de trabalho da maioria dos equipamentos, principalmente, quando se necessita de um controle rápido de doenças com acentuada disseminação, como, por exemplo, a ferrugem da soja (*Phakospora pachyrhizi*) ou de uma praga; os danos

causados pelo amassamento da cultura que podem variar de 0,80 % até 10 %, dependendo da cultivar e manejo da cultura adotado (CARVALHO, 1997; ARAÚJO, 2006; HANNA et al., 2007; CONLEY, 2007; CAMARGO et al., 2008); a disseminação dos patógenos de uma área para outra, pelo simples fato dos equipamentos terrestres entrarem em contato direto com a cultura, contribuindo para a dispersão dos inóculos. Pela falta de regulamentação e fiscalização muitos equipamentos terrestres encontram-se desregulados, com vazamentos e sucateados o que contribui, em parte, para a contaminação do meio ambiente (GANDOLFO, 2002; PALLADINI, 2004; BOLLER, 2006). A utilização de pessoal não especializado, muitas vezes, semi-analfabetos, sem a orientação de um técnico especializado ou Engenheiro-Agrônomo, na aplicação de defensivos por via terrestre, acaba potencializando todas as desvantagens acima descritas, reduzindo ainda mais a lucratividade da lavoura e aumentando as possibilidades de contaminação ambiental.

As duas tecnologias tornam-se complementares a partir do momento que as vantagens de uma tornam-se desvantagens para a outra e vice-versa.

4. CUSTO DAS APLICAÇÕES POR VIA AÉREA VERSUS APLICAÇÕES POR VIA TERRESTRE.

O fato de só se efetuar o pagamento quando for realmente necessário contratar o serviço, aliado à possibilidade de buscar ferramentas que diminuam este valor, torna o preço da aplicação por via aérea muito acessível aos produtores rurais.

A livre concorrência entre as empresas prestadoras de serviço possibilita ao produtor eleger aquela que ofereça serviço de alta qualidade por valores compatíveis com o mercado. Há, porém, um alerta, que afirma que deve ser evitada a busca sem critérios por preços mais baixos, que por vezes podem levar à contratação de aplicadores menos capacitados. Busca-se na realidade, o incremento do rendimento operacional, que deve nortear a ação do administrador rural, para reduzir o preço dos tratamentos aéreos em suas lavouras (SCHRÖDER, 2005).

Devido a livre concorrência, o custo da hora de vôo agrícola é fixado por cada empresa aplicadora, de modo que o valor da unidade de área a ser tratada pode ser reduzido se forem cobertos mais hectares a cada hora, favorecendo, assim, a produtividade das aplicações. Outro aspecto importante que incrementa essa produtividade é a redução no volume de calda aplicada por hectare, além da distância entre a pista de pouso e a lavoura, da conformação da lavoura, da maior largura da faixa tratada a cada vôo e, também, do carregamento mecanizado (motobomba). Essas avaliações, normalmente, são feitas através de um planejamento prévio pela empresa de prestação de serviço, junto com o agricultor.

A atividade de produção agrícola só será atrativa do ponto de vista econômico se forem analisados e ponderados todos os fatores de custos. Todos os itens de produção são caros, por isso, é preciso achar uma forma de reduzir esses custos mantendo a qualidade (CARVALHO, 2006).

Nas aplicações por via terrestre, além dos custos decorrentes da operação mecanizada, há que se computar a redução de rendimento

ocasionado pelo tráfego das máquinas aplicadoras. A magnitude da redução do rendimento decorrente do tráfego de máquinas aplicadoras depende entre outros fatores do estágio de desenvolvimento da cultura (HANNA et al., 2008).

Segundo Silva (2004), os danos causados pelos equipamentos terrestres na área de lavoura podem ser maiores ou menores, conforme o sistema de aplicação utilizado, dimensões e bitola dos pneus, estágio e espaçamento das culturas, além de outros fatores, sendo necessário um conhecimento de quanto o uso de um sistema de aplicação pode causar de dano à cultura para que se possa analisar seu real benefício.

Perdas em rendimento devido aos danos causados pelo tráfego de pulverizadores terrestres são relatadas por Carvalho (1997), que afirma que os danos por amassamento de plantas e a compactação do solo durante o ciclo das culturas estão em torno de 5 a 10 %; Araújo (2006a) cita uma redução de colheita de 5 %; Hanna et al. (2008) descrevem danos de 0,8 e 6,3 %; Conley (2007) cita valores de 1,1 a 3,6 % e Camargo et al. (2008) afirmam serem as perdas de produtividade menores ou iguais a 1 %, independentemente do sistema de deslocamento dos pulverizadores no campo. As diferenças relativas a estes e outros trabalhos publicados, devem ser creditadas às diferenças metodológicas, tanto na forma de coleta como no processamento dos dados para a obtenção dos índices de danos. Há que se considerar que danos pelo tráfego dos equipamentos terrestres na área da lavoura ocorrem e ocasionam danos na produção de grãos, porém, quando são feitas várias aplicações na cultura, os danos mecânicos às plantas se diluem durante o processo, uma vez que a

máquina passa sempre no mesmo lugar e causa danos maiores na primeira aplicação (MATTHEWS, 2000; RAMOS & PIO, 2003).

De acordo com Camargo et al. (2008), o risco de danos mecânicos causados às culturas pelos pulverizadores autopropelidos, com conseqüente redução de produtividade, é um dos argumentos para a decisão de uso da aplicação por via aérea em sistemas de produção de grãos. Isto ocorre notadamente para os tratamentos fitossanitários realizados no final do ciclo das culturas.

Capítulo I



**APLICAÇÕES DE FUNGICIDA POR VIAS AÉREA E
TERRESTRE EM DIFERENTES PERÍODOS DO DIA PARA O
CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES NA CULTURA
DA SOJA [*Glycine max* (L.) Merrill].**

DEISE ISABEL DA COSTA¹; WALTER BOLLER²;
WELLINGTON PEREIRA ALENCAR DE CARVALHO³

RESUMO: A cultura da soja ocupa o primeiro lugar em volume de produção de grãos no Brasil e pode ser atacada por uma série de doenças foliares, destacando-se a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e o oídio (*Erysiphe diffusa*). O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade do controle químico destas doenças por meio de aplicações de fungicidas, por vias aérea e terrestre em diferentes períodos do dia. O experimento foi conduzido no município de Tapejara, na região Norte do estado de Rio Grande do Sul, Brasil. A cultivar de soja CD 213 RR foi cultivada de acordo com as indicações técnicas oficiais. Para o controle das doenças foi aplicado o fungicida Priori-Xtra[®] (azoxistrobina + ciproconazol) acrescido do óleo mineral Nimbus[®], respectivamente nas doses de 300 e 500 mL.ha⁻¹. As aplicações foram realizadas por vias aérea e terrestre, nos seguintes períodos do dia: início da manhã, final da manhã, início da tarde e final da tarde. O pulverizador terrestre foi equipado com barra de 14 m, com pontas de jato cônico vazio da série

¹ Bióloga M.Sc. Aluna doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo – Passo Fundo, RS. dedacost@gmail.com

² Eng.-Agr. Dr. Professor do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo – Passo Fundo, RS – Orientador: boller@upf.br

³ Eng.-Agr. Dr. Professor do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Lavras – Lavras, MG – Co-Orientador: wellingt@ufla.br

JA-2, espaçadas em 0,5 m na barra, operadas com pressão de 400 kPa, produzindo gotas de categoria fina (DMV de 153 μm) e aplicando 80 L de calda.ha⁻¹ sem a adição de óleo vegetal. As aplicações por via aérea foram realizadas com duas aeronaves Ipanema EMB 201-A, equipadas com atomizadores rotativos de tela, marca Microspin[®], uma com pontas D8 e pressão de operação da barra de 207 kPa (30 PSI), aplicando 15 L.ha⁻¹ com adição de óleo vegetal e a outra com pontas D12 e pressão de operação da barra de 241 kPa (35 PSI), aplicando 25 L.ha⁻¹ sem adição de óleo vegetal. Ambas as aeronaves apresentavam no atomizadores rotativos de tela uma angulação de pás de 55° girando a 5.000 rpm, gerando gotas de categoria fina (DMV de 175 μm). A primeira aplicação foi realizada quando o oídio atingiu o limiar de dano (20 % de severidade), estando a soja no estágio R1. A segunda aplicação se deu aos 21 dias após a primeira (respeitando o período de proteção do fungicida) com a soja em R5. Avaliou-se a severidade do oídio e da ferrugem asiática nas folhas da soja e calculou-se as respectivas percentagens de controle em relação à testemunha. Ao final do ciclo colheu-se amostras de soja em área de 10 m² determinando-se o rendimento de grãos, os danos por amassamento e o resultado econômico. A utilização do fungicida azoxistrobina + ciproconazol para o controle do oídio e da ferrugem asiática na cultivar de soja CD 213 RR possibilita ganhos econômicos significativos, variando com os diferentes períodos do dia e com o equipamento de aplicação. Todos os tratamentos proporcionam rendimento de grãos superior à testemunha, evidenciando a eficiência do produto aplicado e a eficácia da tecnologia escolhida. Nos períodos do início da manhã, final da manhã e final da tarde, as aplicações do fungicida por via aérea apresentam resultados econômicos superiores, quando comparadas com aquelas realizadas por via terrestre.

No início da tarde as aplicações por via terrestre proporcionam maior ganho econômico do que as aplicações por via aérea. Aplicações no início da tarde com taxa de aplicação de 25 L.ha⁻¹ sem adição de óleo vegetal apresentam desempenho inferior a 15 L.ha⁻¹ com adição de óleo vegetal. A redução do rendimento de grãos decorrente dos danos por amassamento, causados pelo equipamento terrestre, é um fator relevante no momento de comparar as duas técnicas de aplicação.

PALAVRAS-CHAVE: tecnologia de aplicação, amassamento, eficiência econômica.

**AERIAL AND GROUND SPRAYS OF FUNGICIDE AT
DIFFERENT DAY TIMES TO CONTROL FOLIAR DISEASES OF
SOYBEAN CROP [*Glycine max* (L.) Merrill].**

DEISE ISABEL DA COSTA¹; WALTER BOLLER²;
WELLINGTON PEREIRA DE ALENCAR CARVALHO³

ABSTRACT: The soybean crop, the most important grain commodity in Brazil, is affected by several foliar diseases including Asian rust (*Phakopsora pachirhizi*) and powdery mildew (*Erysiphe diffusa*). The chemical control of such diseases was evaluated in a field trial (Tapejara city, state of Rio Grande do Sul) with the soybean cultivar CD 213 RR, where ground and aerial fungicidal sprays were carried out at different day times and ambient conditions. The fungicide Priori-Xtra[®] (azoxystrobin + cyproconazole) was sprayed at the R1 growth stage and 21 days later (R5). The evaluations included assessments of diseases severity and grain yield. The chemical control of soybean was technically and economically feasible, although the results varied according to time of application and spray equipment. In periods of early morning, late-morning and late afternoon, the aerial applications have higher economic results, when compared with ground sprays. In the early afternoon by ground applications provide greater economic gain than the aerial applications. Aerial applications in the early afternoon with 25 L.ha⁻¹ without the addition of vegetable oil have less performance than 15 L.ha⁻¹ with the addition of vegetable oil. The reduction of grain yield caused by damage of the tracks's tires, in the ground application, is a relevant factor when comparing the two techniques of application.

KEYWORDS: spray technology, plant logging, reliability.

INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a cultura de maior representatividade em área cultivada no Brasil, com 21,3 milhões de hectares na safra 2006/07 (CONAB, 2008). A importância dessa cultura para o agronegócio brasileiro é bem conhecida; na safra de 2006/07 foram 59,3 milhões de toneladas produzidas, sendo que a produção nacional poderia ter sido 4,5 % superior, se não fosse o dano causado pela ferrugem asiática (YORINORI et al., 2007), que ocasionou uma perda de US\$ 615,7 milhões.

A exploração econômica do potencial de rendimento da oleaginosa, que é de 4.000 kg.ha⁻¹, é dificilmente alcançada. O rendimento médio mundial tem sido de 2.200 kg.ha⁻¹ (JULIATTI, 2005).

Dentre os principais fatores que limitam o rendimento, a lucratividade e o sucesso na produção de soja estão as doenças (YORINORI, 1986; JULIATTI, 2005).

A ocorrência de doenças foliares, como o oídio e o complexo de doenças de final de ciclo (DFCs), concomitantes à ferrugem asiática, têm sido fator limitante à expressão do potencial produtivo da soja nas mais diversas situações de cultivo a campo (VIERO, 2008).

O oídio da soja é uma enfermidade de ocorrência comum em cultivos de soja e adquiriu grande importância, a partir da safra 1996/97, inclusive no RS (REIS et al., 2004), pois os danos em rendimento são significativos, podendo variar de 5 % (SILVA, 2002) a 24,5 % (BALARDIN, 2002) dependendo da suscetibilidade da cultivar de soja. O agente causal da doença é o fungo biotrófico *Erysiphe diffusa* (U.Braun & S.Takam), que também infecta diversas

espécies de leguminosas, tais como: tremço-branco, feijão e mucuna branca (FORCELINI, 2004). A relação patógeno-hospedeiro é favorecida por temperatura de 18 a 20 °C e clima seco (SINCLAIR & HARTMAN *apud* FORCELINI, 2004). É um parasita obrigatório que se desenvolve em toda a parte aérea da planta, incluindo hastes e vagens, sendo mais visível nas folhas.

A ferrugem asiática da soja é, atualmente, a doença de maior preocupação para os agricultores por ser extremamente agressiva, danosa e destrutiva, sob condições ambientais favoráveis. É causada pelo fungo biotrófico *Phakopsora pachyrhizi* Sydow e têm os seus esporos disseminados pelo vento. O desenvolvimento do fungo nas plantas de soja depende das condições de umidade (horas de molhamento foliar = hM) por períodos prolongados e temperatura variando entre 19 °C e 24 °C para se estabelecer. As plantas atacadas desenvolvem a doença rapidamente, adquirindo coloração pardo-escura a negra e queda prematura das folhas, aparentando final de ciclo de desenvolvimento da planta, sendo muito importante o monitoramento semanal da lavoura (ALIPRANDINI, et al., 2005).

Segundo Yorinori (2004), no Brasil, lavouras severamente atingidas pela ferrugem asiática, na safra 2001/02, tiveram reduções de rendimento de 55-60 sacas.ha⁻¹ para 14-15 sacas.ha⁻¹, isto é, os danos no rendimento variaram de 30 a 75 %.

De acordo com Costamilan (2008), o volume de grãos perdidos com a ferrugem começou a diminuir na safra 2005/06, caindo para 2,9 milhões de toneladas, mas o custo ainda era alto: 2,1 bilhões de dólares, chegando a 2,2 bilhões na safra 2006/07, quando o bom rendimento das lavouras, principalmente associado ao fator clima,

compensou os gastos com a ferrugem. Finalmente, na última safra (2007/08) os danos caíram para 418 milhões de toneladas de grãos, com custo de 1,97 bilhões de dólares.

O oídio pode ser controlado com o uso de cultivares resistentes e também com a aplicação de fungicidas, já a ferrugem asiática é, até o momento, controlada com a aplicação de fungicidas e com a eliminação das plantas voluntárias (guachas) e dos hospedeiros secundários. O uso de técnicas isoladas dificilmente resolverá os problemas de doenças, por isso, os objetivos do manejo integrado são de manter a doença abaixo do nível de dano econômico (LDE) e minimizar os efeitos deletérios ao ambiente (HOFFMANN & BOLLER, 2004; REUNIÃO, 2006).

O controle químico deve ser utilizado quando houver condições favoráveis para o desenvolvimento das doenças e a sua adoção for viável economicamente (REUNIÃO, 2006).

O grande desafio a ser vencido pela tecnologia de aplicação, segundo Ferreira & Oliveira (2008), consiste em fazer com que as gotas atravessem a camada superior de folhas das plantas de soja e cheguem em condições de se distribuir, depositar e cobrir, adequadamente, todo o dossel. Para aplicar fungicidas destinados ao controle da ferrugem asiática da soja, a Michigan State University indica o uso de gotas de categoria fina até média, ou seja de 200 até 350 μm , uma vez que estas maximizam a penetração do fungicida no interior do dossel das plantas (BROWN-RYTLEWSKI & STATON, 2006).

O número de gotas distribuídas por unidade de área do alvo é denominado densidade de gotas (MATUO, 1990). À medida que o

volume de calda aplicado é reduzido, deve-se dar maior atenção à densidade de gotas, uma vez que esta não é limitante quando se utiliza altos volumes de pulverização. A densidade de gotas para um mesmo volume de pulverização é função do diâmetro das gotas, que por sua vez depende das regulagens do pulverizador (CHRISTOFOLETTI, 1996). As características do alvo e do produto fitossanitário a ser aplicado são de fundamental importância na determinação da densidade e do tamanho das gotas de uma pulverização.

De acordo com Camargo (2005), para se ter maior eficiência nas aplicações, é necessário a utilização de equipamentos que produzam gotas de tamanhos homogêneos e com diâmetros corretos para os alvos que se desejam controlar, possibilitando aumentar a eficiência biológica dessas aplicações. Como em alguns casos, principalmente no controle de doenças em soja, as gotas com maior eficiência de penetração e cobertura são as gotas finas, assim, o uso de óleos ou adjuvantes que possam proteger e aumentar a vida útil dessas gotas pode, também, melhorar a deposição na planta e aumentar o controle.

Segundo Monteiro (2006), as aplicações por via terrestre em alto volume 500, 600, 1000 litros por hectare, evoluíram para aplicações em baixos volumes, aplicando 100 a 200 litros por hectare, com a introdução de bicos especiais (bicos de jato cônico vazio) e diminuição das pressões de aplicação, e as aplicações por via aérea que se iniciaram com volumes de 40 a 80 litros por hectare na década de 1930, rapidamente passaram para volumes de 10 a 20 litros por hectare.

O Centro Brasileiro de Bioaeronáutica (CBB) fez uma adaptação e conjugações de várias tecnologias e técnicas já existentes e desenvolveu a técnica de aplicação de defensivos denominada Baixo Volume Oleoso[®] (BVO), a qual como a própria sigla indica, aumenta o rendimento dos aviões agrícolas e dos pulverizadores terrestres, pelos baixos volumes aplicados e evita a evaporação das caldas pela utilização das emulsões invertidas com óleos vegetais, além de produzir uma neblina homogênea e com tamanho de gota controlado (MONTEIRO, 2006).

De acordo com Vidal & Fleck (2007), os produtos fitossanitários que são absorvidos pelas plantas devem vencer três barreiras existentes entre a superfície externa da folha e o citoplasma das células: a cutícula, a parede celular, e a plasmalema. Os autores explicam ainda, que a cutícula, mais externamente, é constituída por cera e internamente, de cutina, que se encontra em contato com a pectina e esta com a celulose. Desta maneira, existe uma transição gradual da natureza polar da cutícula, onde a cera é apolar e hidrófoba, ao passo que a celulose é polar e hidrofílica. Assim, os compostos polares apresentam dificuldades em passar pela cera, mas passam mais facilmente pelas demais camadas. Por sua vez, compostos apolares atravessam com facilidade a cera e com dificuldade as demais camadas.

Em condições de baixa disponibilidade de água às plantas, e à medida que avança a idade das mesmas, a espessura da cutícula aumenta, aumentando a restrição à penetração de produtos fitossanitários diluídos em água. Ambientes sob alta temperatura e baixa umidade relativa do ar induzem as plantas a reduzir as perdas de

água através das superfícies foliares, o que também dificulta a penetração de produtos aplicados. Da mesma forma, condições de temperatura adequadas e umidade relativa do ar elevada implicam na hidratação da cutícula e facilitam a penetração e a atuação de produtos fitossanitários. Para vencer estas barreiras das plantas à penetração dos defensivos são utilizadas substâncias inertes, denominadas aditivos ou adjuvantes, capazes de modificar a atividade dos produtos aplicados e as características da pulverização. Estes produtos podem ser acrescentados à formulação dos produtos fitossanitários pelas empresas fabricantes, ou ser adicionados à calda no momento da pulverização (THEISEN & RUEDELL, 2004).

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. Outras funções dos adjuvantes compreendem o estímulo da atividade fisiológica das plantas, a adequação do pH da calda (seqüestramentos de cátions e sulfato de amônio), a redução da reatividade de íons presentes na água (quelatizantes), a redução da evaporação (óleos vegetais e minerais e umectantes), o aumento da absorção (uréia), a redução da formação de gotas pequenas (espessantes ou redutores de deriva), o aumento da adesão das moléculas às plantas (adesionantes), a redução da decantação da calda (dispersantes), a facilitação de misturas (emulsificantes) e a facilitação da penetração das gotas nos tecidos vegetais (óleos vegetais e minerais). No entanto, grande parte dos problemas advindos da utilização de aditivos de calda origina-se do

desconhecimento de sua ação e das implicações de sua utilização (ANTUNIASSI, 2006).

A utilização de óleos vegetais, como adjuvantes em caldas de pulverização, vem sendo estudada e apresenta, entre outras, a vantagem de maior fitocompatibilidade, ou seja, causa menor fitotoxicidade do que os óleos minerais. Também tem sido destacada a ação anti-deriva proporcionada pela adição de óleo vegetal à calda de pulverização. 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 Schröder (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.

