UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

ASSISTÊNCIA DE AR E APLICAÇÃO EM VOLUME BAIXO NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA (*Phakopsora pachyrhizi* Sydon & Sydon)

RAFAEL DE SOUZA CHRISTOVAM

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp – Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura)

BOTUCATU – SP
Junho – 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

ASSISTÊNCIA DE AR E APLICAÇÃO EM VOLUME BAIXO NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA (*Phakopsora pachyrhizi* Sydon & Sydon)

RAFAEL DE SOUZA CHRISTOVAM

Orientador: Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp – Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura)

BOTUCATU – SP
Junho – 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMEN- TO DA INFORMAÇÃO – SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Christovam, Rafael de Souza, 1983-
C542a Assistência de ar e aplicação em volume baixo no controle da ferrugem asiática da soja (Phakopsora pachyrhizi Sydon & Sydon / Rafael de Souza Christovam – Botucatu : [s.n.], 2008.
vii, 68 p. : il. color., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2008
Orientador: Carlos Gilberto Raetano
Inclui bibliografia

1. Tecnologia 2. Pulverização. 3. Fungicidas. 4. Soja.
I. Raetano, Carlos Gilberto. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mêsquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciênci-as Agronômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **"ASSISTÊNCIA DE AR E APLICAÇÃO EM VOLUME BAIXO NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA (*Phakopsora pachyrhizi* Sydon & Sydon)"**

ALUNO: RAFAEL DE SOUZA CHRISTOVAM

ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS GILBERTO RAETANO

Aprovado pela Comissão Examinadora

PROF. DR. CARLOS GILBERTO RAETANO

PROF. DR. DAGOBERTO MARTINS

PROF. DR. MARCELO DA COSTA FERREIRA

Data da Realização: 20 de junho de 2008.

A Deus, aos meus pais Divaldo e Sílvia, pelo carinho, dedicação, ensinamentos e por todo amor concedido e as minhas irmãs Bruna e Carla, pela amizade incondicional e pelo convívio sempre harmonioso.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano, pela orientação, ensinamentos, sugestões e paciência que foram fundamentais para realização desta pesquisa;

Aos Professores do Departamento de Produção Vegetal – Defesa Fitossanitária e Agricultura da FCA/UNESP, pela sabedoria e ensinamentos transmitidos e aos funcionários pela colaboração e amizade;

Aos Funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção FEPP da FCA/UNESP, pela colaboração e amizade, em especial Prof Dr. Marcelo Pavan, Mário, Anselmo, Cassio, Cido;

À Empresa Máquinas Agrícolas Jacto S.A., pela ajuda no fornecimento dos equipamentos;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Ciêntífico e Tecnológico - CNPq, pela bolsa de estudos concedida durante a realização do curso;

Aos colegas do Laboratório de Tecnologia de Aplicação de Defensivos da FCA/UNESP, pela ajuda na execução desta pesquisa, em especial Mário Henrique F. A. Dal Pogetto, Hélio Oliveira Aguiar Júnior, Evandro Pereira Prado, Alexandre Merlin, Vilson, Marina Elisei Serra, Demétrius Araujo, Gustavo Miranda e Joice Jardim.

A minha tia Rosemeire V. Christovam pelo apoio e carinho.

Aos amigos de Birigui e Botucatu em especial Marcela Horácio e Fernanda Creste e que tornaram minha caminhada mais fácil e mais alegre;

E a todos aqueles que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigado.