Um importante aspecto a considerar, em relação ao comportamento das gotas e à eficácia de uma pulverização é a interferência que estas sofrem das condições ambientais. A temperatura e a umidade relativa do ar, além de interferir no comportamento das gotas, afetam a absorção dos produtos pelas plantas. Para obter os melhores resultados em aplicações de produtos fitossanitários, König et al. (1989) e Ramos & Pio (2003) sugerem a faixa de temperatura do ar entre 15 e 25 °C, devendo as aplicações ser suspensas quando a temperatura do ar ultrapassar o valor limite de 30 °C. Os valores da temperatura e da umidade relativa do ar

costumam ser favoráveis à absorção da calda de pulverização, nas primeiras horas da manhã e ao final da tarde. Ao longo do dia, nas horas mais quentes a umidade relativa do ar, via-de-regra, fica muito aquém dos valores considerados como limites (55 %), ocasionando a redução da eficiência do processo de aplicação de defensivos (THEISEN & RUEDELL, 2004; RAMOS & PIO, 2003).

No período noturno e nas primeiras horas da manhã, as condições de temperatura e de umidade relativa do ar normalmente são mais favoráveis do que nas demais horas do dia, porém pode haver orvalho sobre as superfícies vegetais alvos das aplicações. Os fabricantes de produtos fitossanitários alertam para que não sejam realizadas aplicações sobre plantas cobertas por orvalho. No entanto, resultados de pesquisas tem demonstrado que as aplicações de fungicida sobre orvalho, desde que não causem escorrimento da calda podem ser realizadas com sucesso (BOLLER et al., 2007).

Trabalho realizado por Bonini (2003), em Santa Maria – RS, demonstrou que aplicações de fungicidas em soja pela manhã são mais eficientes do que aquelas realizadas ao final da tarde, sendo ambas superiores as aplicações realizadas nos horários mais quentes do dia.

Experimento conduzido na Universidade de Passo Fundo - RS demonstrou que a pulverização do fungicida difenoconazol realizada no início da tarde (temperatura do ar de 28 °C e umidade relativa do ar de 49 %) apresenta menor eficiência de controle de oídio, enquanto que as aplicações realizadas no início da manhã e no final da tarde (temperatura do ar de 20,2 °C e de 19,5 °C, respectivamente e umidade relativa do ar de 69 % e 77 %) proporcionaram maior incremento de rendimento de grãos de soja (BOLLER et al., 2003).

Caus & Boller (2008) realizaram trabalho em soja, na safra 2007/2008 com aplicações do fungicida Piori Xtra[®] (azoxistrobina + ciproconazol) acrescido do óleo mineral Nimbus[®] desde o amanhecer (presença de orvalho abundante, causando escorrimento) até às 21:00 h da noite (orvalho em formação), passando pelos horários mais quentes do dia com temperatura do ar acima de 33 °C e umidade relativa do ar abaixo de 53 %. Os resultados evidenciaram que o orvalho abundante presente somente no primeiro horário do dia interferiu negativamente na eficiência do fungicida em controlar a ferrugem da soja, enquanto que as variações das demais condições ambientais não interferiram no controle da doença. O peso de mil grãos e o rendimento de grãos da cultura não variaram com os horários de aplicação, sendo estes resultados atribuídos ao efeito penetrante e protetor contra a evaporação proporcionado pelo adjuvante.

Outra condição de grande importância nas aplicações de defensivos agrícolas é o vento, uma vez que interfere na movimentação e na deposição das gotas sobre o alvo (RAMOS & PIO, 2003). O vento pode interferir negativamente ou positivamente em uma aplicação. A ausência de vento pode estar associada com a ocorrência de correntes aéreas convectivas, que são capazes de transportar as gotas mais finas de uma pulverização a distâncias imprevisíveis. Ventos amenos são considerados importantes auxiliares na deposição das gotas no interior do dossel das plantas. A condição mais segura para as aplicações ocorre quando a velocidade do vento se encontra na faixa de 3,2 a 6,5 km.h⁻¹ (ANDEF, 2004).

A arquitetura de plantas como a soja e de suas folhas não são características favoráveis à penetração das gotas de uma pulverização no interior do dossel da cultura, pois o seu efeito guarda chuva impede que a maioria das gotas atinja o alvo que se localiza inicialmente nas folhas mais internas e inferiores. A cultura da soja normalmente apresenta índice de área foliar (IAF) próximo ou superior a 5,0 a partir dos estádios reprodutivos (R1), período no qual a maioria das aplicações de fungicidas são realizadas (BOLLER et al., 2007).

Os pontos chaves para o sucesso em aplicações de fungicidas para o controle de doenças da soja são pulverizações no momento oportuno e obtenção de adequadas cobertura e penetração das gotas no interior do dossel das plantas (BROWN-RYTLEWSKI & STATON, 2006). Estes autores alertam ainda que a penetração das gotas no interior da folhagem da cultura da soja é relativamente fácil quando as pulverizações são realizadas no estágio R1, mas vai se tornando mais difícil, à medida que as plantas crescem em altura e aumenta o número de folhas.

Considerando os estádios fenológicos da cultura, Floss (2004) correlaciona a duração da área foliar sadia (DAFS) com o rendimento de grãos durante a fase reprodutiva. A aplicação de esquemas de pulverização de fungicidas que proporcionarem o aumento da DAFS durante os períodos críticos da cultura da soja, através do controle de doenças e de possíveis efeitos fisiológicos, permitirá incrementos no rendimento de grãos (ALESSIO, 2008).

Aplicações de forma preventiva ou curativas são estratégias sob o ponto de vista epidemiológico das doenças, pois permite o controle de doenças já presentes na planta, mas assintomáticas

(doença virtual) e previne a ocorrência de outras (FORCELINI, 2004), além de, potencializar efeitos fisiológicos de alguns fungicidas (KOEHLE et al., 2002). Assim, utilizando a variável duração da área foliar sadia, tem-se estimado melhor o rendimento, conseqüentemente o dano e a eficácia do controle químico, em comparação a severidade da doença (WAGGONER & BERGER, 1987). Ou seja, uma planta com elevado IAF e muito doente pode produzir mais que uma planta com IAF menor e área foliar mais sadia (ALESSIO, 2008).

Avanços significativos, ocorridos nos últimos anos, na pesquisa de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários, principalmente por via aérea, demonstram que essa modalidade de aplicação apresenta custos competitivos com a pulverização por via terrestre (SCHRÖDER, 2007).

O objetivo deste experimento foi avaliar os efeitos das aplicações do fungicida Priori-Xtra[®] (azoxistrobina + ciproconazol) por vias aérea e terrestre em diferentes períodos do dia sobre o controle do oídio e da ferrugem asiática, sobre o rendimento de grãos e sobre os ganhos econômicos do controle químico em soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante a safra 2005/06, em lavoura comercial, localizada no município de Tapejara, na região fisiográfica do Planalto Médio do estado do Rio Grande do Sul, onde a altitude média é de 665 m acima do nível do mar, a latitude 28° 03' 15" S e a longitude 51° 58' 18" W.

O experimento foi implantado sob sistema de plantio direto, em área cultivada no verão de 2003/2004 com milho, no inverno de 2004

com cevada, no verão 2004/2005 com soja, no inverno de 2005 com trigo e no verão 2005/2006, época da presente pesquisa, com soja.

A cultivar de soja utilizada foi COODETEC 213 RR, com hábito de crescimento determinado. A semeadura foi realizada no dia 15 de novembro de 2005 com espaçamento entre linhas de 0,45 m e população de plantas estabelecida de 240.000 plantas.ha⁻¹. A adubação foi realizada à lanço, com 100 kg.ha⁻¹ de mono amonio fosfato (11-52-00) e 80 kg.ha⁻¹ de cloreto de potássio. As sementes foram tratadas com 50 mL.ha⁻¹ de fungicida Maxim[®] (fludioxonil), 25 g.ha⁻¹ de inseticida Cruiser[®] (tiametoxam) e 100 mL.ha⁻¹ de micronutrientes CoMo[®] (Cobalto e Molibdênio). O controle das plantas daninhas foi realizado com a aplicação em pós-emergência de 1,5 kg.ha⁻¹ de herbicida Roundup WG[®] (glifosato) e o controle de lagartas da soja com 100 mL.ha⁻¹ de inseticida Pounce[®] (permetrina). Imediatamente antes da primeira aplicação do fungicida, foram coletadas 12 plantas inteiras para avaliação inicial da sanidade da área experimental (identificação, incidência e severidade das doenças), além da altura mediana da cultura e o índice de área foliar (IAF).

Os tratamentos foram aplicados em duas datas utilizando-se em ambas os mesmos produtos. Foi mantida uma testemunha sem aplicação de fungicida, porém com aplicações de inseticidas por via aérea nas mesmas datas das aplicações dos tratamentos.

O primeiro tratamento com fungicida e inseticida foi realizado no dia 04 de fevereiro de 2006 quando a soja encontrava-se no estágio R1 (início do florescimento) com altura média das plantas de 0,96 m e IAF 5,0.

Devido a ocorrência de um surto de lagartas na área experimental foi realizada no dia 18 de fevereiro de 2006 a aplicação de 100 mL.ha^{-1} de inseticida Pounce[®] (permetrina) por via aérea. O segundo tratamento da cultura, com fungicida e inseticida, foi realizado no dia 27 de fevereiro de 2006, quando a soja encontrava-se no estágio R5 (estádio de enchimento de grãos) com altura média das plantas de 0,98 m e IAF 6,6.

O fungicida utilizado no experimento foi o Priori-Xtra[®] que é composto por 200 g.L^{-1} de azoxistrobina (estrobilurina) + 80 g.L^{-1} de ciproconazol (triazol). O produto é formulado como suspensão concentrada e apresenta classificação toxicológica III (medianamente tóxico). O fabricante deste fungicida recomenda para aplicação terrestre: volume de aplicação de 100 a 200 litros de água. ha^{-1} para a cultura da soja, com pulverizador tratorizado de barra, equipado com bicos apropriados para a aplicação de fungicidas, produzindo um diâmetro de gotas de 50 a $200 \mu\text{m}$, uma densidade de 50 a 70 gotas.cm^{-2} e uma pressão de 300 a 400 kPa. Para a aplicação por via aérea utilizar barra com volume de 30 a 40 litros de calda por hectare; usar bicos apropriados para esse tipo de aplicação, faixa com largura efetiva de 15 - 18 m, com diâmetro de gotas de $80 \mu\text{m}$, e um mínimo de 60 gotas.cm^{-2} . O diâmetro de gotas deve ser ajustado para cada volume de aplicação em L.ha^{-1} , para proporcionar a cobertura adequada e a densidade de gotas desejada. Observar ventos de 3 a 10 km.h^{-1} , temperatura inferior a 27°C e umidade relativa superior a 60 % visando reduzir ao mínimo as perdas por deriva ou evaporação (PRIORI-XTRA, 2006).

Para aplicar este fungicida foi seguida recomendação do fabricante, que é de adicionar o adjuvante Nimbus[®] (428 g.L⁻¹ de óleo mineral do grupo químico hidrocarbonetos alifáticos) formulação concentrado emulsionável e classe toxicológica IV (pouco tóxico).

Foi utilizado o Inseticida Agrophos[®], formulação concentrado solúvel, contendo 600 g.L⁻¹ de metamidofós (grupo químico organofosforado) e classificação toxicológica II (altamente tóxico).

Em todos os tratamentos aplicados por via aérea com volume de aplicação de 15 L.ha⁻¹, foi acrescentado à calda o óleo vegetal Agróleo[®], que é um concentrado emulsionável composto por ésteres de ácidos graxos de origem vegetal (892 g i.a. L⁻¹) e pertence à classe toxicológica IV (pouco tóxico).

Para realizar as aplicações por via aérea foram utilizadas duas aeronaves Ipanema modelo EMB-201-A, equipadas com atomizadores rotativos de tela, marca Microspin[®] (Figura 1a), uma com pontas D8 e pressão de operação da barra 207 kPa (30 PSI), aplicando 15 L.ha⁻¹ com adição de óleo vegetal e a outra com pontas D12 e pressão de operação da barra de 241 kPa (35 PSI), aplicando 25 L.ha⁻¹ sem adição de óleo vegetal. A angulação das pás dos atomizadores rotativos de tela, para ambas as aeronaves, foi de 55° girando a 5.000 rpm, gerando gotas de categoria fina (DMV de 175 µm). A altura dos vôos foi de 2 a 5 m acima do topo da cultura com faixa de 18 m de deposição, em diferentes períodos do dia, totalizando seis tratamentos distintos (Tabela 1).

Para as aplicações por via terrestre utilizou-se um pulverizador, de uso comum nesta propriedade rural, marca Jacto[®] modelo Condor (Figura 1b), equipado com barra de 14 m de

comprimento, montado a um trator equipado com rodados estreitos (largura de 0,30 m). A barra apresentava espaçamento de 0,50 m entre bicos, portava 28 pontas novas de jatos cônicos vazios JA-2 operadas com pressão de 400 kPa, gerando gotas de categoria fina com DMV de 153 μm (JACTO, 2009) e calibrada para depositar um volume de calda de 80 $\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ sem adição de óleo vegetal, em diferentes períodos do dia, totalizando quatro tratamentos distintos (Tabela 1).



Figura 1. Equipamentos de pulverização utilizados nos experimentos: (a) aeronave Ipanema modelo EMB-201-A com destaque para o atomizador rotativo de tela; (b) trator equipado com pulverizador marca Jacto[®] modelo Condor.

Os dois equipamentos utilizados (pulverizador terrestre e aeronave agrícola) foram calibrados previamente por pessoal especializado. Os tratamentos foram aplicados em faixas paralelas e alinhadas com a direção do vento. As aplicações por via terrestre foram realizadas sempre no mesmo rastro e no sentido transversal às linhas de semeadura da soja. A largura da faixa de aplicação dos tratamentos por via aérea foi de 72 m (quatro passadas da aeronave) com, aproximadamente, 400 m de comprimento, sendo que, para fins de avaliação do controle de doenças e do rendimento de grãos, foram

consideradas as duas faixas centrais (36 m). Para os tratamentos por via terrestre a largura da faixa de aplicação foi de 14 m, com aproximadamente, 400m de comprimento, sendo esta faixa considerada para fins de avaliação do controle de doenças, amassamento e do rendimento de grãos (Figura 2).

Tabela 1. Tratamentos por vias aérea (TA) e terrestre (TT), realizados na cultura da soja, safra 2005/06, em Tapejara - RS

Tratamentos		Volume de aplicação (L.ha ⁻¹)	Óleo vegetal (mL.ha ⁻¹)
Por via aérea			
	Períodos do dia		
1.	TA Início da manhã (IM)	15	500
2.	TA Final da manhã (FM)	15	500
3.	TA Final da manhã (FM)	25	---
4.	TA Início da tarde (IT)	25	---
5.	TA Início da tarde (IT)	15	500
6.	TA Final da tarde (FT)	15	500
Por via terrestre			
7.	TT Início da manhã (IM)	80	---
8.	TT Final da manhã (FM)	80	---
9.	TT Início da tarde (IT)	80	---
10.	TT Final da tarde (FT)	80	---

--- sem adição de óleo vegetal.

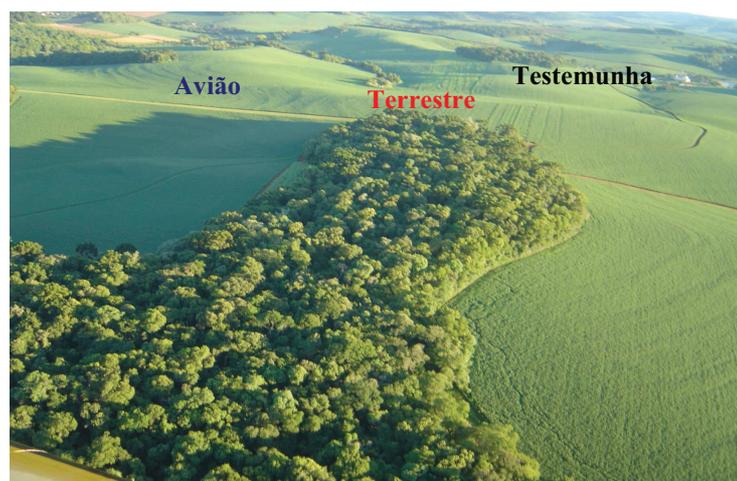


Figura 2. Vista aérea da área experimental em Tapejara – RS.

A densidade de gotas da calda fungicida e o diâmetro mediano volumétrico das gotas depositadas nos cartões sensíveis à água e óleo, dispostos em suportes (Figura 3) nas diferentes posições do dossel das plantas de soja (superior, mediano e inferior), foram determinados somente na segunda aplicação com o auxílio do software E-Sprinkle[®]. Foram utilizados três cartões para cada posição e quatro pontos de amostragem por tratamento, totalizando 12 cartões por tratamento. Os suportes foram colocados na linha de plantio, tomando-se cuidado para evitar danos às plantas vizinhas, com posterior reposicionamento das folhas após a sua colocação no interior do dossel da cultura, antes de cada aplicação, tentando simular ao máximo a realidade das plantas no campo.



Figura 3. Disposição dos alvos artificiais no dossel da cultura da soja: (a) suporte com papel sensível à água e óleo; (b) disposição dos suportes em três diferentes posições (superior, mediano e inferior).

A percentagem de penetração das gotas, nos terços mediano e inferior foi calculada comparando-se as densidades de gotas depositadas nestes terços em relação à densidade de gotas depositadas no terço superior das plantas de soja.

As avaliações, tanto da incidência como da severidade das doenças, iniciaram sete dias após a primeira aplicação, através da

colheita (amostras) de dez trifólios de cada terço da planta (superior, mediano e inferior), totalizando trinta trifólios por tratamento. Os trifólios foram coletados manualmente, acondicionados em sacos plásticos, identificados e armazenados em geladeira mantida à temperatura de 3 °C para posterior avaliação. Foi determinada, inicialmente, a incidência e a severidade do oídio (AZEVEDO, 1998), alvo da primeira aplicação de fungicida, e, posteriormente, a incidência e a severidade (número de lesões.cm⁻²) da ferrugem asiática. As avaliações ocorreram semanalmente, isto é, em intervalos de sete dias até a completa senescência das folhas, num total de sete avaliações.

Em cada faixa (tratamento) foram colhidas seis amostras de grãos pra determinar o rendimento de grãos. A colheita das amostras foi realizada em áreas de 10 m², no dia 27/04/2006, com os grãos de soja apresentando 15 % de umidade.

Para estimar o dano causado pelo amassamento de plantas devido à passagem do equipamento terrestre, colheu-se amostras de 10 m² (cinco linhas de soja medindo 4,44 m de comprimento x 0,45 m de espaçamento entre as linhas), cruzando o sentido de deslocamento do rodado do trator. Os resultados obtidos nestas amostras foram ajustados por uma constante (3,15) obtida dividindo-se o comprimento da barra (14 m) pelo comprimento das linhas amostradas (4,44 m). Desta forma, levou-se em consideração a relação entre a largura da barra do pulverizador e o comprimento das linhas das amostras, que ficavam paralelas à posição da barra em operação (Figura 4).

Após colhidos, os grãos foram beneficiados e pesados, determinando-se o teor de umidade. O rendimento de grãos foi calculado com umidade padronizada em 13 %.

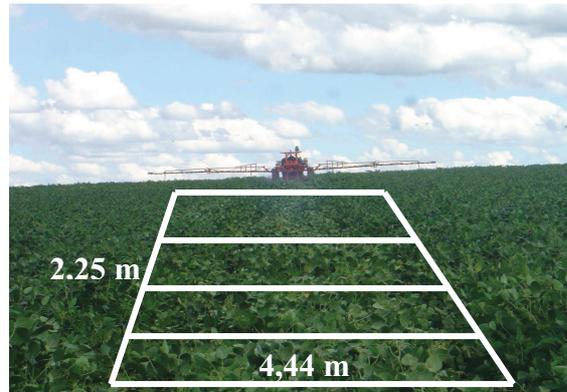


Figura 4. Esquema de como foi estimado o dano causado pelo amassamento de plantas devido à passagem do equipamento terrestre. Área colhida = 10 m^2 .

Nos tratamentos por via aérea o rendimento de grãos foi calculado multiplicando-se o peso (kg) dos grãos colhidos nas amostras de 10 m^2 por 1000 resultando em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Nos tratamentos por via terrestre as amostras foram colhidas em área sem tráfego do trator descontando-se 3,68 % relativos aos danos causados pelo amassamento, obtendo-se desta forma o rendimento real da lavoura. O rendimento líquido ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) foi obtido subtraindo-se do rendimento real o custo dos tratamentos (2 doses de fungicida + 2 aplicações + amassamento) convertido para $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Para esta conversão considerou-se os valores de mercado do fungicida (R\$ 125,00 ao litro), das aplicações por via aérea (R\$ 25,00 por hectare cada uma), por via terrestre (R\$ 10,00 por hectare cada) e o preço médio da soja no mês de março de 2007 (R\$ 43,50). A partir destes valores calculou-se a quantidade de soja equivalente às duas doses de $0,3 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$ do fungicida ($103,45 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), as duas aplicações aéreas ($68,96 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), as duas aplicações terrestres ($27,59 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) e ao dano por amassamento (variou de 149 a $162 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Desta forma, o custo

equivalente em soja das duas aplicações por via aérea foi de 172 kg.ha^{-1} e o custo das duas aplicações por via terrestre somado com o dano por amassamento variou de 280 a 293 kg.ha^{-1} .

Os resultados econômicos foram calculados com base no rendimento de grãos obtido em cada tratamento e nos mesmos valores dos produtos e serviços anteriormente mencionados. Desta forma, o valor das duas doses de fungicida foi $\text{R\$ } 75,00.\text{ha}^{-1}$, das duas aplicações por via aérea foi de $\text{R\$ } 50,00.\text{ha}^{-1}$, das duas aplicações por via terrestre de $\text{R\$ } 20,00.\text{ha}^{-1}$ e o custo do amassamento pelo equipamento terrestre variou de $\text{R\$ } 108,00$ a $\text{R\$ } 117,00.\text{ha}^{-1}$.

Os dados de temperatura média do ar e da precipitação pluvial observados durante o período experimental constam na Figura 5.

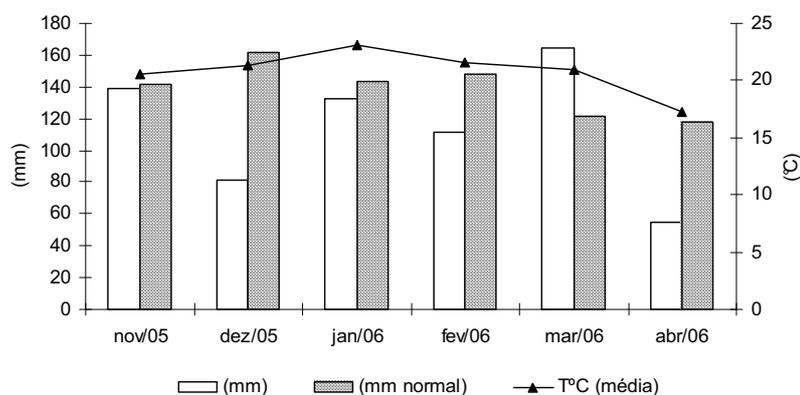


Figura 5. Temperaturas médias ($^{\circ}\text{C}$) e precipitação pluvial (mm) entre novembro/2005 e abril/2006 (Fonte: www.cnpt.embrapa.br).

A temperatura média dos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março mantiveram-se em torno de $21,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Os níveis de precipitação registrados foram abaixo da média normal, havendo uma exceção no mês de março onde se registrou $164,6 \text{ mm}$ quando o normal seria $121,3 \text{ mm}$.

As condições atmosféricas médias observadas durante a primeira e a segunda aplicação dos tratamentos foram mensuradas com um equipamento de mão e encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Condições atmosféricas médias: umidade relativa do ar (UR %), temperatura do ar (T °C) e velocidade do vento (V V km.h⁻¹) observadas durante a 1^a e 2^a aplicação do fungicida azoxistrobina + ciproconazol na cultura da soja, safra 2005/06 em Tapejara - RS

Tratamentos	UR (%)		T °C		V V (km.h ⁻¹)	
	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a
1. TA- IM – 15 L.ha ⁻¹	82	66	22	19	8,3	2,8
2. TA- FM – 15 L.ha ⁻¹	44	49	31	25	4,5	3,4
3. TA- FM - 25 L.ha ⁻¹	42	49	32	25	2,4	3,4
4. TA- IT - 25 L.ha ⁻¹	30	32	33	27	15,0	5,2
5. TA- IT - 15 L.ha ⁻¹	33	32	34	27	12,0	5,2
6. TA- FT - 15 L.ha ⁻¹	55	35	25	25	1,9	6,7
7. TT- IM – 80 L.ha ⁻¹	82	66	22	19	8,3	2,8
8. TT- FM – 80 L.ha ⁻¹	44	49	31	25	4,5	3,4
9. TT- IT – 80 L.ha ⁻¹	33	32	34	27	12,0	5,2
10. TT- FT - 80 L.ha ⁻¹	55	35	25	25	1,9	6,7

TA = Tratamento por via aérea; TT = Tratamento por via terrestre; IM = início da manhã; FM = final da manhã; IT = início da tarde; FT = final da tarde

O delineamento experimental utilizado foi em faixas com amostragens aleatórias dentro de cada faixa (tratamento). Em cada tratamento foram coletadas, para a análise de deposição de gotas, quatro amostras por estrato (terço inferior, mediano e superior). Durante sete semanas consecutivas, após a primeira aplicação coletou-se dez amostras de trifólios por estrato (terço inferior, mediano e superior), para a avaliação da severidade e da área abaixo da curva de progresso das doenças. Para a determinação do rendimento de grãos e dos danos por amassamento foram realizadas seis amostragens por faixa.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (F teste ao nível de 5 % de probabilidade) e quando foram evidenciadas diferenças significativas utilizou-se o teste de comparação de médias de Tukey, também ao nível de 5 % de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Deposição de gotas da calda em cartões sensíveis à água e óleo

A quantidade de gotas da calda de pulverização coletadas em cartões sensíveis à água e óleo nos diferentes terços do dossel das plantas de soja encontra-se na Tabela 3.

Tabela 3. Densidade média (gotas.cm⁻²) da calda de pulverização em diferentes posições de coleta no dossel da soja, em função dos tratamentos por via aérea e por via terrestre, em Tapejara – RS, safra 2005/06, no estágio fenológico R5

Tratamento*	Densidade de gotas em cartões sensíveis (gotas.cm ⁻²)		
	Terço Inferior	Terço Mediano	Terço Superior
1. TA- IM – 15 L.ha ⁻¹	**	**	**
2. TA- FM – 15 L.ha ⁻¹	13	11	38
3. TA- FM - 25 L.ha ⁻¹	18	16	44
4. TA- IT - 25 L.ha ⁻¹	16	12	45
5. TA- IT - 15 L.ha ⁻¹	10	10	29
6. TA- FT - 15 L.ha ⁻¹	***	26	83
7. TT- IM – 80 L.ha ⁻¹	**	**	**
8. TT- FM – 80 L.ha ⁻¹	18	77	203
9. TT- IT – 80 L.ha ⁻¹	28	***	135
10. TT- FT - 80 L.ha ⁻¹	***	***	***

* TA = Tratamento por via aérea; TT = Tratamento por via terrestre; IM = Início da manhã; FM = Final da manhã; IT = Início da tarde; FT = Final da tarde. ** Ausência de avaliação devido ao excesso de orvalho, que impediu a utilização dos cartões sensíveis. *** Gotas coalescentes.

As diferenças observadas na deposição das gotas entre os tratamentos (Figuras 6, 7 e 8) estão relacionadas com o dispositivo gerador de gotas (atomizador rotativo e pontas de energia hidráulica) e, também, com o volume de aplicação utilizado em cada tratamento, bem como, com as condições ambientais existentes no momento da aplicação. Neste caso, a arquitetura da planta e o IAF não justificam as diferenças na deposição das gotas por tratar-se do mesma cultivar (CD 213 RR) em mesmo estágio de desenvolvimento em todos os tratamentos.

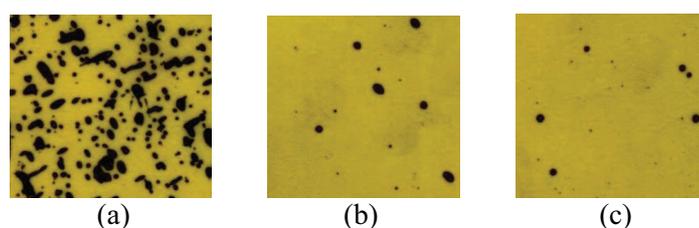


Figura 6. Cartões sensíveis à água e óleo mostrando a deposição das impressões das gotas aplicadas no tratamento por via terrestre ($80 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ sem adição de óleo vegetal) nos terços: superior (a), mediano (b) e inferior (c) da soja no tratamento 8 = final da manhã.

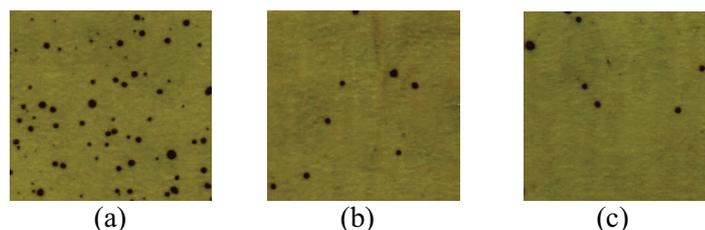


Figura 7. Cartões sensíveis à água e óleo mostrando a deposição das impressões das gotas aplicadas no tratamento por via aérea ($25 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ sem adição de óleo vegetal) nos terços: superior (a), mediano (b) e inferior (c) da soja no tratamento 3 = final da manhã.

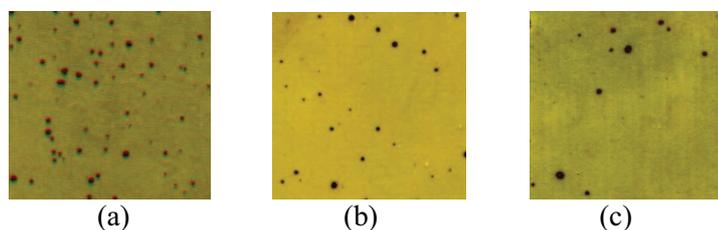


Figura 8. Cartões sensíveis à água e óleo mostrando a deposição das impressões das gotas aplicadas no tratamento por via aérea ($15 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ com adição de óleo vegetal) nos terços: superior (a), mediano (b) e inferior (c) da soja no tratamento 2 = final da manhã.

No terço superior das plantas, todos os tratamentos proporcionaram a cobertura preconizada por Matthews (2000), estando, porém, alguns dos tratamentos com níveis de cobertura abaixo ou acima daqueles indicados pelo fabricante do fungicida (PRIORI-XTRA, 2006). Já, no terço médio, somente os tratamentos por via terrestre proporcionaram a cobertura acima daqueles preconizados pelo fabricante do fungicida. No terço inferior das plantas nenhum tratamento proporcionou a cobertura preconizada nem pelo fabricante do fungicida e nem por Matthews (2000).

Apesar da aplicação por via terrestre, ter depositado, em média, um maior número de gotas no terço inferior, há que considerar que as gotas depositadas nos tratamentos por via aérea apresentam concentração de fungicida, aproximadamente, cinco vezes superior à calda do equipamento terrestre, justificando o melhor controle das doenças (LEIVA, 2005).

A maior percentagem de penetração de gotas no dossel das plantas de soja, ocorreu nos tratamentos realizados por via aérea no terço inferior (Figura 9), provavelmente devido a menor desuniformidade das gotas geradas pelos atomizadores rotativos de

tela e possivelmente ao efeito “*down wash*” (MONTEIRO, 2006). Resultados semelhantes foram relatados por Leiva (2005).

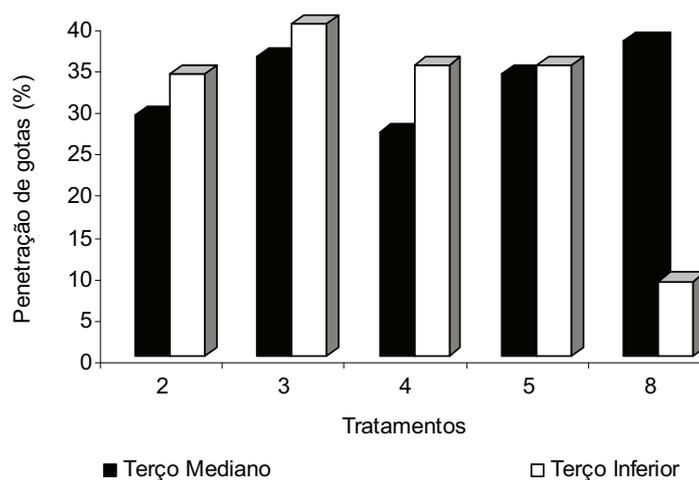


Figura 9. Percentagem de penetração de gotas no dossel da cultura da soja nos terços mediano e inferior em relação aos depósitos no terço superior. Tratamentos 2 (FM) e 5 (IT): Avião 15 L.ha⁻¹ com adição de óleo vegetal, tratamentos 3 (FM) e 4 (IT): Avião 25 L.ha⁻¹ sem adição de óleo vegetal, tratamento 8 (FM): pulverizador terrestre 80 L.ha⁻¹ sem adição de óleo vegetal. Os motivos da não inclusão de alguns tratamentos neste gráfico são os mesmos mencionados no título da Tabela 3. FM = aplicação no final da manhã e IT = aplicação no início da tarde.

A aplicação correta dos produtos fitossanitários pode melhorar a eficácia biológica e reduzir danos causados às culturas vizinhas, ao homem e ao ambiente (ROMÁN et al., 2008). Segundo Johnson & Swetnam *apud* Román et al. (2008), a seleção apropriada de pontas de pulverização é o principal fator determinante da quantidade aplicada por área, da uniformidade de aplicação, da cobertura obtida e do risco potencial de deriva.

2. Diâmetro mediano volumétrico (DMV) das gotas coletadas:

O DMV das gotas depositadas em cartões sensíveis à água e a óleo, colocados em suportes, com diferentes alturas, entre as plantas de soja, para cada tratamento, estão dispostos na Tabela 4.

Tabela 4. Diâmetro mediano volumétrico (DMV) dos impactos das gotas da calda de pulverização coletadas em cartões sensíveis nos terços inferior, mediano e superior da soja, em função dos tratamentos com aplicação por vias aérea e terrestre, em Tapejara – RS, safra 2005/06

Tratamento*	DMV das gotas nas folhas da soja (μm)		
	Terço Superior	Terço Mediano	Terço Inferior
1. TA- IM – 15 L.ha ⁻¹	**	**	**
2. TA- FM – 15 L.ha ⁻¹	209	175	226
3. TA- FM - 25 L.ha ⁻¹	242	242	280
4. TA- IT - 25 L.ha ⁻¹	175	137	226
5. TA- IT - 15 L.ha ⁻¹	175	192	137
6. TA- FT - 15 L.ha ⁻¹	175	175	175
7. TT- IM – 80 L.ha ⁻¹	**	**	**
8. TT- FM – 80 L.ha ⁻¹	***	209	209
9. TT- IT – 80 L.ha ⁻¹	242	***	242
10. TT- FT - 80 L.ha ⁻¹	283	***	***

* TA = Tratamento por via aérea; TT = Tratamento por via terrestre; IM = Início da manhã; FM = Final da manhã; IT = Início da tarde; FT = Final da tarde. ** Ausência de avaliação devido ao excesso de orvalho. *** Gotas coalescentes.

Conforme as normas ASAE S-572, que determinam as classes de tamanho de gotas, o DMV resultante da aplicação por via terrestre, com pontas de jatos cônicos vazios, enquadra-se nas categorias de gota fina (150-250 μm), média (250-350 μm), grossa (350-450 μm), muito grossa (450-550 μm) e extremamente grossa (>550 μm), resultando num espectro desuniforme de gotas, com uma amplitude relativa média de 1,2. O DMV resultante da aplicação por via aérea,

com atomizadores rotativos de tela, enquadra-se na categoria de gota muito fina ($<150 \mu\text{m}$), fina ($150\text{-}250 \mu\text{m}$) e média ($250\text{-}350 \mu\text{m}$) resultando num espectro mais uniforme de gotas, com uma amplitude relativa média de 0,7.

Os resultados do DMV, com e sem adição de óleo vegetal à calda, diferem dos resultados obtidos por Cunha et al. (2003), Schröder (2005) e Schröder (2006), que observaram aumento no tamanho das gotas quando adicionado óleo vegetal à calda de pulverização.

Os resultados condizem com os de Ferreira & Oliveira (2008) que afirmam que os bicos rotativos apresentam maior uniformidade de gotas quando comparados com os bicos de energia hidráulica.

3. Controle das doenças

A safra de soja 2005/06 caracterizou-se por uma distribuição irregular de chuvas nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, condição que favoreceu a ocorrência do oídio (Tabela 5). Já, no mês de março devido ao excesso de chuva e com a temperatura média de $21,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ocorreu a infecção da soja pela ferrugem asiática (Tabela 6).

Os tratamentos para o controle do oídio, através da aplicação do fungicida por via aérea, foram satisfatórios e eficientes (Tabela 5), sendo que o maior controle foi obtido na aplicação por via aérea com $15 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ de calda no final da tarde (não diferindo das demais aplicações por via aérea) e o menor controle foi obtido com a aplicação por via terrestre com $80 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ no início da manhã (diferindo de todos os demais tratamentos, exceto do tratamento oito que apresentou um baixo controle do oídio, principalmente, nas folhas do

terço inferior). Especula-se que esta observação seja devido ao excesso de orvalho existente nas folhas do terço inferior das plantas no momento da aplicação, o que pode ter acentuado o escorrimento da calda para o solo, concordando com os resultados de Caus & Boller (2008).

Tabela 5. Controle do oídio (%) em soja cultivar CD 213 RR, com a aplicação do fungicida azoxistrobina + ciproconazol com equipamentos aéreo e terrestre em diferentes períodos do dia e diferentes volumes de calda

Tratamento*	Terço superior	Terço médio	Terço inferior	Controle Médio
1. TA- IM - 15 L.ha ⁻¹	89,5 ab	75,1 ab	83,9 a	82,8 ab
2. TA- FM - 15 L.ha ⁻¹	75,9 ab	67,9 abc	67,4 ab	70,4 abc
3. TA- FM - 25 L.ha ⁻¹	77,9 ab	75,5 ab	63,9 abc	72,4 abc
4. TA- IT - 25 L.ha ⁻¹	87,1 ab	80,2 a	62,0 abc	76,4 ab
5. TA- IT - 15 L.ha ⁻¹	90,7 ab	89,7 a	65,9 abc	82,1 ab
6. TA- FT - 15 L.ha ⁻¹	92,8 a	91,3 a	82,2 a	88,8 a
7. TT- IM - 80 L.ha ⁻¹	30,7 c	46,1 c	30,7 d	35,8 d
8. TT- FM - 80 L.ha ⁻¹	62,7 b	69,6 abc	29,5 d	53,9 cd
9. TT- IT - 80 L.ha ⁻¹	78,5 ab	53,4 bc	40,8 cd	57,6 c
10. TT- FT - 80 L.ha ⁻¹	79,7 ab	70,4 abc	45,8 bc	65,3 bc
C.V. (%)	19,80	18,55	23,10	13,88

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas dentro de cada coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade de erro. * TA = Tratamento por via aérea; TT = Tratamento por via terrestre; IM = Início da manhã; FM = Final da manhã; IT = Início da tarde; FT = Final da tarde.

Por outro lado, o maior controle verificado quando a aplicação foi realizada no final da tarde pode estar relacionado com a posição das folhas da soja em relação à horizontal. Neste horário, após um dia típico de verão, é comum as folhas de soja apresentarem as extremidades voltadas para baixo, o que poderia oportunizar uma maior facilidade para a penetração de gotas no interior do dossel da

cultura. Ainda, neste horário, a velocidade do vento ($6,7 \text{ km.h}^{-1}$) apresentou valores maiores e mais próximos do ideal para a pulverização (ANDEF, 2004) do que no restante do dia. A adição do óleo vegetal também pode ter contribuído para esse resultado.

Rosa & Forseth (1995) estudaram o padrão diurno do ângulo de inclinação foliar e a orientação azimutal da soja sobre diferentes níveis de radiação ultravioleta-B (UV-B). Nesse trabalho não foi observado efeito da radiação UV-B no movimento foliar. No entanto, os folíolos apresentaram um aumento no ângulo foliar, em relação à região do caule abaixo da inserção do pecíolo, próximo ao meio dia, buscando diminuir a interceptação de radiação solar e, conseqüentemente, o estresse da folha por temperatura elevada.

De acordo com Taiz & Zieger (2004), dependendo da condição fisiológica em que a planta se encontra, o movimento foliar pode ser intensificado. Em condições de déficit hídrico, ocasionado pela baixa disponibilidade de água no solo e/ou pela alta irradiação, as folhas se orientam em direção oposta ao Sol, diminuindo a interceptação de irradiação e seu aquecimento. Assim, altas incidências de radiação solar associado a déficit hídrico, proporcionam um movimento foliar mais evidente, o qual é bastante visualizado na cultura da soja.

Os baixos níveis de controle de oídio obtidos com as pulverizações terrestres (calda sem adição de óleo vegetal), em especial no terço inferior das plantas de soja, nos demais horários do dia podem ser creditados, em parte às condições ambientais de temperatura próxima ao limite máximo tolerado de $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e à umidade relativa bem abaixo dos 55 % estabelecidos como valor mínimo para permitir uma boa aplicação (ANDEF, 2004).

Nas plantas não tratadas a severidade do oídio variou de 18, 98 e 100% e a AACPD foi de 344, 738 e 1337 nos terços superior, mediano e inferior, respectivamente (Figura 10).

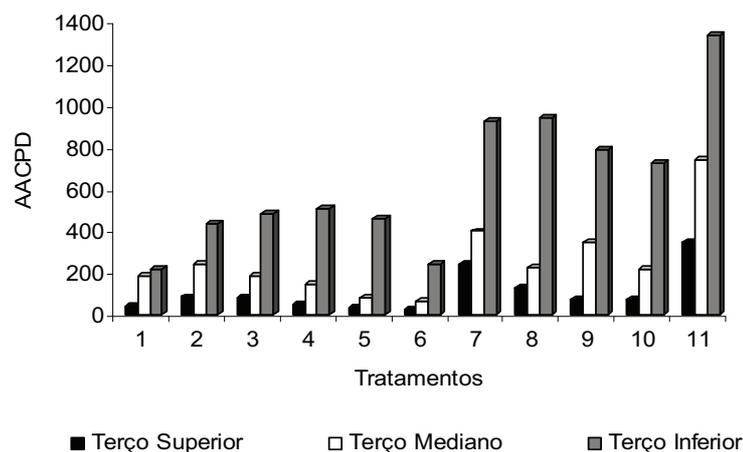


Figura 10. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) com base na severidade do oídio da soja nos tratamentos 1, 2, 5 e 6: Avião 15 L.ha⁻¹ com adição de óleo vegetal, tratamentos 3 e 4: Avião 25 L.ha⁻¹ sem adição de óleo vegetal, tratamentos 7, 8, 9 e 10: pulverizador terrestre 80 L.ha⁻¹ sem adição de óleo vegetal e tratamento 11: Testemunha sem aplicação.