SUMÁRIO

Página

1 RESUMO 01

2 SUMMARY.....03

3 INTRODUÇÃO 05

4 REVISÃO DE LITERATURA.....08

4.1 Importância da ferrugem asiática no Brasil 08

4.2 Tratamento fitossanitário para controle da ferrugem aiática da soja 09

4.3 Assistência de ar em barras de pulverização 11

4.4 Ângulo da barra pulverizadra ……..……..15

4.5 Baixo volume oleoso - (BVO) ……..…….18

5 MATERIAL E MÉTODOS.....19

5.1 Local dos experimentos.....19

5.2 Experimento 1 ……...20

5.2.1 Regulagem da velocidade de ar ……22

5.2.2 Substância marcadora 23

5.2.3 Alvos artificiais 23

5.2.4 Extração e quantificação do marcador.....25

5.2.5 Análise estatística 27

5.3 Experimento 2 27

5.3.1 Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi*.....27

5.3.2 Avaliação dos parâmetros de produção e produtividade 30

5.3.3 Componentes de produção 32

5.3.4 Componente da produtividade 32

5.4 Experimentos 3 e 4 32

5.5 Experimento 5 34

5.6 Experimento 6 37

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO 39

6.1 Experimento 1 39

6.1.1 Depósitos nos folíolos 39

6.1.2 Avaliação das perdas da pulverização 41

6.2 Experimento 2 43

6.2.1 Severidade da ferrugem asiática da soja 43

6.2.2 Avaliação dos parâmentros de produção e produtividade 44

6.3 Experimento 3 47

6.3.1 Depósitos nos folíolos 47

6.3.2 Avaliação das perdas da pulverização 48

6.4 Experimento 4 49

6.4.1 Severidade da ferrugem asiática da soja 49

6.4.2 Avaliação dos parâmetros de produção e produtividade 51

6.5 Experimento 5 52

6.5.1 Depósitos nos folíolos 52

6.5.2 Avaliação das perdas da pulverização 53

6.6 Experimento 6 54

6.6.1 Severidade da ferrugem asiática da soja 54

6.6.2 Avaliação dos parâmetros de produção e produtividade……...…56

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS 58

8 CONCLUSÕES……60

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....61

1 RESUMO

Com o intuito de melhorar a eficiência de controle de *Phakopsora pachyrhizi*, o presente trabalho avaliou diferentes técnicas de pulverização sobre os depósitos, e parâmetros de produção: classificação dos grãos por peneiras e peso de 1000 sementes e a produtividade da cultura. Seis experimentos foram conduzidos em área experimental da FCA/UNESP – Campus de Botucatu, na cultura da soja (var. Conquista), quatro na safra 2006/07 e dois na safra de 2007/08. O experimento 1 foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso com 8 tratamentos e quatro repetições, totalizando 32 parcelas. Os tratamentos foram distribuídos no esquema fatorial 4 x 2 (quatro níveis de ar 0, 9, 11 e 29 km h^{-1} combinados a dois ângulos de aplicação 0˚ e 30˚) com pontas de jato plano AXI 110015. As parcelas foram dimensionadas em 8,0 x 10,0 m (largura x comprimento). De cada parcela foram selecionadas, ao acaso, dez plantas para a amostragem dos depósitos da pulverização. À cada planta foram fixados alvos artificiais (papel filtro na dimensão 3 x 3 cm), dois na parte superior e dois na parte inferior das plantas e, em cada parte da planta um na superfície abaxial e outro na superfície adaxial do mesmo folíolo. Para avaliação dos depósitos, foi utilizada uma substância cúprica marcadora e a quantificação dos depósitos foi por espectrofotometria. O experimento 2 foi conduzido no mesmo local e os tratamentos distribuídos no mesmo delineamento do experimento anterior, acrescido da testemunha (plantas não tratadas). No estádio de desenvolvimento R 2 e R 5.2, foram realizadas

pulverizações com um fungicida triazol à 142 L ha^{-1}. As avaliações do número de pústulas/cm² em folíolos retirados da parte inferior da planta foram realizadas semanalmente. Nos experimentos 3 e 4 foram comparadas quatro tecnologias de aplicação: pulverização convencional (sem ar); pulverização com assistência de ar na barra a 0, 9, 11 e 29 km h^{-1} da velocidade do ar sobre os depósitos da pulverização e no controle da ferrugem asiática. Foram utilizadas pontas de pulverização de jato plano XR 8002 à 125 L ha^{-1}. No experimento 5, três níveis de ar (0, 9 e 29 km h^{-1} da velocidade de ar gerado pelo ventilador) com pontas de jato plano XR 8002 à 130 L ha^{-1} foram comparados ao bico rotativo – BVO à 40 L ha^{-1}. O experimento 6 foi conduzido nas mesmas condições do experimento 5, sendo acrescido da testemunha (plantas não tratadas). A severidade da doença foi avaliada através de escala diagramática, onde foram coletados 15 folíolos de cada parcela e submetidos a avaliação visual da doença. As notas variaram de 0,6 à 78,5% para a severidade da doença. Para a pulverização com ou sem assistência de ar foi utilizado um pulverizador modelo Advance Vortex com barra pulverizadora de 18,5 metros. Já para a pulverização utilizando o bico rotativo (BVO), foi utilizado um pulverizador Condor AM 12 (automático) com barra pulverizadora de 13 m. A assistência de ar promoveu incremento dos depósitos da pulverização na cultura da soja, var. Conquista, especialmente na parte inferior da planta e superfície abaxial dos folíolos. A combinação de angulação da barra à 30˚, a favor do deslocamento do equipamento, com velocidade máxima de ar gerada pelo ventilador proporcionaram maiores depósitos na cultura da soja. Barra angulada de 30˚ com assistência de ar (29 km h^{-1} da velocidade) influenciou positivamente no controle da ferrugem da soja. Na safra 2007/08 a assistência de ar comparada ao sistema rotativo (BVO), não mostrou diferença significativa sobre os depósitos da pulverização na superfície adaxial e abaxial da parte inferior da planta. A assistência de ar (29 km h^{-1} da velocidade) influenciou positivamente na produtividade da cultura da soja em relação aos demais tratamentos.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação, baixo volume oleoso, ângulação da barra pulverizadora, fungicida.

AIR-ASSISTANCE AND LOW VOLUME APPLICATION IN SPRAY DEPOSITION TO CONTROL OF SOYBEAN RUST. Botucatu, 2008. 68p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: RAFAEL DE SOUZA CHRISTOVAM

Adviser: CARLOS GILBERTO RAETANO

2 SUMMARY

In order to improve control efficiency of *Phakopsora pachyrhizi* the present research evaluated different spraying techniques on spray deposits and yield parameters: classification of the seeds by sieving and the weight of 1000 seeds and the productivity of the crops. Six experiments were carried out in the experimental area of FCA/UNESP – Botucatu, SP, on soybean crop (Conquista variety). Four of these experiments on the 2006/07 crop and two in the 2007/08 crop were carried out. The first experiment was set in blocks at random design with 8 treatments and four repetitions, totalysing 32 parcels. The treatments were distributed in the squeme 4 x 2 (four air levels 0, 9, 11 and 29 km h^{-1} combined at two application angles, 0˚ and 30˚) using flat fan nozzles AXI 110015 type. The dimensions of the parcels were 8,0 x 10,0 m (length x width). In each parcel were selected, at random, ten plants to samplify the spray deposits. Artficial targets (filter paper with 3 x 3 cm) were fixed on each plant, two in the upper part and two at the bottom part of the plants and, in each part there was one target the abaxial and another one in the adaxial surface of the same leaflet. For deposits evaluation a tracer cupric substance was used and the spray deposits were quantified by spectrophotometry. The second experiment was carried out in the same place and the treatments were distributed in the same experimental design, more check plot (non treated plants). In R 2 and R 5.2 growth stages it was sprayed a triazol fungicide at 142 L ha^{-1}. Evaluations of the number of pustules cm^{-2} on leaflets that were removed from the lower part of the plants were realized weekly. On the third and fourth experiments four application technologies were compared: conventional spraying (whitout air) and spraying with the help of air in boom spray at 9, 11 and 29 km h^{-1} of the air speed on spray deposits and to control of

soybean rust. There experiments used flat fan spray nozzles XR 8002 type at 125 L ha^{-1}. In the fifth experiment three air levels (0, 9 and 29 km h^{-1} of the air speed produced by the fan) with flat nozzles XR 8002 at 130 L ha^{-1} were compared with atomizer - low volume oily – LVO at 40 L ha^{-1}. The last experiment was carried out in the same conditions of the until experiment, a more a check plot (non treated plants). The disease severity of was evaluated by a diagrammatic grade scale. Fifteen leaflets of each parcel were submitted for a visual evaluation of the disease. The percentage of disease severity came from 0.6 to 78.5%. For the spraying with or without air of an air assisted sprayer Advance Vortex model with boom of 18.5 m was used. For the spraying with the rotational system, a sprayer Condor AM 12 (automactic) with spray boom of 13.0 m, was used. With the help of air, there was an increase of the spray deposits on the soybean crop, Conquista variety, specialy on the in botton part of plants and abaxial surface of leaflets. The combination of spray boom angled at 30˚, forward displacement of the equipment, with the maximum air speed produced by the fan, promoted greater deposits on soybean crops. The spray boom angled at 30˚ with air (29 km h^{-1} of air speed) positively influenced soybean rust control. In the 2007/08 crop, the air-assistance when compared to the rotacional system (LVO) did not show differences on spray deposits in the adaxial and abaxial surfaces of the bottom part of the plants. The air-assistance (29 km h^{-1} of air speed) positively influenced the soybean productivity in relation to the other treatments.

Keywords: Application technology, low volume in oil, sprayer boom angle, fungicide.

3 INTRODUÇÃO

Atualmente um dos fatores que acarreta o aumento do custo de produção da cultura da soja é, sem dúvida, a aplicação de produtos fitossanitários. Atualmente a doença mais preocupante na cultura é a ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow, que se não controlada, pode provocar a perda total da cultura (Yorinori et al., 2004).

Nos últimos anos a ferrugem asiática tem merecido atenção especial devido à sua severidade e dificuldade de controle, por se desenvolver em toda a parte aérea da planta prejudicando sua fisiologia e reduzindo drasticamente a produção de grãos.