Verifica-se claramente, através da Figura 10, que os efeitos das aplicações de fungicida por via terrestre restringem-se mais ao terço superior das plantas, ao passo que os tratamentos com aplicação por via aérea reduziram a severidade da doença na planta inteira.

Uma hipótese para o bom controle do oídio, até mesmo no terço mediano e inferior, com aplicação aérea (15 L.ha⁻¹ com adição de óleo vegetal e 25 L.ha⁻¹ sem adição de óleo vegetal) quando comparada à aplicação terrestre (80 L.ha⁻¹) é o movimento do ar causado pela passagem da aeronave agrícola, o que pode ter favorecido a penetração das gotas no interior do dossel da cultura.

Segundo Monteiro (2006), uma aeronave agrícola produz três vórtices: os de ponta de asa (movimentação do ar nas extremidades das asas, provocada pelo diferencial de pressão da superfície superior e inferior das mesmas, que com a movimentação do avião toma a forma de um cone, que gira para fora, para baixo e para trás nas extremidades laterais) e o de hélice (são correntes de ar turbulentas provocadas pelo deslocamento da hélice, também de forma cônica, porém mais aberta e que tende a concentrar a neblina do lado direito da faixa de deposição quando o avião é visto por trás em uma aplicação) que se encontram a uma distância de três a cinco vezes a envergadura do avião, atrás do mesmo, e como sua projeção é descendente essa turbulência provocada (turbulência de esteira) tende a empurrar a neblina para dentro da lavoura se ela for produzida na altura certa que é de 25 % a 50 % do valor da envergadura. No caso do Ipanema de 3 a 6 m de altura, dependendo da velocidade do vento no momento da aplicação. O mesmo autor afirma que os aviões menores têm menos problemas de vórtices e suas faixas de deposição são mais uniformes, do que as dos aviões grandes.

A ferrugem asiática da soja ocorreu mais ao final do ciclo da cultura, devido às condições ambientais favoráveis de precipitação pluviométrica e de temperatura. Nas plantas não tratadas o número médio de urédias variou de 14, 16 e 30.cm⁻² e a AACPD foi de 55, 89 e 140 nos terços superior, mediano e inferior, respectivamente (Figura 11).

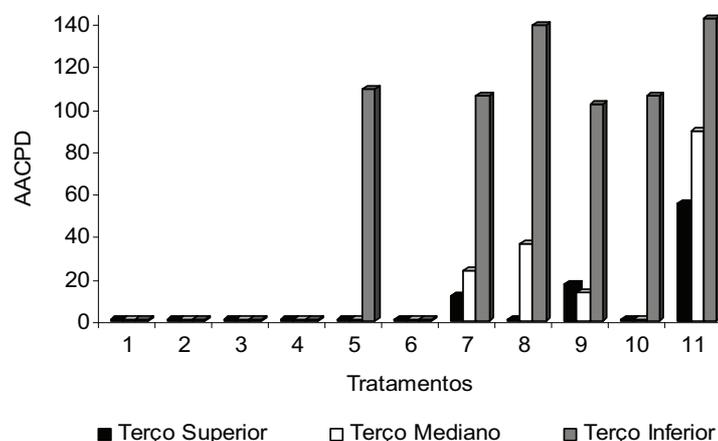


Figura 11. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da ferrugem asiática da soja com base na severidade (nº de lesões por cm²) nos tratamentos 1, 2, 5 e 6: Avião 15 L.ha⁻¹ com adição de óleo vegetal, tratamentos 3 e 4: Avião 25 L.ha⁻¹ sem adição de óleo vegetal e tratamentos 7, 8, 9 e 10: pulverizador terrestre 80 L.ha⁻¹ sem adição de óleo vegetal.

Os resultados encontrados na Figura 11 e na Tabela 6 mostram que as aplicações do fungicida azoxistrobina + ciproconazol por via aérea foram significativamente mais eficientes para controlar a ferrugem asiática da soja do que as aplicações por via terrestre.

A superioridade no controle da ferrugem asiática através da aplicação de fungicida por via aérea, talvez possa ser atribuída, em parte, à uniformidade das gotas depositadas nos terços das plantas de soja e, também, à menor diluição do produto na calda, já que os tratamentos por via aérea foram realizados com volumes de 15 e 25 L.ha⁻¹. Outra possibilidade reside na redução das perdas por deriva e na melhor absorção dos produtos fitossanitários quando estes são acrescidos de óleo vegetal, fato este relatado por Cunha et al. (2003), Schröder (2005) e Schröder (2006).

Tabela 6. Controle da ferrugem asiática da soja (%) na cultivar CD 213 RR, com a aplicação do fungicida azoxistrobina + ciproconazol com equipamentos aéreo e terrestre em diferentes períodos do dia e diferentes volumes de calda

Tratamento*	Terço superior	Terço médio	Terço inferior	Controle médio
1. TA- IM - 15 L.ha ⁻¹	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a
2. TA- FM - 15 L.ha ⁻¹	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a
3. TA- FM - 25 L.ha ⁻¹	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a
4. TA- IT - 25 L.ha ⁻¹	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a
5. TA- IT - 15 L.ha ⁻¹	100,0 a	100,0 a	23,1 b	74,4 b
6. TA- FT - 15 L.ha ⁻¹	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a
7. TT- IM - 80 L.ha ⁻¹	78,6 a	73,5 c	25,6 b	59,2 c
8. TT- FM - 80 L.ha ⁻¹	100,0 a	89,4 b	21,9 b	70,4 b
9. TT- IT - 80 L.ha ⁻¹	68,4 c	85,2 b	28,0 b	60,5 b
10. TT- FT- 80 L.ha ⁻¹	100,0 a	100,0 a	25,6 b	75,2 b
C.V (%)	15,70	9,87	16,12	9,76

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas dentro de cada coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade de erro.

* TA = Tratamento por via aérea; TT = Tratamento por via terrestre; IM = Início da manhã; FM = Final da manhã; IT = Início da tarde; FT = Final da tarde.

O baixo controle da ferrugem asiática no terço inferior das plantas de soja no tratamento cinco pode estar relacionado com as condições ambientais ocorridas no momento da aplicação (UR do ar de 32 % e temperatura de 27 °C), o que talvez tenha prejudicado a absorção das gotas depositadas devido ao estresse de temperatura que a planta estava sofrendo (THEISSEN & RUEDELL, 2004).

Ainda, a Figura 11 demonstra que nenhum dos tratamentos com aplicação por via terrestre foi eficaz em reduzir a severidade da ferrugem asiática da soja no terço inferior.

É importante ressaltar que todos os tratamentos realizados para o controle do oídio e da ferrugem asiática da soja diferiram da testemunha sem controle. Isso significa que o tratamento químico para

o controle dessas doenças é eficiente, porém, dependente das condições ambientais e da tecnologia utilizada.

O controle das doenças, na porção inferior das plantas de soja, foi mais evidente nos tratamentos realizados por via aérea, talvez, devido ao deslocamento da massa de ar sobre a cultura, provocado pela passagem da aeronave em alta velocidade no momento da aplicação.

Segundo Ferreira & Oliveira (2008), o desafio a se vencer consiste em fazer com que as gotas atravessem a camada superior de folhas das plantas de soja e cheguem em condições de se distribuir, depositar e cobrir adequadamente todo o dossel da cultura. Na aplicação por via aérea com bicos rotativos houve uma maior uniformidade de gotas, o que é interessante e desejável, em todos os terços das plantas. Já na aplicação por via terrestre com o uso de bicos hidráulicos houve desuniformidade de gotas e baixo controle das doenças, principalmente, no terço inferior das plantas de soja, mesmo com o uso de pontas de jato cônico vazio que produzem DMV de gota fina. Segundo Brown-Rytlewski & Staton (2006), em aplicações por via terrestre as gotas de categoria fina não têm energia suficiente para se movimentar através da massa de ar, na ausência de vento.

Antuniassi et al. (2008) afirmam que a maioria das gotas grandes, geradas por estes equipamentos, têm a tendência de ficar depositadas nas folhas dos terços superior e médio das plantas, o que poderia justificar o baixo controle tanto do oídio quanto da ferrugem asiática no terço inferior das mesmas, quando do uso da aplicação por via terrestre.

4. Resultados econômicos e de colheita

Na Tabela 7 observa-se que o rendimento de grãos da soja CD 213 RR respondeu aos tratamentos, havendo uma redução média no rendimento de grãos de 156 kg.ha⁻¹ ou 3,68 % devido ao amassamento causado pelo tráfego do pulverizador terrestre. Esta diferença corresponde a R\$ 113,10 por hectare, valor que seria suficiente para pagar o custo das duas doses de fungicida aplicadas (R\$ 75,00) e uma e meia aplicação por via aérea por hectare (R\$ 37,50).

Tabela 7. Danos por amassamento (kg.ha⁻¹), rendimento de grãos (kg.ha⁻¹) e ganho líquido (kg.ha⁻¹) da soja cultivar CD 213 RR em função da aplicação do fungicida azoxistrobina + ciproconazol por via aérea e terrestre em diferentes períodos do dia e volumes de calda

Tratamento	Amassamento (kg.ha ⁻¹)	Rendimento real (kg.ha ⁻¹)	Rendimento líquido (kg.ha ⁻¹)
1. TA- IM - 15 L.ha ⁻¹	---	4195 ab	4023 abc
2. TA- FM - 15 L.ha ⁻¹	---	4253 ab	4081 ab
3. TA- FM - 25 L.ha ⁻¹	---	4136 abc	3964 abc
4. TA- IT - 25 L.ha ⁻¹	---	4101 bc	3929 bc
5. TA- IT - 15 L.ha ⁻¹	---	4212 ab	4040 ab
6. TA- FT - 15 L.ha ⁻¹	---	4367 a	4195 a
7. TT- IM - 80 L.ha ⁻¹	149	3913 cd	3782 cd
8. TT- FM - 80 L.ha ⁻¹	156	4081 bc	3950 abc
9. TT- IT - 80 L.ha ⁻¹	162	4247 ab	4116 ab
10. TT- FT- 80 L.ha ⁻¹	156	4079 bc	3948 abc
11. Testemunha	---	3664 d	3664 d
Coefficiente de variação		3,15 %	3,27 %

Tratamentos 1, 2, 5 e 6: Avião 15 L.ha⁻¹ com adição de óleo vegetal ; Tratamentos 3 e 4: Avião 25 L.ha⁻¹ sem adição de óleo vegetal; Tratamentos 7, 8, 9 e 10: pulverizador terrestre 80 L.ha⁻¹ sem adição de óleo vegetal.

As perdas de produtividade devido aos danos causados pelo tráfego do pulverizador terrestre (amassamento) estão de acordo com Hanna et al. (2007) que descreve perdas de 0,8 e 6,3 % e Conley

(2007) que cita valores entre 1,1 e 3,6 %, estando um pouco acima do que Abi Saab et al. (2007) afirmam serem as perdas por amassamento da cultura em sistemas de produção de soja. As diferenças relativas a outros trabalhos publicados, como de Carvalho (1997) que afirma que as perdas por amassamento de plantas e compactação do solo durante o ciclo das culturas estão em torno de 5 a 10 %; de Araújo (2006) que cita uma redução de colheita de 5 % devido a danos ocasionados pelo uso de equipamentos terrestres e de Camargo et al. (2008) que afirmam serem as perdas de produtividade menores ou iguais a 1 %, independentemente do sistema de deslocamento dos pulverizadores no campo (faixas longitudinais ou transversais às linhas de plantio da cultura), devem ser creditadas a diferenças metodológicas, tanto na forma de coleta como no processamento dos dados para a obtenção dos índices de perdas.

De acordo com Camargo et al. (2008), o risco de danos mecânicos causados às culturas pelos pulverizadores autôpropelidos, com conseqüente redução de produtividade, é um dos argumentos para a decisão de uso da aplicação por via aérea em sistemas de produção de grãos. Isto ocorre notadamente para os tratamentos fitossanitários realizados no final do ciclo da cultura.

Analisando a Tabela 7 é possível observar que os melhores resultados obtidos com a aplicação por via aérea são semelhantes aos melhores resultados obtidos com a aplicação por via terrestre, o que está de acordo com as afirmações de Antuniassi (2004).

Os dados contidos na Tabela 7 evidenciam, ainda, que a utilização do fungicida Priori-Xtra[®] (azoxistrobina + ciproconazol) para o controle do oídio e da ferrugem asiática em soja possibilita

ganhos líquidos entre 119 kg e 532 kg de soja por hectare cultivado (duas a nove sacas de 60 kg de soja), em comparação com a testemunha, dependendo do horário e do equipamento de aplicação utilizado.

Na Tabela 8 observa-se os valores econômicos das perdas por amassamento, da receita bruta e da receita líquida obtidos em cada tratamento.

Tabela 8. Perdas por amassamento (R\$.ha⁻¹), receita bruta (R\$.ha⁻¹) e receita líquida (R\$.ha⁻¹) da soja cultivar CD 213 RR em função da aplicação do fungicida azoxistrobina + ciproconazol por via aérea e terrestre em diferentes períodos do dia e volumes de calda

Tratamento	Amassamento (R\$.ha ⁻¹)	Receita Bruta (R\$.ha ⁻¹)	Receita Líquida (R\$.ha ⁻¹)
1. TA- IM - 15 L.ha ⁻¹	---	3.041,38 ab	2.916,38 abc
2. TA- FM - 15 L.ha ⁻¹	---	3.083,43 ab	2.958,43 ab
3. TA- FM - 25 L.ha ⁻¹	---	2.998,60 abc	2.873,60 abc
4. TA- IT - 25 L.ha ⁻¹	---	2.973,23 bc	2.848,23 bc
5. TA- IT - 15 L.ha ⁻¹	---	3.053,70 ab	2.928,70 ab
6. TA- FT - 15 L.ha ⁻¹	---	3.166,08 a	3.041,08 a
7. TT- IM - 80 L.ha ⁻¹	108,03	2.836,93 cd	2.741,93 cd
8. TT- FM - 80 L.ha ⁻¹	113,10	2.958,73 bc	2.863,73 abc
9. TT- IT - 80 L.ha ⁻¹	117,45	3.079,08 ab	2.984,08 ab
10. TT- FT- 80 L.ha ⁻¹	113,10	2.957,28 bc	2.862,28 abc
11. Testemunha	---	2.656,40 d	2.656,40 d
Coeficiente de variação		3,15 %	3,27 %

Tratamentos 1, 2, 5 e 6: Avião 15 L.ha⁻¹ com adição de óleo vegetal ; Tratamentos 3 e 4: Avião 25 L.ha⁻¹ sem adição de óleo vegetal; Tratamentos 7, 8, 9 e 10: pulverizador terrestre 80 L.ha⁻¹ sem adição de óleo vegetal.

Os ganhos líquidos proporcionados pela utilização do fungicida em relação à testemunha variaram de R\$ 191,83 ha⁻¹ a R\$ 384,68 ha⁻¹ (aplicações por via aérea) e de R\$ 85,83 ha⁻¹ a R\$ 327,68 ha⁻¹ (aplicações por via terrestre).

A maior receita líquida foi obtida no tratamento por via aérea com 15 L.ha⁻¹ no final da tarde, sendo estatisticamente superior aos valores obtidos no tratamento por via aérea com 25 L.ha⁻¹ no início da tarde e com o tratamento terrestre no início da manhã.

Na Tabela 9 verifica-se as diferenças obtidas no rendimento líquido e na receita líquida entre os equipamentos aéreo e terrestre dentro de cada um dos quatro períodos de aplicação.

Tabela 9. Diferenças no rendimento líquido (kg.ha⁻¹) e na receita líquida (R\$.ha⁻¹) entre as aplicações por vias aérea e terrestre dentro de cada período do dia

Período do dia	Tratamentos	Rendimento Líquido (kg.ha ⁻¹)	Receita Líquida (R\$.ha ⁻¹)
IM	TA 15 – TT	241	174,45
FM	TA 15 – TT	131	94,70
FM	TA 25 – TT	14	9,87
IT	TA 25 – TT	- 187	- 135,85
IT	TA 15 – TT	- 76	- 55,38
FT	TA 15 – TT	247	178,80

IM = Início da manhã; FM = Final da manhã; IT = Início da tarde; FT = Final da tarde; TA 15 = Tratamento por via aérea com 15 L.ha⁻¹ com adição de óleo vegetal; TA 25 = Tratamento por via aérea com 25 L.ha⁻¹ sem adição de óleo vegetal; TT = Tratamento por via terrestre com 80 L.ha⁻¹.

Cabe destacar que na maioria dos períodos a aplicação do fungicida por via aérea apresentou rendimento líquido e receita líquida superiores a aplicação por via terrestre. No entanto, ambas as aplicações por via aérea no início da tarde apresentaram receita e rendimento líquidos inferiores a aplicação por via terrestre. Este fato pode ser justificado pelos baixos valores de umidade relativa do ar e altos valores de temperatura do ar registrados no início da tarde (Tabela 2).

CONCLUSÕES

A utilização do fungicida azoxistrobina + ciproconazol para o controle do oídio e da ferrugem asiática na cultivar de soja CD 213 RR possibilita ganhos econômicos significativos, variando com os diferentes períodos do dia e com o equipamento de aplicação.

Todos os tratamentos proporcionam rendimento de grãos superior à testemunha, evidenciando a eficiência do produto aplicado e a eficácia da tecnologia escolhida.

Nos períodos do início da manhã, final da manhã e final da tarde, as aplicações do fungicida por via aérea apresentam resultados econômicos superiores, quando comparadas com aquelas realizadas por via terrestre.

No início da tarde as aplicações por via terrestre proporcionam maior ganho econômico do que as aplicações por via aérea.

Aplicações no início da tarde com volume de aplicação de 25 L.ha⁻¹ sem adição de óleo vegetal apresentam desempenho inferior a 15 L.ha⁻¹ com adição de óleo vegetal.

A redução do rendimento de grãos decorrente dos danos por amassamento, causados pelo equipamento terrestre, é um fator relevante no momento de comparar as duas técnicas de aplicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABI SAAB, O. G.; COUTO, D.T.A.; HIGASHIBARA, L.R. Perdas de produtividade causadas pelo rodado de pulverizadores. In: Congresso Brasileiro da Ciência Aeroagrícola 2007, *Anais*, Botucatu/SP: FEPAF, 2007, p.1-4.

ALESSIO, D. **Momentos e número de aplicações de fungicidas e seu efeito sobre a duração da área foliar sadia e o rendimento de grãos em soja.** (Dissertação de Mestrado). Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo. Abril de 2008. 81p.

ALIPRANDINI, M.B.; BRAGA, M.S.; CARDOSO, C.A.; DEMARCO, L.; MALLMANN, G.; RIZZARDI, A. Ferrugem asiática da soja. **Informativo Técnico.** Disciplina de Clínica Vegetal do Programa de pós-graduação em Agronomia. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo. 2f, 2005.

ANDEF – Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários.** Campinas: Línea Creativa, 2004. 50p.

ANTUNIASSI, U. R. **Tecnologia de aplicação de defensivos.** Botucatu: FCA/UNESP. 2004 (Apostila). 24p.

ANTUNIASSI, U. R. **Tecnologia de aplicação de defensivos.** Botucatu: FCA/UNESP. 2006. 60p.

ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação de defensivos na cultura da soja. **Boletim de pesquisa de soja da Fundação MT**, v.11, p.199-216, 2007.

ANTUNIASSI, U. R. et al. Performance evaluation of aerial application for Asian soybean rust control. In: **CIGR – International Conference of Agriculture Engineering, XXXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola.** Brazil, August 31 to September 4, 2008.

ARAÚJO, E. C. **Aplicação aérea no controle de doenças em soja.** Agrotec Tecnologia Agrícola e Industrial. Pelotas, 2006. Disponível em www.agrotec.com.br Acessado em Junho de 2007.

ASAE S572. Spray nozzle classification by droplet spectra. In: ASAE Standards aug.99. St. Joseph, 2000. p.389-91.

AZEVEDO, L.A.S. **Manual de quantificação de doenças de plantas.** São Paulo, Novartis Biociências - Setor Agro, 1998. 114p.

BALARDIN, R. S. **Doenças da Soja.** Santa Maria: Editora Autor, 2002. 107p.

BOLLER, W.; FORCELINI, C. A. ; PANISSON, R. Aplicação de fungicidas para o controle de oídio em soja, em diferentes horários do dia. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 31., Porto Alegre/RS, 2003. **Atas e Resumos . . .** Porto Alegre/RS. UFRGS, 2003. p.143.

BOLLER, W.; FORCELINI, C. A.; HOFFMANN, L. L. Tecnologia de aplicação de fungicidas – parte I. **Revisão Anual de Patologia de plantas - RAPP.** v.15, 2007. p.243-276.

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.

BROWN-RYTLEWSKI; D.; STATON, M. **Fungicide application technology for soybean rust – 2006.** Michigan State University – Field Crop Advisory Alert. Disponível em www.ipm.msu.edu/cat06field/pdf/sbr_aptechnology.pdf Acessado em: 15/05/2007.

CAMARGO, T. V. **Aplicação aérea do Agr'óleo no controle da ferrugem da soja.** Programa Consultoria Agrícola. Relatório Final. Rondonópolis/MT, abril de 2005. 13p.

CAMARGO, T. V.; ANTUNIASSI, U. R.; VEIGA, M.; OLIVEIRA A. P. de. Perdas na produtividade da soja causadas pelo tráfego de pulverizadores autopropelidos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 4., 2008. Ribeirão Preto, SP. **Artigos...** Instituto Agronômico de Campinas, SP, 2008. 1 CD ROM

CARVALHO, W. P. A. **A aviação agrícola – parâmetros técnicos de aplicação aérea.** I Simpósio Internacional de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. Jaboticabal. 1997. 140p.