Lavouras livres da doença podem alcançar uma produtividade média de 55 sacas ha^{-1}. Porém, o custo de produção encontra-se por volta de 40,6 sacas ha^{-1}, sendo recomendável o controle do agente causal da doença (Yorinori, 2005).

Para o controle eficiente da ferrugem e a redução dos custos de produção deve-se aprimorar as técnicas e os equipamentos de aplicação de produtos fitossanitários, os quais, por sua vez, melhoram a distribuição da pulverização e a colocação do produto no alvo desejado, mais especificamente nas folhas localizadas no baixeiro da cultura, onde a doença inicia sua infestação.

Uma das técnicas utilizadas para melhorar a eficiência dos produtos fitossanítários no combate à ferrugem asiática da soja é a utilização de tamanho de gotas que

proporcionam boa cobertura, variando entre 200 a 300 micrometros (Ozkan, 2005). No entanto, podem ser utilizados gotas menores que 100 µm, com controle de deriva, e pulverizadores dotados de assistência de ar junto à barra de pulverização.

A aplicação dos fungicidas visando o controle da ferrugem asiática tem sido realizada sob a forma de pulverização terrestre ou aérea, utilizando-se respectivamente de pulverizadores montados, tracionados, autopropelidos e aeronaves agrícolas. Para a definição das estratégias de controle da ferrugem, quanto à tecnologia de aplicação, deve-se conhecer como os fungicidas sistêmicos se movimentam nas plantas após a aplicação e absorção. No mercado atual, a maioria dos fungicidas para ferrugem apresentam movimentação no sentido da base para o topo de cada folha, com mínima chance de movimentação no sentido contrário e sem a possibilidade de translocação de uma folha para outra (Antuniassi, 2005).

Para os produtos de contato ou de menor ação sistêmica, o uso de gotas menores e/ou maior volume de calda torna-se necessário, devido a maior dependência com relação à cobertura dos alvos. Os produtos sistêmicos podem ser aplicados com menor densidade de gotas permitindo o uso de gotas maiores, o que facilita a adoção de técnicas para redução de deriva e melhora a segurança da aplicação aumentando a eficiência. Se usadas de maneira correta, gotas grandes proporcionam bom nível de depósito, mas não proporcionam boas condições de cobertura e penetração (Antuniassi, 2006).

Estudos evidenciam que o uso da assistência de ar junto à barra de pulverização, acoplados ao sistema hidráulico do trator ou de arrasto, reduz a deriva, aumentando a penetração das gotas no dossel da cultura e melhora a distribuição da pulverização (Taylor et al., 1989; Cooke et al., 1990; Taylor e Andersen, 1991; Bauer e Raetano, 2000).

Outra possibilidade de melhoria da cobertura de pulverização, com pulverizadores sem assistência de ar, são aplicações dirigidas, envolvendo toda a linha de plantio ou apenas duas delas , colocando-se pontas de pulverização na extremidade de pingentes, deslocando-os na entre linha da cultura (Ozkan, 2005). Porém, essa técnica exige alterações no espaçamento da cultura, aqueles atualmente praticados (Raetano e Merlin, 2006). Recentemente, o uso de bicos rotativos tem despertado o interesse como tecnologia de aplicação alternativa no controle da ferrugem asiática da soja por utilizar formulações e caldas

oleosas, volumes de pulverização menores e, consequentemente, maior desempenho operacional com pulverizadores de barra.

No Brasil, novas técnicas de aplicação de produtos fitossanitários, usando volumes baixos e bicos rotativos, têm sido desenvolvidas na Região-Oeste (Cerrado) para controle da ferrugem asiática. Assim, o presente trabalho teve como objetivo comparar diferentes tecnologias de aplicação dos produtos fitossanitários: barra de pulverização com e sem assistência de ar, ângulo das pontas de pulverização na barra e bico rotativo-baixo volume oleoso – BVO sobre os depósitos e perdas da pulverização, no controle da ferrugem asiática e na produtividade da cultura da soja.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Importância da ferrugem asiática no Brasil

A ferrugem asiática da soja, causada por *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow, foi relatada pela primeira vez no Japão (1902) e em 1914, surgiu como epidemia em vários países no sudeste da Ásia.

Em 1976, foi descrita em Porto Rico. No Brasil foi constatada na safra de 2000/01, representando uma grande ameaça para os países do continente americano (Vakili e Bromfield, 1976; Yorinori et al., 2002).

Segundo Yorinori e Paiva (2002), após a primeira constatação de ferrugem no Paraguai e posteriormente no Brasil (PR) em 2001, a doença espalhou-se rapidamente pela maioria dos países latinos (Brasil, Paraguai, Bolívia e partes da Argentina).