CARVALHO, W. P. A. **A aviação agrícola – parâmetros técnicos de aplicação aérea.** I Simpósio Internacional de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. Jaboticabal. 1997. 140p.

CARVALHO, W. P. de A. Situação atual e perspectivas da aviação agrícola no Brasil e eficácia no controle de doenças. **Summa Phytopathologica.** Botucatu, v.33, supl., p.107-109. 2007.

CAUS, R.; BOLLER, W. **Horários de aplicação de fungicida, com e sem adição de fosfito de potássio, para o controle da ferrugem da soja.** Trabalho apresentado à disciplina de Experimentação Agrícola do Curso de Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, RS, 2008. 8f.

CHRISTOFOLETTI, J. C. Considerações sobre tecnologia de aplicação. In: GUEDES, J. C. et al. **Tecnologia e segurança na aplicação de produtos fitossanitários:** curso de atualização. Departamento de Defesa Fitossanitária/ Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1996. p.8-17.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: safra 2007/2008. Décimo primeiro levantamento - agosto de 2008. Disponível em www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf Acesso em setembro de 2008.

CONLEY, S. P. **Soybean management.** Purdue University. Agronomy Extension. Disponível em www.agry.purdue.edu/ext/coolbean/PDF-files/SoybeanManagement.pdf Acesso em setembro de 2007.

COSTAMILAN, L. Brasil está aprendendo a combater ferrugem da soja. Disponível em <http://www.portaldoagronegocio.com.br> Acessado em Novembro de 2008.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; COURY, J. R.; FERREIRA, L. R. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, v.21, n.2, 2003. p.325-332.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologia de produção de soja – Região Central do Brasil – 2008.** Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 280p. 2008.

FERREIRA, M. C.; OLIVEIRA, J. R. G. Di. Aplicação de fungicidas na cultura da soja com pulverizador costal pressurizado e manual elétrico com bico rotativo para volume baixo. Parte 1: Cobertura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 4., 2008. Ribeirão Preto, SP. **Artigos...** Instituto Agrônomo de Campinas, SP, 2008. 1 CD ROM

FLOSS, E. L. **Fisiologia das Plantas Cultivadas:** o estudo que está por trás do que se vê. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2004.

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.

HANNA, S.; CONLEY, S.; SHANER, G.; SANTINI, J. **Effect of soybean row spacing and fungicide application timing on spray canopy penetration and grain yield**. Purdue University. Agronomy Extension. Disponível em www.agry.purdue.edu/ext/coolbean/PDF-fles/SoybeanManagement.pdf Acessado em setembro de 2007.

HOFFMANN, L. L.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação de fungicidas em soja**. In: COODETEC, Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. Cascavel: BAYER CropScience, p.46-60. 2004.

JACTO, 2009. Disponível em www.jacto.com.br Acessado em Dezembro de 2009.

JULIATTI, F.C. Perdas causadas por doenças na cultura da soja, com ênfase na ferrugem asiática. In: WORKSHOP DE EPIDEMIOLOGIA DE DOENÇAS DE PLANTAS, QUANTIFICAÇÃO DE PERDAS NO MANEJO DE DOENÇAS DE PLANTAS, 1., 2005, Viçosa. UFV, 2005. p.81-94.

KISSMANN, K. G. **Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários**. São Paulo: BASF, 1998. 24 p.

KOEHLE, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; STIERL, R.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of the strobilurin fungicide F 500 on plants. p. 61-74 In: **Fungicides and Antifungal Compounds**, v.3. 2002.

KÖNIG, K.; KLEIN, W.; GRABLER, W. **Sachkundig im Pflanzenschutz**. 3.ed. München: Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, 1989. 118p.

LEIVA, P. D. 2005. Evaluación de técnicas de aplicación de fungicidas en cultivos cerrados de soja, experiencias aéreas y terrestres. Estación Experimental Agropecuaria INTA Pergamino. Pergamino, Buenos Aires. 6p: il. e-mail: pdleiva@pergamino.inta.gov.ar

MATTHEWS, G.A. **Pesticide application methods**. 3rd ed. London: Blackwell Science, 2000. 432 p.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal, FUNEP, 1990. 139p.

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

PRIORI-XTRA, 2006. 8p. Disponível em www.extrapratica.com.br/BR_Docs/Portuguese/Instructions/156.pdf
Acessado em 20/12/2008.

RAMOS, H. H.; PIO, L. C. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. In: ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M. Z.; SANTIAGO, T. **O que Engenheiros-Agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. p.133-201.

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

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL (34:2006: Pelotas). **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2006/2007**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 237 p.

ROMÁN, R. A. A.; CORTEZ, J. W.; OLIVEIRA, G. D.; FERREIRA, M. C. Pulverização de fungicida na cultura da soja em função de pontas e volumes de aplicação. Parte 1: Avaliação de cobertura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 4., 2008. Ribeirão Preto, SP. **Artigos...** Instituto Agrônomo de Campinas, SP, 2008. 1 CD ROM

ROSA, L.M.; FORSETH, I.N. Diurnal patterns of soybean leaf inclination angles and azimuthal orientation under different levels of ultraviolet-B radiation. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.78, p.107-119, 1995.

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, 2005. **Anais ...** Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Ago. 2005. p.209-210.

SCHRÖDER, E. P. Efeito do óleo vegetal Agróleo® na eficiência de herbicidas e volume de calda aplicada por via aérea em arroz irrigado. **Relatório Técnico**. Pelotas, 2006. 10p. Disponível em: www.gota.ind.br Acessado em 23/12/2008.

SCHRÖDER, E. P. Aplicação aérea de defensivos agrícolas com ênfase na qualidade. In: BORGES, L. D. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. Passo Fundo: Plantio Direto Eventos, 2007. p.105-113. (Atualidades Técnicas 3).

SILVA, O. C. **Dano e controle do complexo de doenças foliares da soja**. II Encontro Brasileiro sobre Doenças da Cultura da Soja. Passo Fundo de 20 a 21 de Agosto de 2002. p.55-59, 2002.

TAIZ, L. & ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. Trad. SANTARÉM, E. R. *et al.*, 3º ed., Porto Alegre: Artemed, 2004. 719p.

THEISEN, G.; RUEDELL, J. **Tecnologia de aplicação de herbicidas: teoria e prática**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2004. 90p.

USDA - United States Department of agriculture. Disponível em: www.usda.gov Acessado em 08/02/2008.

VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Absorção e translocação de defensivos agrícolas. In: BORGES, L. D. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. Passo Fundo: Plantio Direto Eventos, 2007. p.57-70.

VIERO, V. C. **Epidemiologia Comparativa entre a ferrugem asiática da soja e a ferrugem da folha do trigo**. (Dissertação de Mestrado). Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo. Abril de 2008. 118p.

YORINORI, J. T. Doenças da soja no Brasil. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Soja no Brasil Central**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.301-363.

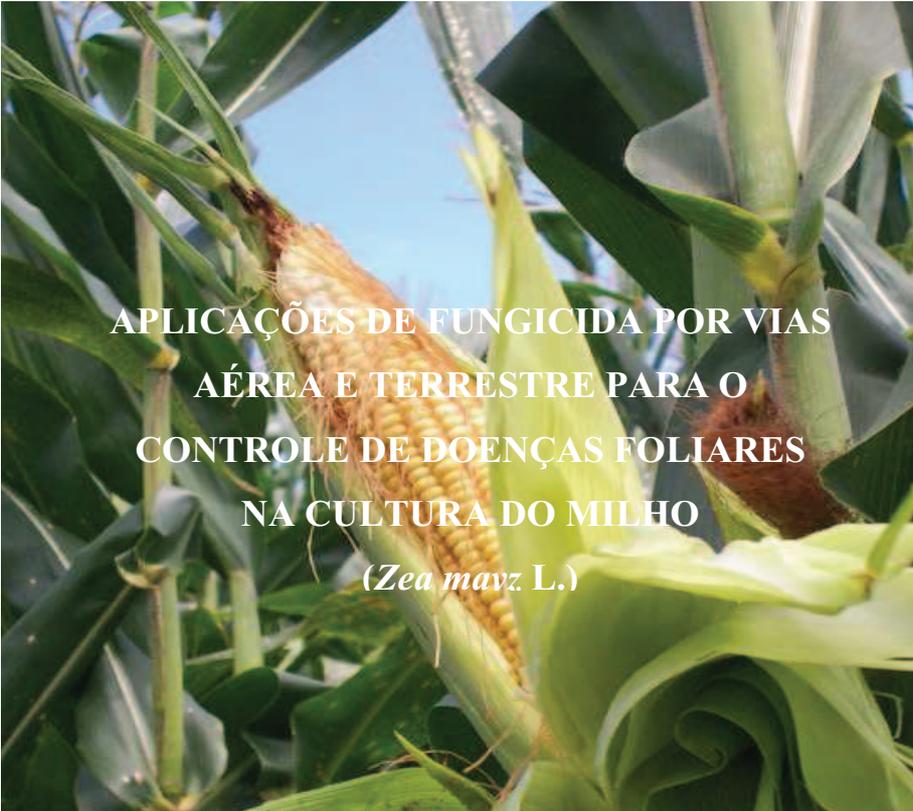
YORINORI, J. T. Ferrugem da soja: ocorrência no Brasil e estratégias de manejo. In: BORGES, L. D. (Org.); REIS, E. M. (Ed). **Doenças na cultura da soja**. 1 ed. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2004, p.55-70.

YORINORI, J.T. **Controle da ferrugem "asiática" da soja na safra 2006/07.** Disponível em: www.cnpso.embrapa.br/download/Tadashi_set_2006.doc>. Acessado em 05/06/2007.

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D.; COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F.; HARTMAN, G.E.; GODOY, C.V. ; NUNES JUNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay. Londrina. **Plant Disease**, v.89, p. 675-677, 2007.

WAGGONER, P.E.; BERGER, R.D. Defoliation, disease and growth. **Phytopathology**, St. Paul, v.77, n.3, p.393-398, 1987.

Capítulo II



APLICAÇÕES DE FUNGICIDA POR VIAS
AÉREA E TERRESTRE PARA O
CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES
NA CULTURA DO MILHO
(*Zea mays* L.)

APLICAÇÕES DE FUNGICIDA POR VIAS TERRESTRE E AÉREA PARA O CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.)

DEISE ISABEL DA COSTA¹; WALTER BOLLER²; WELLINGTON PEREIRA ALENCAR DE CARVALHO³

RESUMO: A cultura do milho ocupa o segundo lugar em volume de produção de grãos no Brasil e pode ser atacada por uma série de doenças foliares, destacando-se a ferrugem polissora (*Puccinia polysora*) e a helmintosporiose comum (*Exserohilum turcicum*). O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade do controle químico destas doenças por meio de diferentes doses de fungicida em diferentes estádios da cultura e número de aplicações, por vias aérea e terrestre. Os experimentos foram conduzidos no município de Coxilha na região Norte do estado de Rio Grande do Sul, Brasil. Os milhos híbridos, Pioneer 32R21 e Pioneer 30F53, foram cultivados de acordo com as indicações oficiais. Para o controle das doenças foi aplicado o fungicida Opera[®] (epoxiconazol + piraclostrobina), por via terrestre e por via aérea. As aplicações foram realizadas quando o milho apresentava oito folhas com altura entre 0,7 e 0,8 m (limite da altura viável para entrada com pulverizador terrestre); no estágio do pendoamento e em ambos os momentos. Avaliou-se a severidade da ferrugem polissora e da helmintosporiose comum nas folhas do milho, tratadas com o fungicida e em testemunhas sem aplicação, o rendimento de grãos do milho e os ganhos econômicos. As aplicações do fungicida por via aérea foram mais eficientes do que as por via terrestre. A utilização do fungicida mostrou-se viável e os ganhos econômicos dependeram da época de aplicação adotada.

PALAVRAS-CHAVE: tecnologia de aplicação, amassamento, eficiência econômica.

¹ Bióloga M.Sc. Aluna do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo – Passo Fundo – RS, endereço eletrônico: dedacost@gmail.com

² Eng.-Agr. Dr. Professor do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo – Passo Fundo – RS, endereço eletrônico: boller@upf.br

³ Eng. – Agr. Dr. Professor do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Lavras - MG, endereço eletrônico: wellingt@ufla.br

[®] As citações de marcas comerciais de produtos químicos não implicam em sua recomendação da parte dos autores.

**AERIAL AND GROUND APPLICATIONS OF FUNGICIDE
FOR THE CONTROL OF LEAF DISEASES IN MAIZE CROP
(*Zea mays* L.)**

DEISE ISABEL DA COSTA¹; WALTER BOLLER²; WELLINGTON
PEREIRA ALENCAR DE CARVALHO³

ABSTRACT: Maize crop occupies the second place in volume of grain production in Brazil and can be infected by several leaf diseases, standing out the polysora rust (*Puccinia polysora*) and the common helminthosporiose (*Exserohilum turcicum*). The objective of the present experiment was to verify the viability of the chemical control of these diseases by means of ground and aerial applications of fungicide. The experiments were accomplished in the North region of the state of Rio Grande do Sul, Brazil. The maizes, hybrid Pioneer 32R21 and hybrid Pioneer 30F53, were grown according to the official indications. For the control of diseases, the Opera[®] (Epoconazole + Pyraclostrobin) fungicide was sprayed, via ground and via aerial equipment. The applications were carried out when the maize showed eight leaves with height between 0.7 and 0.8 m (feasible height limit for entrance with ground sprayer) and in the teaseling stage and in both moments. The severity of the polysora rust as well as the common helminthosporiose in the maize leaves and the grain yield of maize were evaluated. The use of fungicide was feasible and the economic gains depended on the time of application that was adopted. Ground applications cause significant damages by tire tracks. The aerial applications of fungicide were more efficient than those via ground sprayer.

KEY-WORDS: application technology, crop damage by tire tracks, economical efficiency.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro país, na escala mundial, em área cultivada com milho. São colhidos, em média, no Brasil 12 milhões de hectares a cada safra. Segundo Costa (2007), com a crise energética mundial, a importância do milho cresceu muito em razão de programas como os do biodiesel e do etanol; surgindo, assim, uma grande oportunidade para o Brasil ingressar, definitivamente, no mercado mundial como um grande país exportador desse cereal.

Representando 35,6% da safra de grãos do país, o milho tem sua produtividade ameaçada por um grande número de enfermidades (ANDRADE et al., 2000; COSTA, 2007); podendo ser atacada por uma série de doenças foliares, cujo impacto sobre o rendimento de grãos vai depender do genótipo, do manejo adotado e das condições ambientais ocorridas durante o ciclo da cultura (JULIATTI et al., 2007).

Nos últimos anos, a importância dos patógenos que infectam a cultura do milho tem aumentado, o que constitui um dos principais entraves para o contínuo aumento na produtividade da cultura, principalmente em semeaduras mais tardias (VON PINHO et al., 2001).

Os danos associados às doenças foliares são decorrentes do mau funcionamento e da destruição dos tecidos fotossintéticos, devido ao aumento do número e da área de lesões, que podem determinar a necrose de toda a folha. A necrose e a morte prematura das folhas

limitam a interceptação da radiação solar e a translocação de fotossintatos ao desenvolvimento de grãos (COSTA, 2007).

A folha da espiga e as folhas imediatamente acima e abaixo da espiga podem representar 33 a 40 % da área foliar total da planta (PATAKY *apud* CASA et al., 2007). Uma redução de 50 % da radiação incidente 15 dias antes e 15 dias depois do florescimento pode provocar uma redução de 40 a 50 % no rendimento de grãos (FISCHER & PALMER *apud* CASA et al., 2007). Segundo Fancelli (1988), uma destruição de 25 % da área foliar do milho em sua porção terminal, próximo ao florescimento, pode reduzir em 32 % a produção.

De acordo com Reis et al. (2004) e Pioneer (2007), dentre as principais doenças foliares, que podem reduzir o rendimento de grãos do milho no sul do Brasil encontram-se a ferrugem polissora (*Puccinia polysora*) e a helmintosporiose comum (*Exserohilum turcicum*).

A ferrugem polissora é causada pelo fungo biotrófico *Puccinia polysora* Underw e 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. 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. 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).

A helmintosporiose comum, também conhecida como queima da folha do milho, mancha da folha do milho, mancha por turcicum e mancha foliar de HT (referência às iniciais do fungo agente causal), é uma doença causada pelo fungo necrotrófico *Exserohilum turcicum* Leonard & Suggs (Sin. = *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. O inóculo produzido sobre as lesões é responsável pelos ciclos secundários da doença. As principais fontes de *E. turcicum* são as sementes infectadas, restos culturais infectados, hospedeiros secundários e clamidósporos (estruturas de repouso ou dormência). Portanto, o uso de sementes saudáveis, a rotação de culturas, o manejo adequado da matéria orgânica e o preparo do solo reduzem sensivelmente o seu potencial de inóculo. Por outro lado, o desbalanço de nutrientes no solo predispõe as plantas ao ataque desse patógeno (REVISTA CULTIVAR, 2006). Perkins & Pedersen (1987), determinaram uma redução de até 18 % no rendimento de grãos causado pela helmintosporiose comum, quando diferentes híbridos de milho foram inoculados com *E. turcicum*, em cinco estádios da cultura, com severidade que atingiu 38 %, três semanas após a floração feminina. Fisher et al. (1976), relataram reduções no rendimento de 0 a 30 % quando a severidade variou de 4 a 87 %, três a quatro semanas após a floração feminina, apresentando correlação negativa da produção equivalente com a percentagem de redução e a severidade ($r = -0,47$). Pataky (1992) determinou que a redução do rendimento de grãos em híbridos suscetíveis é explicada pela severidade da doença nas folhas imediatamente acima e abaixo da espiga, obtendo pela regressão entre o rendimento e a severidade

no dossel superior da planta valores que variaram de -0,44 a -0,75 (CASA et al., 2007).

O controle químico deve ser utilizado quando for viável economicamente, sendo a ferrugem polissora e a helmintosporiose comum doenças controladas com o uso de fungicidas (REUNIÃO, 2005).

Em experimento conduzido pela Embrapa Milho e Sorgo, em sistema de plantio direto de milho, na safra de verão de 2006, em duas aplicações preventivas de fungicidas visando ao controle das ferrugens, da *Diplodia* foliar, da queima de turcicum, da mancha branca e da cercosporiose, houve, em relação à produção de grãos, incremento de 56 % (51 sacos de 60 Kg.ha⁻¹) quando comparado à testemunha sem fungicida (PINTO, 2007). Estima-se que o custo por hectare de uma pulverização, orçado em função do preço do fungicida, do custo da aplicação (mão-de-obra, equipamento) e do preço do grão recebido pelo produtor, seja equivalente a seis ou sete sacos de 60 kg de grãos (FANTIN et al. *apud* PINTO, 2007), o que justifica o tratamento químico das doenças foliares.

A aplicação de fungicida na parte aérea da cultura do milho está restrita em função da suscetibilidade dos genótipos, das condições de ambiente e do sistema de cultivo adotado na lavoura ou na região. De acordo com Pioneer (2007), a aplicação de fungicidas é a única alternativa para realizar o controle das doenças do milho, após a semeadura, sendo uma aplicação considerada suficiente, na maioria das vezes.

Em condições favoráveis ao desenvolvimento das doenças, o melhor retorno econômico da utilização de fungicidas em milho é

obtido com aplicação próxima ao estádio de pendramento e, se necessário, uma segunda aplicação pode ser realizada respeitada a persistência do produto (REUNIÃO, 2005; PIONEER, 2007).

Após o estádio fenológico V6 (seis folhas) torna-se difícil entrar em lavouras de milho com máquinas terrestres para realizar aplicações de produtos fitossanitários. Por este motivo, só é possível aplicar defensivos caso haja sistema de aplicação por irrigação, aplicação aérea ou trator com vão livre vertical aumentado, adaptado para este fim. Assim, o controle das doenças nesta fase deve ser visto como preventivo, caso o produtor não possua algum destes tipos de máquinas, evitando ataques severos nos estádios fenológicos subsequentes da planta. Se o manejo de controle de doenças for feito conforme o recomendado anteriormente, a lavoura apresentará baixa intensidade de inóculos de doenças, facilitando o controle de eventuais infecções que por ventura possam ocorrer devido às disseminações pelo ar e água das chuvas, entre outros (www.rinen.com.br).

Atualmente, o mercado oferece fungicidas eficientes para o controle destas doenças do milho e, de acordo com Antuniassi (2006), tanto os equipamentos de pulverização por via terrestre quanto por via aérea podem realizar os tratamentos fitossanitários com sucesso. No entanto, quando da utilização de equipamentos terrestres, há que se considerar os danos devidos ao amassamento da cultura.

Segundo Azevedo (2001), os fungicidas triazóis e estrobilurinas têm sido bastante utilizados no controle de doenças cujos agentes causais são tanto fungos biotróficos (ferrugens), quanto fungos necrotróficos (helminthosporiose). 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 (pré/pós sintomas) e anti-esporulantes, atuando em vários pontos do ciclo biológico do fungo. Em se tratando das estrobilurinas, estas possuem altos níveis de atividade intrínseca em baixas doses contra os ascomicetos (cercosporiose e feosferia), basidiomicetos (ferrugens), deuteromicetos e oomicetos. Semelhante aos triazóis, as estrobilurinas são consideradas de multiação, por apresentarem atividade preventiva, curativa/erradicante e anti-esporulante.

Avaliando os efeitos de pontas de pulverização e de volumes de calda na aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina em milho, Cunha et al. (2008) compararam o desempenho de pontas de jato cônico vazio, jato plano defletor, jato plano duplo e jato plano duplo com indução de ar, em combinação com os volumes de 70, 100 e 130 L.ha⁻¹. Os resultados evidenciaram que o aumento do volume de calda implicou em maior deposição de gotas nas plantas de milho e que as pontas de jato plano duplo com indução de ar foram aquelas que proporcionaram a menor deposição de gotas por unidade de área foliar das plantas. Todos os tratamentos com aplicação do fungicida proporcionaram rendimento de grãos e peso de mil grãos superiores aos obtidos na testemunha e as diferenças obtidas na deposição de gotas do fungicida não se refletiram no rendimento de grãos do milho.

Por outro lado, trabalho realizado por Bauer et al. (2008), na cultura do milho no estágio vegetativo V10 demonstrou a ocorrência de perdas significativas de calda de pulverização para o solo, indicando a necessidade de estudos para aprimorar a qualidade das

pulverizações de produtos fitossanitários em milho. As aplicações com pontas que geram gotas de categoria fina apresentaram maiores perdas de calda para o solo quando comparadas com aquelas realizadas com pontas que geram gotas de categoria média e pontas com indução de ar que geram gotas de categoria grossa.

Avanços significativos, ocorridos nos últimos anos, na pesquisa de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários, principalmente por via aérea, demonstram que essa modalidade de aplicação apresenta custos competitivos com a pulverização por via terrestre (SCHRÖDER, 2007).

O trabalho teve por objetivos avaliar a eficiência das aplicações por vias terrestre e aérea do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina em diferentes doses e épocas de aplicações sobre o controle da ferrugem polissora e da helmintosporiose comum, sobre o rendimento de grãos e sobre o resultado econômico da cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos durante a safra 2006/2007, em lavouras comerciais, localizadas no município de Coxilha, RS, na região fisiográfica do Planalto Médio do estado do Rio Grande do Sul. A altitude média das lavouras é de 721 m acima do nível do mar, a latitude 28° 07' 38" S e a longitude 52° 17' 46" W.

Os primeiros dois experimentos (Quadro 1) foram implantados sob sistema plantio direto, em área cultivada com soja no ano anterior, utilizando o milho híbrido Pioneer 32R21, em duas glebas distintas. Foram comparados tratamentos com aplicações únicas e com

aplicações seqüenciais com duas doses de fungicida, conforme descrição a seguir:

Quadro 1 – Equipamentos, datas de aplicações e doses do produto comercial do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina

Gleba 1: Uma e duas aplicações de fungicida	
Primeira aplicação (10/11/06)*	Segunda aplicação (02/12/06)*
Terrestre 0,50 L.ha ⁻¹	-----
Terrestre 0,50 L.ha ⁻¹	Terrestre 0,50 L.ha ⁻¹
Terrestre 0,50 L.ha ⁻¹	Aéreo 0,50 L.ha ⁻¹
Gleba 2: Aplicação única (02/12/06)*	
Terrestre – 0,75 L.ha ⁻¹	
Aéreo – 0,75 L.ha ⁻¹	
Testemunha sem aplicação de fungicida	

A dose do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina indicada pelos órgãos oficiais é de 0,70 L.ha⁻¹ de produto comercial.

Os tratamentos por via terrestre foram aplicados com volume de calda de 140 L.ha⁻¹ e os tratamentos por via aérea com 15 L.ha⁻¹.

* A primeira aplicação foi realizada na cultura do milho no estádio V8 e a segunda aplicação e a aplicação única no estádio de pendoamento.

Gleba 1: A data de semeadura foi 20/09/2006, o espaçamento entre linhas 0,80 m, a densidade de semeadura de 60.000 plantas.ha⁻¹, aplicando-se o inseticida Lorsban[®] 480 (clorpirifós) 1,8 L.ha⁻¹ no sulco de semeadura para o controle de *Diabrotica speciosa* (vaquinha). A adubação de base, de acordo com a análise de solo, foi feita com 250 kg.ha⁻¹ de fertilizante N-P₂O₅-K₂O, 6-24-18 e 200 kg.ha⁻¹ de uréia (45,5 % de N) dividida em duas aplicações, sendo a primeira em 19/10/2006 (100 kg.ha⁻¹) e a segunda em 01/11/2006 (100 kg.ha⁻¹). No dia 02/10/2006 foi realizada uma pulverização de inseticida Karate Zeon 250 (lambda-cialotrina) – 30 mL.ha⁻¹, para o controle de lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) por via terrestre, com volume de calda de 120 L.ha⁻¹.

Gleba 2: A data de semeadura foi 22/09/2006, o espaçamento entre linhas 0,80 m, a densidade de semeadura de 60.000 plantas.ha⁻¹, aplicando-se o inseticida Lorsban[®] 480 (clorpirifós) 1,8 L.ha⁻¹ no sulco de semeadura para o controle de *Diabrotica speciosa* (vaquinha). A adubação de base, de acordo com a análise de solo, foi feita com 250 kg.ha⁻¹ de fertilizante N-P₂O₅-K₂O, 6-24-18 e a adubação de cobertura foi realizada com 200 kg.ha⁻¹ de uréia (45,5 % de N) dividida em duas aplicações, sendo a primeira em 19/10/2006 (100 kg.ha⁻¹) e a segunda em 01/11/2006 (100 kg.ha⁻¹). No dia 02/10/2006 foi realizada uma pulverização de inseticida Karate Zeon 250[®] (lambda-cialotrina) – 30 mL.ha⁻¹, para o controle de lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) por via terrestre, com volume de calda de 120 L.ha⁻¹.

O milho Pioneer 32R21 é o híbrido mais precoce utilizado no sul do Brasil e reúne precocidade e alto potencial produtivo. É indicado para o período normal de plantio na região Sul do Brasil, incluindo o RS, SC e sul do PR. Devido à precocidade na colheita é usado por produtores que necessitam liberar a área mais cedo para plantios subseqüentes como o feijão ou soja. Além disso, é um híbrido de baixa defensividade, isto é, de baixa tolerância às doenças, sendo suscetível à ferrugem polissora e helmintosporiose (PIONEER, 2008).

Em todos os tratamentos com controle químico de doenças, o fungicida utilizado foi o Opera[®], que é uma suspo/emulsão, contendo 50 g.L⁻¹ de epoxiconazol + 133 g.L⁻¹ de piraclostrobina. O produto é classificado como fungicida sistêmico e pertence aos grupos químicos triazol + estrobilurinas e sua classe toxicológica é II (altamente tóxico).

Em todos os tratamentos aplicados por via aérea, foi acrescentado à calda o óleo vegetal Agróleo[®], que é um concentrado emulsionável composto por ésteres de ácidos graxos de origem vegetal (892 g i.a. L⁻¹) e pertence à classe toxicológica IV (pouco tóxico).

Nos tratamentos com duas aplicações (seqüenciais), a primeira aplicação foi realizada no dia 10/11/06, por via terrestre com volume de calda de 140 L.ha⁻¹ com dose de 0,5 L.ha⁻¹ do fungicida. As plantas de milho apresentavam o limite máximo de altura possível (entre 0,7 e 0,8 m) para uma pulverização com pulverizador montado ou tracionado por trator comum.

A segunda aplicação foi realizada no dia 02/12/06 quando o milho encontrava-se no estágio de pendramento, com o pulverizador terrestre aplicando volume de calda de 140 L.ha⁻¹. Para a aplicação por via aérea, o volume de calda foi de 15 L.ha⁻¹ com a adição de 0,50 L.ha⁻¹ de óleo vegetal Agróleo[®].

O terceiro experimento (Quadro 2) foi, também, implantado sob sistema plantio direto, em área cultivada com soja no ano anterior, com um histórico de dois anos sem o cultivo de milho. Foi utilizado o milho híbrido Pioneer 30F53 e o fungicida foi aplicado somente uma vez, conforme descrição a seguir:

Gleba 3: A data de semeadura foi dia 15/09/06, o espaçamento entre linhas 0,75 m, a densidade de semeadura de 78.000 plantas.ha⁻¹. Foi aplicado o inseticida Cruiser[®] 700WS (thiametoxan) 60g.60000 sementes⁻¹ e o inseticida Karate Zeon 250[®] (lambda-cialotrina) 1mL.kg⁻¹ de sementes. A adubação de base, de acordo com a análise de solo, foi feita com 30 kg.ha⁻¹ de N, 83 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 48 kg.ha⁻¹

de K_2O e a adubação de cobertura foi realizada com 280 kg.ha^{-1} de uréia (45,5 % de N) dividida em duas aplicações, sendo a primeira em 11/10/2006 (160 kg.ha^{-1}) e a segunda em 07/11/2006 (120 kg.ha^{-1}). No dia 26/10/2006 foi realizada uma aplicação de 250 mL.ha^{-1} do inseticida Curion[®] (lufenurom + profenofós), para o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) por via aérea, com volume de calda de 15 L.ha^{-1} .

O milho Pioneer 30F53 é um híbrido indicado para o Sul e Centro Alto do Brasil. Ele tem como principais características, o elevado potencial produtivo com precocidade e a elevada resposta ao manejo com o aumento dos níveis de adubação, redução de espaçamento e aumento da população de plantas dentro dos limites sugeridos para o híbrido. É suscetível à ferrugem polissora e moderadamente resistente à helmintosporiose comum (PIONEER, 2008).

Quadro 2 – Equipamentos, data de aplicação e dose do produto comercial do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina

Gleba 3: Aplicação única (02/12/06)
Terrestre – $0,75 \text{ L.ha}^{-1}$
Aéreo – $0,75 \text{ L.ha}^{-1}$
Testemunha sem aplicação de fungicida

A dose do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina indicada pelos órgãos oficiais é de $0,70 \text{ L.ha}^{-1}$ de produto comercial.

Os tratamentos por via terrestre foram aplicados com volume de calda de 140 L.ha^{-1} e os tratamentos por via aérea com 15 L.ha^{-1} .

* A aplicação foi realizada com a cultura do milho no estágio de pendramento.

Os tratamentos com aplicação única (Glebas 2 e 3) receberam a aplicação do fungicida no mesmo dia da segunda aplicação dos tratamentos com aplicações sequenciais (Gleba 1), diferindo apenas na dose do fungicida ($0,75 \text{ L.ha}^{-1}$).

O equipamento terrestre utilizado nestes experimentos foi um pulverizador autopropelido, marca Jacto[®] modelo Uniport 2000, com capacidade volumétrica do depósito de 2000 litros, pneus com 0,31 m de largura e vão livre do solo de 1,30 m, equipado com barra de 21,5 m e 43 pontas de jato plano duplo com indução de ar da série Micron[®] DB AIR 11004, espaçadas em 0,50 m. O equipamento (Figura 1a) foi calibrado com velocidade de deslocamento de 16 km.h⁻¹ e pressão de pulverização de 400 kPa (58 PSI). Considerando esta velocidade de operação e os resultados obtidos por Bauer et al. (2008), justifica-se a utilização das pontas de jato plano duplo com indução de ar para a aplicação de fungicida em milho.

As aplicações por via aérea foram realizadas com uma aeronave agrícola Ipanema modelo EMB-201-A, equipada com oito atomizadores rotativos de tela, fabricados pela empresa Microspin, com pontas D8 e pressão de operação da barra 207 kPa (30 PSI), calibrada para aplicar 15 L.ha⁻¹ com adição de óleo vegetal (Figura 1b).



Figura 1. Equipamento terrestre (a) e equipamento aéreo (b) utilizados neste experimento.

Os dois equipamentos utilizados (pulverizador terrestre e aeronave agrícola) aplicaram os tratamentos em faixas com largura de

110 m e dentro de cada faixa foram coletadas amostras aleatoriamente para avaliar a evolução das doenças e o rendimento de grãos.

A deposição da calda fungicida e o diâmetro mediano volumétrico das gotas depositadas nos cartões sensíveis à água e óleo, dispostos nas folhas da espiga (FE), da espiga -1 (FE-1), da espiga -2 (FE-2) e da espiga +1 (FE+1) das cinco plantas aleatoriamente selecionadas em cada tratamento (Figura 3), totalizando 60 cartões por tratamento, tanto do híbrido P32R21 e do P30F53, foram determinadas com o auxílio do software AgroScan[®].

As doenças predominantes observadas desde o início do experimento foram: ferrugem polissora e helmintosporiose comum. Para avaliar a evolução da ferrugem, foram realizadas leituras semanais do número de pústulas em uma área padrão de 21 cm² e para a helmintosporiose comum mediu-se a área foliar necrosada pela doença. Para as amostras de folhas foram selecionadas e marcadas, aleatoriamente, 30 plantas de cada tratamento. As leituras foram realizadas na folha da espiga (FE), na primeira folha acima da espiga (FE+1), assim como na primeira e na segunda folha abaixo da espiga (FE-1 e FE-2), sendo as amostragens realizadas em 30 pontos ao acaso, dentro de cada tratamento. Com as leituras de severidade das doenças foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), que consta da integração entre a severidade média de duas leituras consecutivas e o tempo em dias decorrido entre estas leituras (sete dias). O controle das doenças foi calculado comparando-se a AACPD de cada parcela com a AACPD média da testemunha.

A colheita de amostras, para determinar o rendimento de grãos, foi realizada em fileiras medindo 12 m de comprimento, no dia

31/01/2007, com os grãos de milho apresentando 27 % de umidade. Para determinar o rendimento de grãos (rendimento real) nas áreas com amassamento devido à passagem do equipamento terrestre, os resultados obtidos foram ajustados por uma constante, uma vez que o comprimento das linhas colhidas não foi igual à distância entre as passadas desta máquina no terreno. As diferenças entre o rendimento dos tratamentos com o equipamento terrestre, colhidos em locais sem amassamento e dos tratamentos com o mesmo equipamento em faixas onde houve o amassamento, apuradas em 12 m de linhas, foram divididas pela constante 1,79 (21,5 m de cada passada do equipamento pulverizador ÷ 12 m de comprimento de cada linha amostrada), corrigindo a distorção dos valores obtidos pela leitura direta dos mesmos, sendo que este valor representa o dano por amassamento.

Nos tratamentos por via aérea o rendimento de grãos (rendimento real) foi calculado multiplicando-se o peso (kg) dos grãos colhidos nas amostras de 10 m² por 1000 resultando em kg.ha⁻¹.

O rendimento líquido (kg.ha⁻¹) foi obtido subtraindo-se do rendimento real o custo dos tratamentos (doses de fungicida + aplicações + amassamento) convertido para kg.ha⁻¹. Para esta conversão considerou-se os valores de mercado do fungicida (R\$ 142,00 ao litro), das aplicações por via aérea (R\$ 25,00.ha⁻¹ cada uma) e por via terrestre (R\$ 10,00.ha⁻¹ cada) com preço médio do milho (saca de 60 kg no mês de março de 2007) de R\$ 20,00. A partir destes valores calculou-se a quantidade de milho equivalente às doses de fungicida, as aplicações e ao dano por amassamento (aplicações terrestres). Desta forma, o custo equivalente em milho de uma aplicação por via terrestre foi de 30 kg.ha⁻¹, das duas aplicações por

via terrestre foi de 60 kg.ha^{-1} , de uma aplicação por via terrestre e outra por via aérea foi de 105 kg.ha^{-1} e de uma aplicação por via aérea foi de 75 kg.ha^{-1} .

Os resultados econômicos foram calculados com base no rendimento de grãos obtido em cada tratamento e nos mesmos valores dos produtos e serviços anteriormente mencionados. Desta forma, o valor da dose de fungicida a $0,5 \text{ L.ha}^{-1}$ foi R\$ $71,00.\text{ha}^{-1}$, $0,5 + 0,5 \text{ L.ha}^{-1}$ foi de R\$ $142,00.\text{ha}^{-1}$ e a $0,75 \text{ L.ha}^{-1}$ foi de R\$ $106,50.\text{ha}^{-1}$, da aplicação por via aérea foi de R\$ $25,00.\text{ha}^{-1}$, da aplicação por via terrestre foi de R\$ $10,00.\text{ha}^{-1}$, da aplicação por via terrestre + via aérea foi de R\$ $35,00.\text{ha}^{-1}$, das duas aplicações por via terrestre de R\$ $20,00.\text{ha}^{-1}$.

A receita bruta foi calculada multiplicando-se o rendimento real de milho (kg.ha^{-1}) pelo seu preço ($\text{R}.\text{kg}^{-1}$). A receita líquida foi obtida subtraindo-se o custo do fungicida e das suas aplicações da receita bruta. As perdas causadas pelo amassamento (equipamento terrestre) foram calculadas multiplicando-se o valor do dano (kg.ha^{-1}) pelo preço do milho ($\text{R}.\text{kg}^{-1}$)

Os dados de temperatura e precipitação pluvial do período experimental constam na Figura 2.

A temperatura média entre os meses de setembro, outubro, novembro, dezembro e janeiro foi em torno de $19,5 \text{ }^\circ\text{C}$, com temperaturas mínimas de $9,8 \text{ }^\circ\text{C}$, $14,4 \text{ }^\circ\text{C}$, $14,8 \text{ }^\circ\text{C}$ e $18,1 \text{ }^\circ\text{C}$ respectivamente. Os níveis de precipitação se mantiveram próximos da média normal, havendo uma exceção nos meses de novembro e janeiro onde se registrou $311,9 \text{ mm}$ e 260 mm , respectivamente, quando o normal seria $141,4 \text{ mm}$ e $143,4 \text{ mm}$.

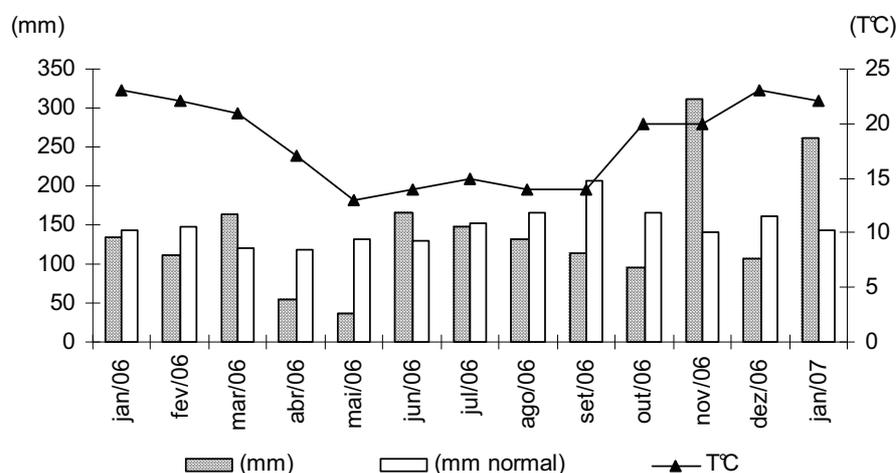


Figura 2. Temperaturas médias (°C) e precipitação pluvial (mm) entre janeiro/2006 e janeiro/2007.

As condições atmosféricas médias observadas durante a segunda aplicação dos tratamentos com aplicações sequenciais e dos tratamentos com aplicação única foram mensuradas com o auxílio de um termo-higro-anemômetro digital portátil modelo Kestrel 3000 e encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Condições atmosféricas médias observadas durante a aplicação do fungicida nas glebas 1 (segunda aplicação), 2 (aplicação única) e 3 (aplicação única):

	Gleba 1	Gleba 2	Gleba 3
Temperatura	20,7° C	24,6° C	21,3° C
Umidade relativa do ar	58,0 %	53,6 %	57,0 %
Velocidade do vento	17 km.h ⁻¹	18 km.h ⁻¹	12 km.h ⁻¹

O delineamento experimental utilizado foi em faixas com amostragens aleatórias dentro de cada faixa (tratamento). Em cada tratamento foram coletadas, para a análise de deposição de gotas, quatro amostras por folha (FE, FE+1, FE-1 e FE-2). Após a segunda

aplicação ocorrida no dia 02/12/2006 foram realizadas seis avaliações consecutivas (30 plantas amostradas por tratamento) para a determinação da severidade e da área abaixo da curva de progresso das doenças. Para a obtenção do rendimento de grãos e dos danos por amassamento foram realizadas seis amostragens por faixa (tratamento).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (F teste ao nível de 5 % de probabilidade) e quando foram evidenciadas diferenças significativas ao teste de comparação de médias de Tukey, também, ao nível de 5 % de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

2. Deposição da calda fungicida nas folhas do milho

A quantidade de gotas de calda fungicida depositada nas folhas de ambos os híbridos avaliados encontra-se na Tabela 2.

A diferença observada na deposição das gotas entre os híbridos está relacionada com a arquitetura das plantas. Foi observado durante as avaliações que o híbrido P32R21 apresentava plantas com estatura alta (em torno de 1,96 m) e com folhas decumbentes quando comparado com o híbrido P30F53 que apresentava plantas menores (em torno de 1,82 m) com folhas eretas que aumentavam a área para a deposição do fungicida aplicado, tanto na face superior quanto na face inferior das folhas.

Tabela 2. Deposição média (número de gotas.cm⁻²) de calda fungicida em diferentes folhas de milho híbrido P32R21 e P30F53 de acordo com o equipamento de aplicação e com 0,75 L.ha⁻¹ de fungicida na calda

Híbrido / Folha	Equipamento de aplicação	
	Via terrestre	Via aérea
P32R21		
Folha espiga +1	50,5	67,7
Folha da espiga	75,4	44,9
Folha espiga-1	52,9	66,9
Folha espiga-2	47,5	46,4
Média	56,6	56,4
P30F53		
Folha espiga +1	52,6	50,4
Folha da espiga	76,3	88,7
Folha espiga-1	54,2	72,9
Folha espiga-2	48,7	42,4
Média	57,9	63,6

Os resultados apresentados na Tabela 2 permitem demonstrar que ambos os equipamentos proporcionaram deposições de pulverizações com qualidade comparável, no alvo considerado, proporcionando boa cobertura do alvo, estando de acordo com as recomendações de (MATHEWS, 2000) para o tipo de produto aplicado.