Benchimol et al. (2004) enfatizaram a expansão da doença na safra 2002/03 até Balsas – MA, atingindo nesta época um total de mais de 90% da área de soja no Brasil. Na safra 2003/04 foi detectada em todas as regiões produtoras de soja do Brasil, ao Sul da linha do Equador, inclusive em Paragominas e Ulianópolis, no Pará. Conforme relatado por Yorinori (2005), a única região de soja no Brasil onde não foi constatada a doença (até 2005) foi Boa Vista, em Roraima, no Hemisfério Norte.

A impotância da ferrugem asiática no Brasil pode ser avaliada pela sua rápida expansão, pela agressividade e pelo montante de perdas na produção. O custo da doença no Brasil, estimado no período de 2002 a 2006, já superou US$ 7 bilhões (Yorinori, 2006).

Os primeiros sintomas da doença se iniciam nas partes mais baixa da planta e se multiplica-se até atingir o topo da planta (Ozkan et al., 2005). Esta ocorrência está relacionada às condições climáticas favoráveis (temperaturas médias menores que 28˚C e molhamento foliar de mais de dez horas). O período crítico da doença tem se mostrado na fase reprodutiva da cultura, a partir do florescimento, porém pode ocorrer já nos primeiros estádios de desenvolvimento (Furlan, 2005).

Pelo fato do agente causal ser facilmente disseminado pelo vento, exige-se vigilância, treinamento e capacitação contínuos na identificação precoce da doença. O seu controle não permite descuidos ou falhas no manejo da cultura e nas estratégias adotadas. A cada ano a severidade da doença tem aumentado nas regiões de clima mais favoráveis. Do mesmo modo também tem aumentado o custo do controle, apesar da redução dos preços da maioria dos fungicidas (Yorinori, 2006). Na atual falta de cultivares resistentes, o uso de produto fitossanitários via pulverização é a forma mais eficaz e imediata de controle até o momento (Yorinori, 2002).

Portanto, melhores conhecimentos de epidemiologia e o desenvolvimento de novas técnicas de aplicação dos produtos fitossanitários são essenciais para minimizar os prejuízos da doença (Sinclair e Hartman, 1999; Furlan, 2005).

4.2 Tratamento Fitossanitario para controle da ferrugem asiática da soja

Existem no mercado vários fungicidas registrados para o controle da ferrugem asiática da soja entre sistêmicos ou protetores, constituindo um dos principais problemas para os produtores a aquisição do fungicida adequado.

Em muitos casos, prioriza-se o produto fitossanitário a ser aplicado e dá-se pouca importância à técnica de aplicação. Não basta ter conhecimento do produto, também é de fundamental importância conhecer a forma de aplicação. É preciso garantir que o produto alcance o alvo de forma eficiente e precisa, minimizando as perdas e cotaminações.

Assim, na seleção da melhor estratégia de pulverização para o controle da ferrugem, são necessários conhecimentos do fungicida e de equipamentos apropriados, particularmente das pontas de pulverização, momento correto de aplicação, bem como o monitoramento da acurácia na aplicação da dosagem previamente estabelecida (Ozkan, 2005).

Uma vez que, o controle somente é feito através de pulverizações com fungicidas, as aplicações preferencialmente devem ser realizadas de forma preventiva com produtos a base de triazol, ou ainda, de forma curativa (Yorinori, 2005). O momento correto das aplicações é determinado pelas condições climáticas, presença e severidade da doença, idade da planta e eficiência dos fungicidas (Yorinori et al., 2004).

A aplicação de fungicidas deve ser encarada como parte de um conjunto de medidas e não a única forma de controlar doenças, só devendo ser adotada quando demais medidas não forem eficientes (Kimati et al., 1997). Em função de seu espectro de ação, maior ou menor toxicidade, tenacidade e fitotoxicidade, os fungicidas devem ser recomendados e aplicados adequadamente.

Antuniassi (2005) cita que uma característica importante para a definição das estratégias de controle da ferrugem quanto à tecnologia de aplicação é a maneira como os fungicidas sistêmicos se movimentam nas plantas da cultura após a aplicação e absorção. No mercado atual, a maioria dos fungicidas para ferrugem apresentam movimentação no sentido da base para o topo de cada folha, com a mínima chance de movimentação no sentido contrário e sem a possibilidade de translocação de uma folha para outra.