2. Diâmetro mediano volumétrico (DMV)

O diâmetro mediano volumétrico das gotas depositadas em cartões sensíveis à água e a óleo, colocados nas folhas dos híbridos P32R21 e P30F53, foi de 606 µm e 610 µm com densidade média de 56,60 e 57,9 gotas.cm⁻² (por planta), respectivamente, no tratamento por via terrestre, onde o volume aplicado foi de 140 L.ha⁻¹ (Figura 3a

e 3b) e de 175 μm (para ambos híbridos) e densidade média de 56,40 e 63,6 gotas. cm^{-2} (por planta), respectivamente, no tratamento por via aérea, com volume de aplicação de 15 $\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Figura 4a e 4b).

Conforme as normas ASAE S-572 e BCPC, que determinam as classes de tamanho de gotas, o DMV resultante da aplicação por via terrestre enquadra-se na categoria de gotas extremamente grossas e o DMV resultante da aplicação por via aérea enquadra-se na categoria de gotas finas (OZEKI & KUNZ, 1996).

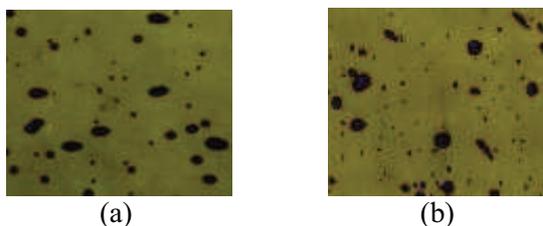


Figura 3. Cartões sensíveis à água e óleo ilustrando a deposição da impressão das gotas aplicadas no tratamento por via terrestre com pontas de jato plano duplo com indução de ar (DB AIR 11004) nos híbridos: P32R21 (a) e P30F53 (b).

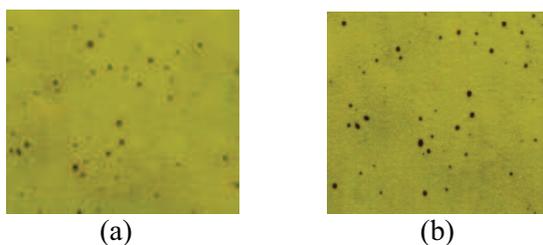


Figura 4. Cartões sensíveis à água e óleo ilustrando a deposição da impressão das gotas aplicadas no tratamento por via aérea com atomizadores rotativos de tela nos híbridos: P32R21 (a) e P30F53 (b).

O tamanho das gotas produzidas pelo equipamento terrestre não condiz com as indicações técnicas para aplicações de fungicidas (CUNHA et al. 2008). No entanto, lembrando que o pulverizador

terrestre se deslocou à velocidade de 16 km.h^{-1} e a velocidade do vento registrada no momento da aplicação dos tratamentos (12 a 18 km.h^{-1}) há que se considerar o risco de deriva que seria o uso de gotas finas. Segundo Schröder (1996), a magnitude da deriva depende de muitos fatores, sendo os mais importantes a velocidade do vento e o grau de turbulência. O limite superior aceitável para a velocidade do vento depende da natureza da operação, situando-se, em geral, abaixo dos 18 km.h^{-1} , sendo que Assis *apud* Schröder (1996) considera que a maior eficiência é obtida com ventos entre $2,8$ e $4,2 \text{ m.s}^{-1}$ (10 e 15 km.h^{-1}). Nestes experimentos, a velocidade do vento pode ter sido um fator de risco de deriva para a pulverização por via aérea, ao mesmo tempo em que pode ter sido um auxiliar na deposição das gotas no interior do dossel das plantas de milho, a partir do momento que o piloto soube utilizar este parâmetro a favor da melhor aplicação, voando perpendicular a direção do vento e redimensionando a faixa de deposição. Há que se considerar que o produtor muitas vezes não tem tempo para esperar que as condições ambientais sejam adequadas para iniciar uma pulverização, sendo assim, e de acordo com Ramos & Pio (2003), a não observação da temperatura e da umidade relativa talvez seja hoje as maiores responsáveis pelo desperdício de agrotóxicos no campo, e estes parâmetros foram considerados nos três experimentos.

3. Controle das doenças

3.1 Glebas 1 e 2:

Os resultados obtidos, nas glebas 1 e 2, passam a ser apresentados nas tabelas 3 e 4, observando-se respostas significativas aos tratamentos.

Tabela 3. Controle (%) da ferrugem polissora (*Puccinia polysora*) e da helmintosporiose comum (*Exserohilum turcicum*) em milho híbrido P32R21, em função de diferentes esquemas de aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina com equipamento terrestre e aéreo

T r a t a m e n t o	Controle da ferrugem (%)	Controle da helmintosporiose (%)
1. Terrestre – 0,50 L.ha ⁻¹	27,99 cd	17,84 b
2. Terrestre – 0,50 L.ha ⁻¹ + 0,50 L.ha ⁻¹	62,57 ab	98,39 a
3. Terr. + aéreo – 0,50 L.ha ⁻¹ + 0,50 L.ha ⁻¹	80,12 a	69,12 ab
4. Terrestre – 0,75 L.ha ⁻¹	2,74 de	96,66 a
5. Aéreo – 0,75 L.ha ⁻¹	47,72 bc	96,53 a
6. Testemunha sem aplicação de fungicida	0,00 e	0,00 b
Coeficiente de variação (%)	56,74	87,44

Médias seguidas pelas mesmas letras, dentro de cada coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5 % de probabilidade de erro, pelo teste de comparação de médias de Tukey.

A Tabela 3 mostra que para o controle da ferrugem polissora do milho híbrido P32R21 (genótipo suscetível), somente uma aplicação do fungicida foi insuficiente para manter a intensidade da doença reduzida ao longo do período de avaliação (02 de dezembro de 2006 até metade de janeiro de 2007). Quando a aplicação foi realizada por via terrestre, aos 50 dias após a semeadura do milho, o efeito da aplicação do fungicida em dose única de 0,50 L.ha⁻¹, sobre a ferrugem polissora do milho, foi estatisticamente semelhante à dose única de 0,75 L.ha⁻¹ aplicada no pendoamento. O controle da ferrugem polissora com duas aplicações do fungicida na dose de 0,50 L.ha⁻¹, aos 50 dias após a semeadura do milho e no pendoamento foi mais eficiente do que com aplicação única na dose de 0,50 L.ha⁻¹ aos 50 dias após a semeadura do milho ou de 0,75 L.ha⁻¹ no pendoamento, não havendo diferenças significativas entre estes dois tratamentos. Com dose única do fungicida a 0,75 L.ha⁻¹, a aplicação por via aérea

mostrou-se superior à aplicação por via terrestre, que por sua vez não diferiu da testemunha sem aplicação de fungicida. Estas observações permitem inferir que a aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina somente no pendoamento ocorreu em época tardia em relação à infecção da ferrugem polissora. Por sua vez, os resultados que evidenciam um melhor controle da ferrugem polissora, quando o fungicida foi aplicado por via aérea (Figuras 5 e 6), devem ser atribuídos à menor heterogeneidade das gotas geradas pelo equipamento rotativo usado na aeronave e pela melhor distribuição das gotas de categoria fina que esta modalidade de aplicação propicia sobre as plantas de milho (VILELA, 2007; SCHRÖDER, 2007).

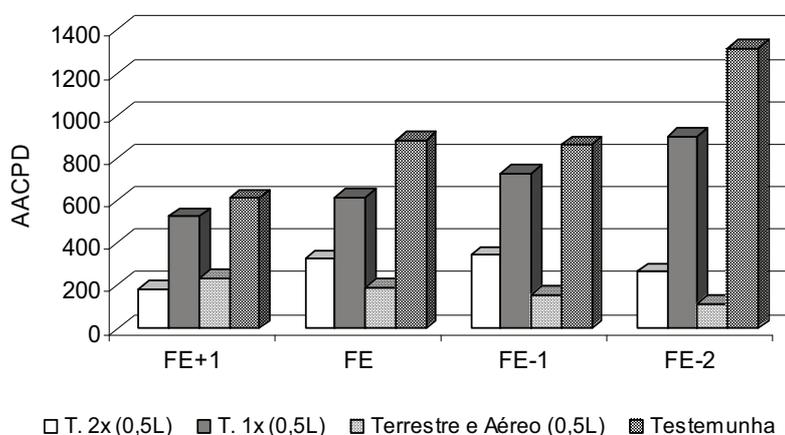


Figura 5. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para severidade da ferrugem polissora no milho híbrido P32R21, com a aplicação de $0,50 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ de fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, na folha da espiga+1 (FE+1), folha da espiga (FE), folha da espiga-1 (FE-1) e folha da espiga-2 (FE-2). Onde: T.2x = pulverização terrestre com duas aplicações; T.1x = pulverização terrestre com uma aplicação; Terrestre e Aérea = uma aplicação de cada; Testemunha = sem aplicação.

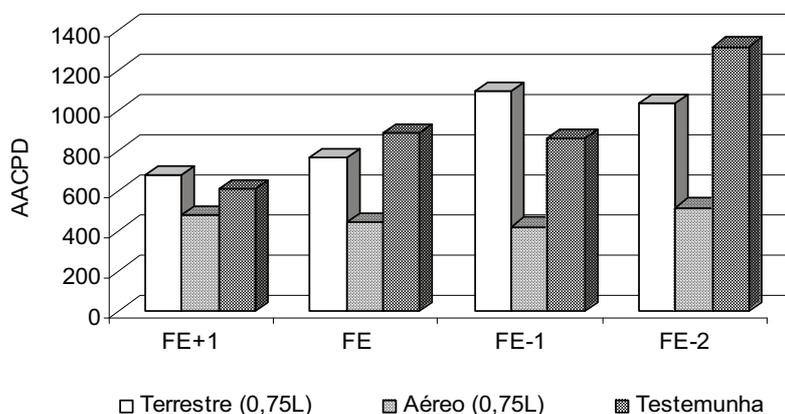


Figura 6. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para severidade da ferrugem polissora no milho híbrido P32R21, com a aplicação de $0,75\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ de fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, na folha da espiga+1 (FE+1), folha da espiga (FE), folha da espiga-1 (FE-1) e folha da espiga-2 (FE-2).

Para o controle da helmintosporiose, duas aplicações de epoxiconazol + piraclostrobina a $0,50\text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ (aos 50 dias após a semeadura e no pendoamento) foram semelhantes à aplicação única na dose de $0,75\text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ no pendoamento. Entretanto, o tratamento com duas aplicações do fungicida (pulverizador terrestre aos 50 dias após a semeadura + pulverização aérea no pendoamento), mostrou-se estatisticamente semelhante à aplicação única na dose de $0,50\text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ aos 50 dias após a semeadura. Estes resultados demonstram que para controlar esta doença, as aplicações mais tardias foram mais efetivas do que as aplicações precoces (Figura 7 e 8).

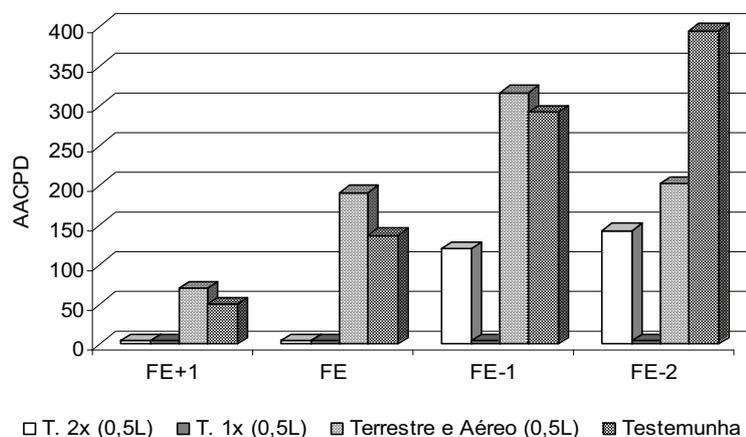


Figura 7. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para severidade da helmintosporiose comum no milho híbrido P32R21, com a aplicação de $0,50 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ de fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, na folha da espiga +1 (FE+1), folha da espiga (FE), folha da espiga -1 (FE-1) e folha da espiga -2 (FE-2). Onde: T.2x = pulverização terrestre com duas aplicações; T.1x = pulverização terrestre com uma aplicação; Terrestre e Aérea = uma aplicação de cada; Testemunha = sem aplicação.

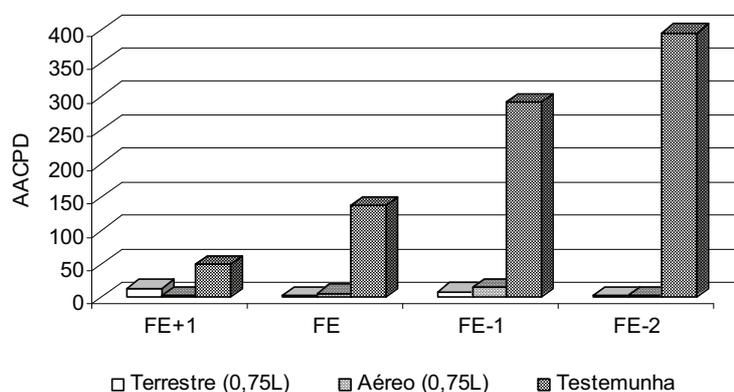


Figura 8. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para severidade da helmintosporiose comum no milho híbrido P32R21, com a aplicação de $0,75\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ de fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, na folha da espiga+1 (FE+1), folha da espiga (FE), folha da espiga-1 (FE-1) e folha da espiga-2 (FE-2).

A queima da folha causada por *Exserohilum turcicum* é um dos problemas fitossanitários que mais afeta a cultura do milho. Reduz a produção e aumenta o tombamento em plantas suscetíveis, em comparação com o observado em plantas resistentes. Segundo resultados da pesquisa brasileira, o controle químico dessa doença incrementou a produção em até 66 % (ISSA *apud* PINTO, 2007).

3.2 Gleba 3:

Por tratar-se de um genótipo moderadamente resistente ao *E. turcicum*, agente causal da helmintosporiose comum, esta doença não ocorreu em valores que justificassem o seu controle químico, não sendo, portanto, avaliada neste ensaio.

Os resultados encontrados na Tabela 4 e na Figura 9 mostram que a aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina por via aérea foi significativamente mais eficiente para controlar a ferrugem polissora do milho do que a aplicação por via terrestre.

Tabela 4. Controle (%) da ferrugem polissora (*Puccinia polysora*) em milho híbrido P30F53, em função da aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina com equipamentos terrestre e aéreo

Tratamento (equipamento e dose)	Controle da ferrugem (%)
1. Terrestre – 0,75 L.ha ⁻¹	34,69 b
2. Aéreo – 0,75 L.ha ⁻¹	84,29 a
3. Testemunha sem aplicação	00,00 c
Coeficiente de variação (%)	20,26

Médias seguidas pelas mesmas letras, dentro de cada coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5 % de probabilidade de erro, pelo teste de comparação de médias de Tukey.

A superioridade no controle da ferrugem polissora através da aplicação por via aérea, talvez possa ser atribuída, em parte, à melhor

cobertura proporcionada pelas gotas finas geradas pelo equipamento utilizado pela aeronave, em comparação às gotas extremamente grossas produzidas pelo equipamento terrestre. Outro aspecto relevante seria a maior concentração do fungicida nas gotas menores, distribuídas uniformemente pelos atomizadores rotativos de tela, devido a menor taxa de aplicação (15 L.ha^{-1}) exercida pela aplicação por via aérea.

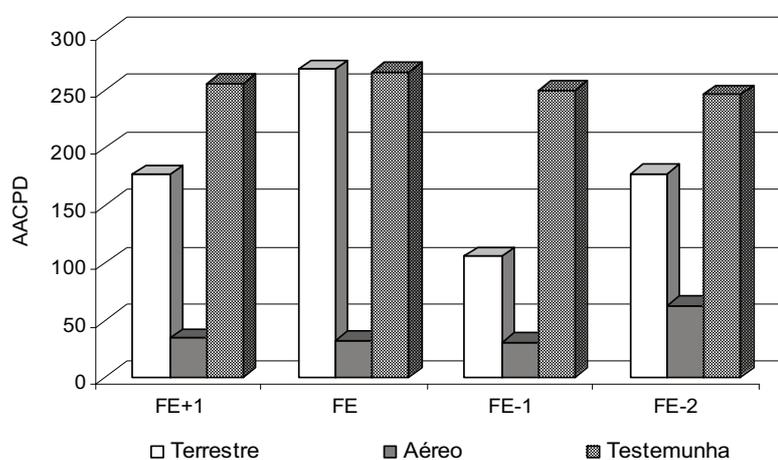


Figura 9. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para severidade da ferrugem polissora no milho híbrido P30F53, com a aplicação de $0,75 \text{ L.ha}^{-1}$ de fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, na folha da espiga+1 (FE+1), folha da espiga (FE), folha da espiga-1 (FE-1) e folha da espiga-2 (FE-2).

4. Rendimento de grãos

Na Tabela 5 observa-se que o rendimento de grãos do milho P32R21 respondeu aos tratamentos, havendo importantes variações devido ao amassamento causado pelo tráfego do pulverizador terrestre.

Tabela 5. Rendimento real ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de grãos de milho híbrido P32R21 em função da aplicação do fungicida piraclostrobina + epoxiconazol por vias terrestre e aérea em diferentes doses e estádios da cultura

Tratamento (equipamento e dose)	Rendimento real de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
1. Terrestre – $0,50\text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$	8193 bc
2. Terrestre – $0,50\text{ L}\cdot\text{ha}^{-1} + 0,50\text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$	7137 bc
3. Terrestre + aérea – $0,50\text{ L}\cdot\text{ha}^{-1} + 0,50\text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$	7526 bc
4. Terrestre – $0,75\text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$	8894 ab
5. Aéreo – $0,75\text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$	10690 a
6. Testemunha sem aplicação de fungicida	6930 c
Coeficiente de variação (%)	12,99

Médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade de erro.

O único tratamento que proporcionou rendimento de grãos significativamente superior à testemunha foi aquele onde o fungicida foi aplicado em dose única de $0,75\text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$, por via aérea, evidenciando a superioridade desta modalidade sobre a aplicação por via terrestre, nestas condições de uso.

Na Tabela 6 observa-se os valores dos danos por amassamento e do rendimento líquido de grãos do milho híbrido P32R21.

O menor dano por amassamento causado pelo equipamento terrestre ($100\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) foi observado quando a pulverização com fungicida foi realizada apenas uma vez, aos 50 dias após a semeadura. Nas aplicações mais tardias, o dano por amassamento aumentou consideravelmente, concordando parcialmente com o relato de Hanna et al. (2007). O maior dano por amassamento ($1174\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) correspondeu ao tratamento onde foram realizadas duas aplicações por via terrestre. No tratamento em que a primeira aplicação do fungicida foi com o pulverizador terrestre e a segunda com avião, o dano por

amassamento representou 1081 kg.ha⁻¹ e no tratamento com aplicação única por via terrestre no pendoamento, 404 kg.ha⁻¹. Salienta-se que em todos os tratamentos houve uma aplicação de inseticida, no dia 02/10/2006, com o equipamento terrestre. Estes dados reforçam as observações de Antuniassi (2006) sobre danos por amassamento das culturas.

Tabela 6. Danos por amassamento (kg.ha⁻¹) e rendimento líquido de grãos (kg.ha⁻¹) do milho híbrido P32R21 em função da aplicação do fungicida piraclostrobina + epoxiconazol por via aérea e terrestre em diferentes doses e estádios da cultura

Tratamento (equipamento e dose)	Amassamento (kg.ha ⁻¹)	Rendimento líquido (kg.ha ⁻¹)
1. Terrestre – 0,50 L ha ⁻¹	100	7950 bc
2. Terrestre – 0,50 L ha ⁻¹ + 0,50 L ha ⁻¹	1174	6651 c
3. Terrestre + aérea – 0,50 L ha ⁻¹ + 0,50 L ha ⁻¹	1081	6995 bc
4. Terrestre – 0,75 L ha ⁻¹	404	8545 ab
5. Aéreo – 0,75 L ha ⁻¹	---	10296 a
6. Testemunha	---	6930 bc

Coefficiente de variação (%)	227,98	13,53

Médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade de erro.

Ainda, em relação ao amassamento, cabe comentar que o menor dano obtido em aplicações tardias (404 kg.ha⁻¹) equivale a 5,4 vezes o custo da aplicação terceirizada por via aérea (75 kg.ha⁻¹). Por outro lado, este dano corresponde aproximadamente a dose de 0,75 L.ha⁻¹ do fungicida Ópera (R\$ 106,50.ha⁻¹) somado a sua aplicação por via aérea (R\$ 25,00.ha⁻¹), podendo-se inferir que ao optar pela aplicação por via aérea o fungicida e a sua aplicação apresentam custo zero em comparação com a aplicação por via terrestre.

Na Tabela 7 observa-se que não houve diferença significativa quanto ao rendimento real de grãos do híbrido P30F53 entre o tratamento por via terrestre e a testemunha.

Tabela 7. Rendimento real ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de grãos de milho híbrido P30F53 em função da aplicação do fungicida piraclostrobina + epoxiconazol por vias terrestre e aérea em diferentes doses e estádios da cultura

Tratamento (equipamento e dose)	Rendimento real de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
1. Terrestre – $0,75 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$	9072 b
2. Aéreo – $0,75 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$	11494 a
3. Testemunha	9064 b
Coeficiente de variação (%)	5,82

Médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade de erro.

A Tabela 7 também mostra que o único tratamento que proporcionou rendimento de grãos significativamente superior à testemunha foi aquele onde o fungicida foi aplicado por via aérea, evidenciando novamente a superioridade desta modalidade sobre a aplicação por via terrestre, nestas condições de uso.

Os resultados referentes ao rendimento real de grãos de milho apresentados nas Tabelas 5 e 7 concordam parcialmente com os relatos de Cunha et al. (2008), que observaram um incremento médio de 16,8 % na produção de grãos de milho devido ao controle de doenças com aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina.

Na Tabela 8 observa-se o dano por amassamento e o rendimento líquido de grãos do milho híbrido P30F53.

Tabela 8. Danos por amassamento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e rendimento líquido de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) do milho híbrido P30F53 em função da aplicação do fungicida piraclostrobina + epoxiconazol por via aérea e terrestre em diferentes doses e estádios da cultura

Tratamento (equipamento e dose)	Amassamento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Rendimento líquido ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
1. Terrestre – 0,75 L.ha ⁻¹	832	8723 b
2. Aéreo – 0,75 L.ha ⁻¹	---	11099 a
3. Testemunha	---	9064 b
Coeficiente de variação (%)	27,54	5,97

Médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade de erro.

Verifica-se que não houve diferença estatística significativa no rendimento líquido de grãos ($\text{R}\$.ha^{-1}$) entre os tratamentos por via terrestre e a testemunha (Tabela 8).

Destaca-se que o maior rendimento líquido foi obtido com a aplicação por via aérea.

5. Aspectos econômicos

A Tabela 9 apresenta os resultados obtidos pelas perdas com o amassamento da cultura pelo equipamento terrestre e a receita líquida obtida a partir da aplicação do fungicida.

Os dados evidenciam que a utilização do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina para o controle da ferrugem polissora e da helmintosporiose comum em milho, no milho híbrido P32R21, possibilita ganhos econômicos positivos que variam entre R\$ 21,74 e R\$ 1.121,93 por hectare cultivado, em comparação com a testemunha, dependendo da dose, do estágio da cultura e do equipamento de aplicação utilizado (Tabela 9).

Tabela 9. Perdas por amassamento (R\$.ha⁻¹) e receita líquida (R\$.ha⁻¹) do milho híbrido P32R21 em função da aplicação do fungicida piraclostrobina + epoxiconazol por via aérea e terrestre em diferentes doses e estádios da cultura

Tratamento (equipamento e dose)	Amassamento (R\$.ha⁻¹)	Receita líquida (R\$.ha⁻¹)
1. Terrestre – 0,50 L ha ⁻¹	33,47	2.649,90 bc
2. Terrestre – 0,50 L ha ⁻¹ + 0,50 L ha ⁻¹	391,45	2.216,88 c
3. Terrestre + aérea – 0,50 L ha ⁻¹ + 0,50 L ha ⁻¹	360,48	2.331,82 bc
4. Terrestre – 0,75 L ha ⁻¹	134,61	2.848,23 ab
5. Aéreo – 0,75 L ha ⁻¹	---	3.432,01 a
6. Testemunha	---	2.310,08 bc
Coefficiente de variação (%)	227,98	13,53

Médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade de erro.

No entanto, o tratamento onde foram realizadas duas aplicações do fungicida por via terrestre resultou em prejuízo de R\$ 93,20 por hectare em relação à testemunha. Isso pode ser atribuído em parte devido ao amassamento causado por duas passagens consecutivas do equipamento terrestre.

Na Tabela 10 observa-se que para o milho híbrido P30F53 a utilização do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina para o controle da ferrugem polissora possibilitou ganhos econômicos somente quando a aplicação foi realizada por via aérea. Estes resultados demonstram que, em termos econômicos, os custos envolvidos com a aplicação de fungicida por via terrestre não trazem nenhum benefício econômico para o produtor, quando realizado neste estágio de desenvolvimento da cultura, sendo os danos por amassamento muito significativos.

Tabela 10. Perdas por amassamento (R\$.ha⁻¹) e receita líquida (R\$.ha⁻¹) do milho híbrido P30F53 em função da aplicação do fungicida piraclostrobina + epoxiconazol por via aérea e terrestre em diferentes doses e estádios da cultura

Tratamento (equipamento e dose)	Amassamento (R\$.ha⁻¹)	Receita líquida (R\$.ha⁻¹)
1. Terrestre – 0,75 L.ha ⁻¹	277,44	2.907,67 b
2. Aéreo – 0,75 L.ha ⁻¹	---	3.699,81 a
3. Testemunha	---	3.021,40 b
Coeficiente de variação (%)	27,54	5,97

Médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade de erro.

As perdas por amassamento superam em R\$ 177,44 por hectare o custo da dose de 0,75 L.ha⁻¹ de fungicida e da sua aplicação por via aérea, demonstrando sua maior viabilidade econômica quando comparado com a aplicação por via terrestre.

Considerando os dois híbridos os ganhos proporcionados pela utilização das aplicações por via aérea em relação aos tratamentos por via terrestre (descontados os custos de ambas) variaram entre R\$ 792,14 e R\$ 1.215,13 por hectare de milho, o que comprova a superioridade da aplicação de fungicida em milho por via aérea quando comparada com a aplicação por via terrestre. De modo geral, estes resultados concordam com os relatos de Juliatti et al. (2007) e de Pinto (2007).

CONCLUSÃO

O uso do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina para o controle da ferrugem polissora e da helmintosporiose comum em genótipos de milho suscetíveis a estas doenças é uma prática sustentável e possibilita ganhos econômicos significativos, variando

estes com as doses, com os estádios da cultura e com o equipamento de aplicação utilizado.

As aplicações do fungicida por via aérea apresentam performance superior, quando comparadas com aquelas realizadas por via terrestre, sendo os danos por amassamento causados pelo pulverizador terrestre um fator relevante no momento de comparar as duas técnicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

ANTUNIASSI, U. R. Inovações tecnológicas para aplicação de defensivos agrícolas. In: BORGES, L. D. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. Passo Fundo: Plantio Direto Eventos, 2006. p.21-35. (Atualidades Técnicas 2).

AZEVEDO, L. A. S. **Proteção integrada de plantas com fungicidas: teoria, prática e manejo**. São Paulo, 2001. p. 181-185.

BAUER, F.; ALMEIDA, W. M. de; GUZELLA, E. B. Avaliação de perdas para o solo em pulverizações com diferentes pontas e espaçamentos na cultura do milho (*Zea mays* L.) sob semeadura direta. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 4., 2008. Ribeirão Preto, SP. **Artigos . . .** Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, SP, 2008. (Documentos IAC Nº 86 - 2008) 1 CD ROM

CASA, R.T.; REIS, E. M.; BLUM, M. M. C. **Quantificação de danos causados por doenças em milho**. 2007. Disponível em www.ufv.br/dfp/workshop/Resumos/MilhoDanosEpidemiologia.pdf Acessado em Novembro de 2008.

COSTA, F. M. da. **Curvas de progresso de doenças foliares do milho, sob diferentes tratamentos fungicidas.** (Dissertação de Mestrado). Unesp Jaboticabal: São Paulo, Março de 2007.

CUNHA, J. P. A. R. da; PEREIRA, R. G.; OLIVEIRA, D. R. F.; NASCIMENTO, C. Efeito de pontas e volumes de pulverização no controle químico de doenças do milho. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 4., 2008. Ribeirão Preto, SP. **Artigos . . .** Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, SP, 2008. (Documentos IAC Nº 86 - 2008) 1CD ROM

FANCELLI, L.A. **Influência do desfolhamento no desempenho de plantas e de sementes de milho (*Zea mays* L.).** (Tese de Doutorado). Piracicaba. Universidade de São Paulo. 1988.

FISCHER, K.S.; PALMER, F.E. Tropical maize. In: Goldsworthy, P.R.; Fisher, N.M. (ed.). **The physiology of tropical field crops.** Wiley. p.231-248. 1984.

FISHER, D.E.; HOOKER, A.L.; LIM, S.M.; SMITH, D.R. Leaf infection and yield loss caused by four *Helminthosporium* leaf diseases of corn. **Phytopathology**, v.66, p.942-944. 1976.

HANNA, S.; CONLEY, S.; SANTINI, J. Managing fungicide applications in soybeans. Purdue University. Agronomy Extension. Disponível em: <<http://www.ces.purdue.edu/extmedia/SPS/SPS-103-W.pdf>>. Acessado em: 21mar. 2007.

JULIATTI, F. C.; BRANDÃO, A. M.; SANTOS, J. A.; LUZ, W. C. Fungicidas na parte aérea da cultura do milho: evolução de doenças fúngicas, perdas, resposta de híbridos e melhoria da qualidade da produção. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.15, p.277-334. 2007.

KAMIKOGA, A. T. M., SALGADO, C. L.; BALMER, E. Reactions of different populations of popcorn (*Zea mays*) to *Helminthosporium turcicum*. **Summa Phytopathologica**, v.17, p.100-104. 1991.

MATHEWS, G.A. Pesticides application methods. 3rd ed. London: Blackwell Science, 2000. 432p.

OZEKI, Y.; KUNZ, R. P. Tecnologia de aplicação aérea: aspectos práticos. In: **Tecnologia e segurança na aplicação de produtos fitossanitários**. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, p.18-30, 1996.

PATAKY, J.K. Relationships between yield of sweet corn and northern leaf blight caused by *Exserohilum turcicum*. **Phytopathology**, v.82, p.370-375, 1992.

PERKINS, J.M. & PEDERSEN, W.L. Disease development and yield losses associated with northern leaf blight on corn. **Plant Disease**. p.940-943, 1987.

PINTO, N.F.J. Milho: Controle químico das principais doenças. **Revista Correio**. Janeiro de 2007, p.20-23. Disponível em www.bayercropscience.com.br

PIONEER SEMENTES LTDA. Manejo de doenças foliares no milho. In: _____. **Tecnologia aplicada em milho**. Santa Cruz do Sul, p.22-27, maio de 2007.

PIONEER SEMENTES LTDA. Disponível em www.pioneersementes.com.br Acesso em Setembro de 2008.

RAMOS, H. H.; PIO, L. C. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. In: ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M. Z.; SANTIAGO, T. **O que Engenheiros-Agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. p.133-201.

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

REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE PESQUISA DE MILHO E SORGO DO RS (50 e 33: 2005: Porto Alegre). **Indicações técnicas para o cultivo de milho e sorgo no Rio Grande do Sul 2005/2006**. Porto Alegre: FEPAGRO / Emater-RS/ASCAR, 2005. 155p.

REVISTA CULTIVAR. **Doenças:** inóculo multiplicado. São Paulo, 2006. Edição especial. Disponível em www.cultivar.inf.br Acesso em 22 nov. 2006.

VILELA, M. Fatores de sucesso no sistema BVO® - Baixo volume oleoso. In: BORGES, L. D. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas.** Passo Fundo: Plantio Direto Eventos, 2007. p.129-137. (Atualidades Técnicas 3).

VON PINHO, R.G; RAMALHO, M.A.; RESENDE, I.C. SILVA, H. P.; POZAR, G. Reação de híbridos comerciais de milho às ferrugens polissora e tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília**, v.36, n.3, p.439-445, 2001.

SCHRÖDER, E. P. **Avaliação de deriva e deposição de pulverizações aeroagrícolas na região sul do Rio Grande do Sul.** Dissertação de mestrado em Agronomia. Pelotas: UFPel, 1996. 68p.

SCHRÖDER, E. P. Aplicação aérea de defensivos agrícolas com ênfase na qualidade. In: BORGES, L. D. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas.** Passo Fundo: Plantio Direto Eventos, 2007. p.105-113. (Atualidades Técnicas 3).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sucesso ou o fracasso de uma aplicação de defensivos químicos pode ser definida pelo momento oportuno e pela escolha de um padrão de gotas que permita evitar ou reduzir os efeitos da deriva e da evaporação e que ofereça a quantidade correta de produto químico no alvo, pelo tempo suficiente para surtir o efeito desejado, associados aos critérios operacionais mais eficientes, mais econômicos e mais seguros de uma pulverização em condições ambientais apropriadas.

O efeito denominado “*down wash*” pode ser um dos argumentos atribuídos à superioridade dos resultados obtidos com a aplicação do fungicida por via aérea na maior parte dos horários avaliados com atomizadores rotativos de tela, devido a maior deposição do produto aplicado no terço inferior das plantas, proporcionando, assim, controle das doenças foliares e aumento no rendimento de grãos da soja.

Diante dos resultados atuais de tecnologia de aplicação, faz-se necessária a atualização da bula dos fungicidas Priori-Xtra[®] e Opera[®].

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *TB-344: Aplicação de defensivos agrícolas - Terminologia*. Rio de Janeiro, 1988.

ANTUNIASSI, U. R. **Tecnologia de aplicação de defensivos**. Botucatu: FCA/UNESP. 2004 (Apostila). 24p.

ANTUNIASSI, U. R. **Tecnologia de aplicação de defensivos**. Palestra proferida na Universidade de Passo Fundo no Encontro de Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas. Passo Fundo: UPF. 2005.

ANTUNIASSI, U. R. Inovações tecnológicas para aplicação de defensivos agrícolas. In: BORGES, L.D. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. Passo Fundo: Plantio Direto Eventos, p.21-35. 2006.

ARAÚJO, E. C. **Equipamentos do sistema agrícola**. Curso de atualização técnica em aviação agrícola. Pelotas: Agrotec Tecnologia Agrícola e Industrial LTDA. 2006. 137p.

ARAÚJO, E. C. **Aplicação aérea no controle de doenças em soja**. Agrotec Tecnologia Agrícola e Industrial. Pelotas, 2006a. Disponível em www.agrotec.com.br Acessado em Setembro de 2007.

ARAÚJO, E. C.; MARQUES, A. L. **Parâmetros técnicos da aplicação aérea**. Curso de atualização técnica em aviação agrícola. Pelotas: Agrotec Tecnologia Agrícola e Industrial LTDA. 2006. 34p.

BALARDIN, R. S. Doenças de final de ciclo e ferrugem. In: Reis, E. M. **Doenças na Cultura de Soja**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2004a, p.97-108.

BALARDIN, R. S. **Fungicidas e doenças em soja e trigo**. Informativo 112 da Cooperativa dos Agricultores de Plantio Direto. 2004b.

BOLLER, W. Parâmetros técnicos para seleção de pontas. In: BORGES, L. D. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. Passo Fundo: Plantio Direto Eventos, 2004. p.37-52.

BOLLER, W. **Qualidade de aplicações de defensivos agrícolas em lavouras familiares**. Relatório técnico do projeto de pesquisa para a Universidade de Passo Fundo (Processo N° 04/05-366). 2006.

BOLLER, W.; FORCELINI, C. A.; HOFFMANN, L. L. Tecnologia de aplicação de fungicidas. Passo Fundo: **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.15, p.243-276. 2007.

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

CAMARGO, T. V.; ANTUNIASSI, U. R.; VEIGA, M.; OLIVEIRA, M. A. P. Perdas na produtividade da soja causadas pelo tráfego de pulverizadores autopropelidos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 4., 2008. Ribeirão Preto, SP. **Artigos...** Instituto Agrônomo de Campinas, SP, 2008. 1 CD ROM

CARVALHO, W. P. de A. **Estudo comparativo entre métodos de amostragem de gotas para determinação de faixa de deposição nas aplicações de produtos líquidos**. Botucatu: UNESP, 1995. Dissertação de Mestrado – Energia na agricultura.

CARVALHO, W. P. A. **A aviação agrícola – parâmetros técnicos de aplicação aérea**. I Simpósio Internacional de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. Jaboticabal. 1997. 140p.

CARVALHO, W. P. de A. **Desempenho de um controlador de fluxo com DGPS para máquinas de pulverização**. Tese de doutorado apresentada na Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas: Botucatu. 2003.

CARVALHO, W. P. de A. Palestra proferida no **CONTAERO 2005**, Botucatu, 2005.

CARVALHO, W. P. de A. Palestra proferida em Rondonópolis - MT, 2006.

CHRISTOFOLETTI, J. C. **O uso de bicos de pulverização para aplicações aéreas**. São Paulo: Spraying Systems do Brasil Ltda.,1992. 24p.

CHRISTOFOLETTI, J. C. Considerações sobre tecnologia de aplicação. In: GUEDES, J. C. et al. **Tecnologia e segurança na aplicação de produtos fitossanitários**. Curso de atualização. Departamento de Defesa Fitossanitária - Sociedade de Agronomia de Santa Maria, p.8-17. 1996.

CONLEY, S. P. Soybean management. Purdue University - Agronomy Extension. Disponível em www.agry.purdue.edu Acessado em Dezembro de 2007.

FAO-ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. **Aspersores para plaguicidas agrícolas: directrices de la FAO sobre control de calidad y uso de los equipos y estándares mínimos.** Roma: FAO, 1998. 132p.

GANDOLFO, M. A. Inspeção periódica de pulverizadores agrícolas. **Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura)** – Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP – Campus de Botucatu, 2002. 92p.

HANNA, S.; CONLEY, S.; SHANER, G.; SANTINI, J. **Effect of Soybean Row Spacing and Fungicide Application Timing on Spray Canopy Penetration and Grain Yield.** Purdue University - Agronomy Extension. Disponível em www.agry.purdue.edu Acessado em Dezembro de 2007.

HILL, B. D.; INABA, D. J. Use of water-sensitive paper to monitor the deposition of aerially applied insecticides. **Journal Economy of Entomology.**, v.82, n.3, p.974-980, 1989.

HOFFMANN, L. L.; BOLLER, W. Tecnologia de aplicação de fungicidas em soja. In: COODETEC, Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. Cascavel: BAYER CropScience, p.46-60. 2004.

HOFFMANN, L. L.; REIS, E. M. Sistema de pontuação auxiliar para tomada de decisão ao controle químico de doenças foliares em soja. In: REIS, E.M. **Doenças na cultura da soja.** Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, p.135-145. 2004.

KÖNIG, K.; KLEIN, W. ; GRABLER, W. Sachkundig im Pflanzenschutz. München: Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, 3.ed., 1989. 118p.

LOBO JUNIOR, M. I. Ferrugem. Combate com tecnologia de aplicação. Disponível em www.pulverizador.com.br acesso em Dezembro de 2006.

MÁRQUEZ, L. D. **Tecnología para la aplicación de productos fitosanitarios.** Madrid: Universidad Politecnica de Madrid, 1997 (Apostila). 28p.

MATTHEWS, G. A. **Pesticides application methods**. London: Longman, 1982. 114p.

MATTHEWS, G.A. **Pesticide application methods**. 3rd ed. London: Blackwell Science, 2000. 432 p.

MATUO, T. Enfoque multidisciplinar da tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. In: **Simpósio brasileiro de tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. Jaboticabal** : UNESP, p.3-11, 1985. (Anais).

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 139p.

MIALHE, L. G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1974. 301p.

OZEKI, Y. ; KUNZ, R. P. Tecnologia de aplicação aérea – aspectos práticos. In: Guedes, J. V. C. ; Dornelles, S. H. B. **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos**: novas tecnologias. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria. 1998.

OZEKI, Y.; KUNZ, R. P. **Manual de Aplicação Aérea**. 47p, sd.

OZEKI, Y. **Manual de aplicação aérea**. São Paulo: Ed. do Autor, 2006. 101p.

PALLADINI, L. A. Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações. Tese de doutorado apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Campus de Botucatu, SP. 2000. 111p.

PEREIRA, J. L. **Tecnologia de aplicação de defensivos**: fatores intrínsecos. In: Simpósio brasileiro sobre tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas: Eficiência, economia e preservação da saúde humana e do ambiente. Jaboticabal: FCAV, p.13-40. 1987.

RAMOS, H. H.; PIO, L. C. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. In: ZAMBOLIN, L.; CONCEIÇÃO, M. Z.; SANTIAGO, T. **O que os engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. Viçosa: UFV, 2003. p.133-200.

SANTOS, J. M. F. Aspectos críticos na aplicação de defensivos agrícolas. Disponível em www.biologico.sp.gov.br acesso em 27/07/2007.

SALYANI, M.; CROMWELL, R. P. Spray drift from ground and aerial applications. Transactions of the ASAE, v.35, n.4, p. 1113-1120, 1992.

SCHRÖDER, E. P. **Avaliação de deriva e deposição de pulverizações aeroagrícolas na região sul do Rio Grande do Sul.** Dissertação de Mestrado em Agronomia. Pelotas: UFPel, 1996. 68p.

SCHRÖDER, Eugênio Passos. Aplicações em soja. **Cultivar Grandes Culturas**, n.58, fevereiro/2004.

SCHRÖDER, Eugênio Passos. Vôo Certo – A aviação agrícola vem adotando sistematicamente novas tecnologias a cada safra. **Informativo CONTAERO**, pág.08-09. 2005.

SILVA, M. P. L. **Avaliação de três sistemas de aplicação de produtos fitossanitários líquidos.** (Dissertação de mestrado), Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2004. 60p.

SINDAG – **SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA AGRÍCOLA.** Disponível em www.sindag.com.br Acessado em Junho de 2007.

THORNHILL, E. W. ; MATTHEWS, G. A. **Equipo de aplicación de pesticida para uso em agricultura.** Roma: Boletín de servicios agrícolas de la FAO, v.2. 1994. 112p.

VELLOSO, J. A. R. O. ; SOUZA, R. O. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas com pulverizador de barra. In: GUEDES, J.C. et al. **Tecnologia e segurança na aplicação de produtos fitossanitários: curso de atualização.** Departamento de Defesa Fitossanitária / Sociedade de Agronomia de Santa Maria. p.31-60. 1996.