Para os produtos de contato ou de menor ação sistêmica, o uso de gotas menores e/ou maior volume de calda torna-se necessário, devido a maior dependência com relação à cobertura dos alvos. Os produtos sistêmicos podem ser aplicados com menor densidade de gotas permitindo o uso de gotas maiores, o que facilita a adoção de técnicas para a redução de deriva e melhora a segurança da aplicação aumentando a eficiência. Se usadas de maneira correta, gotas grandes proporcionam bom nível de depósito, mas não proporcionam boas condições de cobertura e penetração (Antuniassi, 2006).

Antuniassi (2005) chama a atenção para o controle em aplicações preventivas, as quais têm se mostrado mais eficientes e por esta razão é grande a demanda por

sistemas de aplicação eficientes e de alto desempenho operacional, visando o momento mais adequado.

4.3 Assistência de ar em barras de pulverização

A deposição de produtos aplicados sobre plantas normalmente apresenta-se de forma irregular e entre os fatores que afetam a aplicação de produtos fitossanitários por pulverizadores equipados com barras horizontais está a manutenção da barra em uma altura constante do solo durante a pulverização (Fedrizzi et al., 1995). Kaul et al. (1996) relataram que a deposição e perdas do produto são influenciados pela velocidade de vento, altura de barra, velocidade do trator, altura da cultura e estabilidade atmosférica.

Desta forma, alterações nos equipamentos de pulverizações que permitam melhorar o nível de eficiência dos produtos pelo aumento na quantidade depositada, proporcionalmente à quantidade aplicada, revertem em ganho econômico e menor impacto ao ambiente.

Com o intuito de melhorar a aplicação de fungicidas na cultura da soja, pulverizadores têm sido equipados com barras dotadas de assistência de ar, as quais direcionam o fluxo da calda de pulverização, evitando perdas por deriva (Cooke et al., 1990; Bauer e Raetano, 2000) e melhorando a distribuição e a deposição do produto na superfície abaxial das folhas localizadas no baixeiro da cultura (Leonard et al., 2000; Panneton et al., 2000; Venegas, 2002).

Cooke et al. (1990), em experimento de campo, comparando um pulverizador convencional com um equipamento dotado de assistência de ar com aplicações em diversas culturas relatam que na cultura da cevada (31 dias após o plantio) foram encontrados maiores depósitos provenientes do equipamento com ar assistido sobre alvos verticais, mas em alvos horizontais esse equipamento conseguiu níveis bem menores que o convencional. Nesse caso, onde o volume de aplicação foi de 100L ha^{-1}, a deriva foi maior com o equipamento dotado de assistência de ar. Mas aos 48 dias após o plantio o padrão de deposição mudou, com o equipamento com assistência de ar obtendo maiores depósitos nos caules e nas folhas superiores decrescendo nas folhas mais baixas, aplicando-se o mesmo volume de calda. Um dado interessante nesse trabalho foi que, aos 48 dias após o plantio da

cevada e com volumes de 100L ha^{-1} a perda de calda para o solo foi de 11% com o equipamento convencional e 4% com o equipamento com ar assistido.

Esses mesmos autores demonstram que o equipamento com assitência de ar pode aumentar ou diminuir a deriva, se comparado ao equipamento convencional, dependendo da idade das plantas e do tipo de cultura alvo, da configuração operacional, inclusive a velocidade do ar na barra de pulverização, e do tipo de bicos. Concluem que o uso da assistência de ar pode contribuir para redução na dosagem dos produtos fitossanitários, mas para que isso ocorra muita pesquisa e desenvolvimento serão necessários para diminuir a deriva causada por esses equipamentos a padrões iguais ou menores que os convencionais.

Resultados obtidos por Lockley (1993) mostraram que um primeiro experimento, realizado em 1990 na cultura do trigo, não houve diferenças significativas entre aplicações com e sem assistência de ar junto a barra de pulverização. Num segundo experimento, realizado em 1991 com a mesma cultura, porém em local diferente do anterior, verificou que a maior velocidade do ar assistido obteve melhor controle na aplicação do fungicida propiconazole. Concluiu-se nesse experimento, que a assistência de ar teve pouco efeito no controle de *Septoria tritici* na cultura do trigo, mas que o aumento da velocidade do ar assistido teve melhor efeito do que o ar a baixa velocidade, sem, no entanto, relatar os valores dessa velocidade do ar referindo-se somente à velocidade máxima e mínima do ar na barra de pulverização.

May (1991) afirma que o uso da assistência de ar reduziu a deriva em aproximadamente 50% quando comparada a aplicação sem assistência de ar e que o uso dessa tecnologia melhorou em 30% a deposição nas entre linhas da cultura. Quando a velocidade do ar foi máxima (trabalhando com gotas finas e 90 L ha^{-1} de calda) aumentou a deposição na face inferior das folhas em aplicação de herbicida na cultura da beterraba. Da mesma forma, Matthews (1992) constatou que uma melhor penetração da pulverização nas culturas e redução da deriva podem ser conseguidas com o uso de barras com assistência de ar.

A assistência de ar em barras de pulverização contribui para o incremento dos depósitos nas superfícies abaxial e adaxial das folhas da parte superior das plantas de soja, porém estudos são necessários para o estabelecimento das melhores condições operacionais (dinâmica do volume de ar em função das velocidades do ar e de deslocamento do equipamento) para o aumento dos depósitos na parte inferior das plantas.

A seleção da velocidade e volume de ar em pulverizações deve estar relacionado ao estádio de desenvolvimento da cultura, pois quanto maior o índice de área foliar (IAF), são menores as perdas das gotas pela deflexão do ar. Já, para pulverizações em solo nu não se recomenda o uso dessa tecnologia por incrementar a deriva, decorrente desse processo físico e ausência da vegetação. A contaminação do solo cultivado com cereais pode ser reduzida, em aproximadamente 40%, ao utilizar-se de 50% da velocidade máxima do ar gerado pelo ventilador em pulverizador dotado de assistência de ar na barra, em relação a aplicação convencional (sem ar), conforme relatado por (Taylor e Andersen, 1997).

Raetano e Bauer (2003) avaliaram o efeito da variação de velocidade do ar (50, 75 e 100% da capacidade máxima de rotação do ventilador) em barra de pulverização na deposição de produtos fitossanitários na cultura do feijoeiro, cv. Carioca. Aos 48 dias, após a emergência, foram aplicados 200 g 100 L^{-1} d'água de óxido cuproso com as pontas AXI-110015 à 206,7 kPa e JA-1 à 1.033,5 kPa, com ou sem a assistência de ar, utilizando-se um pulverizador Modelo Falcon Vortex com velocidade de deslocamento de 6,1 $km.h^{-1}$. O volume de calda foi 100 L ha^{-1}, em ambas as condições operacionais. A variação da velocidade do ar não influenciou os níveis de depósitos na cultura, mas o uso da assistência de ar, operada a plena capacidade do ventilador, resultou em melhores níveis de depósitos na superfície abaxial dos folíolos posicionados na parte baixa das plantas.

Gotas finas propiciam maiores depósitos nas plantas, especialmente em monocotiledôneas Porém, estão mais suscetíveis à deriva. Dessa forma, a assistência de ar possibilita o uso das gotas finas com maior eficiência, pela redução da deriva e maiores depósitos sobre o alvo, além de possibilitar maior penetração dessas gotas em culturas mais enfolhadas com redução das perdas para o solo (Jorgensen e Witt, 2000).

Por outro lado, gotas grossas geralmente propiciam bom controle de deriva. Em dicotiledôneas, os depósitos não são apenas dependentes do tamanho das gotas (Nordbo, 1992). Ao contrário do obtido com gotas de menor diâmetro, as gotas grossas proporcionam depósitos significativamente menores em superfícies verticais (monocotiledôneas) e, especialmente, nos estádios iniciais de desenvolvimento com o aumento da perda para o solo proporcionalmente ao seu tamanho (Jorgensen e Witt, 2000).

Pelo fato das gotas menores prolongarem sua trajetória no ar, na pulverização convencional (sem ar), estas tornam-se expostas às correntes aéreas por períodos

relativamente longos antes de atingir ou penetrar na vegetação, quando não desviam do alvo. Dessa forma, a deriva de gotas menores (aerotransportadas) não é somente função do seu tamanho e velocidade do vento, mas certamente depende das propriedades aerodinâmicas do bico de pulverização selecionado. Equipamentos com assistência de ar descendente tem sido usados para aumentar a penetração das gotas no interior da cultura e reduzir a deriva das pulverizações (Taylor et al., 1989; Cooke et al., 1990; Taylor e Andersen, 1991; Bauer e Raetano, 2000).

Bauer e Raetano (2000), avaliando o efeito da assistência de ar na deposição e perdas de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da soja, em relação ao equipamento convencional (sem ar) com alvos artificiais constataram níveis significativamente menores de deriva (aerotransportada) para o equipamento dotado de ar em diferentes distâncias da barra pulverizadora. Os autores também constataram menor deriva por sedimentação na área externa à cultura com o uso da assistência de ar junto à barra pulverizadora.

Na Holanda, testes com o pulverizador assistido a ar Twin (Hardi) foram conduzidos em plantios de batata. No geral, a assistência de ar reduziu a deriva por sedimentação em 50% e a deriva aerotransportada em 75%. Neste país, a porcentagem de deriva aceita está entre 8,0 – 10,0% para a distância de 1,5 a 2,0 metros da barra e ao redor de 0,2% entre 5,0 a 6,0 metros. A recomendação para a realização de pulverizações na Holanda é com velocidade de vento inferior a 5,0 m s^{-1}. Já para a Alemanha os valores de deriva por sedimentação admitidos nas aplicações dos produtos fitossanitários variam de 0,6 a 0,1%, respectivamente para as distâncias de 5,0 a 30,0 metros da barra pulverizadora (Jorgensen e Witt, 2000).

Considerando os limites de deriva aceitos em pulverização na Alemanha, a distância segura para a aplicação próximo aos canais de água (irrigação/drenagem) nesse país é 10,0 metros para 80% dos herbicidas aprovados para uso e de 20,0 metros para outros herbicidas. A França e a Bélgica seguem os limites de deriva aceitos na Alemanha.

Alvos artificiais foram usados por Morley Research Centre para simular plantas daninhas em beterraba açucareira. As variações nos valores dos depósitos de pulverizações com assistência de ar foram menores em relação aos obtidos com o

pulverizador convencional (Taylor e Andersen, 1997). Esses autores também constataram a influência da assistência de ar sobre a redução no percentual de deriva em relação a aplicação convencional (sem ar), sendo de 90, 84, 83, 76, 68 e 61%, respectivamente pulverizando-se cevada, feijão, ervilha, couve de Bruxelas, alface e alho-poró com gotas finas. A assistência de ar, também pode contribuir para a redução da deriva e dose do herbicida na dessecação da comunidade de plantas infestantes (Garcia et al., 2004).

Atualmente, estudos envolvendo modelos computacionais objetivam esclarecer o relacionamento entre o ar liberado, risco de deriva e depósito no alvo. Resultados preliminares têm mostrado que o aumento da velocidade de deslocamento com pulverizadores assistidos a ar pode reduzir a deriva, mas proporciona menor uniformidade do tratamento na cultura alvo (Miller, 1997).

4.4 Ângulo da barra pulverizadora

O posicionamento em ângulo dos jatos de pulverização, em relação a vertical, combinado ao uso da assistência de ar, pode incrementar os níveis dos depósitos da pulverização na superfície abaxial das folhas, principalmente na parte inferior das plantas, proporcionando melhor controle das doenças (Scudeler, 2005; Venegas et al., 2003).

Bauer (2002) utilizando-se diferentes pontas de pulverização, diferentes pressões, alturas e ângulos de aplicação com relação à vertical para avaliar a deposição da pulverização em dois estádios de desenvolvimento da cultura da soja, conclui que melhores deposições da pulverização foram obtidas com angulação da barra e que os bicos posicionados a 45˚, no sentido do deslocamento do equipamento proporcionaram os maiores depósitos na cultura.

Panneton et al. (2000) analisando os efeitos dos ângulos das pontas de pulverização, em túnel de vento, utilizando ângulos de aplicação desde -10˚ a 40,2˚ puderam observar que as pontas num ângulo de 20˚ em relação a vertical, no sentido de deslocamento do equipamento, aumentou o depósito e a penetração da pulverização na cultura da batata cultivar ‘Kennebec’.

Estudos evidenciam que a angulação dos jatos de pulverização, combinada ao uso da assistência de ar, podem otimizar os níveis dos depósitos da

pulverização na superfície abaxial das folhas, principalmente na parte inferior das plantas, proporcionando melhor controle das doenças (Scudeler e Raetano, 2006; Venegas et al., 2003).

Dorr (1990) comparando o efeito da orientação de bicos de jato plano, em relação à vertical, e o ângulo do jato pulverizado sobre a deposição, concluiu que houve aumento na deposição com bicos trabalhando com ângulo de 45˚ em relação à vertical no sentido do deslocamento, e que os fatores ambientais e o tempo de ensaio (pulverização) tiveram grande influência na deposição.

Friesen e Wall (1991) estudaram o ângulo de aplicação (45˚ e 90˚) dos bicos para determinar a eficiência do herbicida "fluazifop-p-butyl" no controle de algumas plantas daninhas na cultura do linho e observaram que ao orienta-los a 45˚ no sentido do deslocamento do equipamento apresentaram melhor controle, sendo que as maiores diferenças ocorreram para as menores doses do produto e em condições de estresse hídrico.

Balsari e Tomagnone (1993) avaliaram 20 bicos utilizados em pulverizações, estudando vazão, ângulo de aplicação e padrões de distribuição. Os autores contataram grande efeito da vazão e do ângulo de aplicação no padrão de distribuição. Os autores relatam, ainda, que os testes mostraram a importância da verificação de parâmetros de aplicação relacinados às pontas dos bicos, principalmente vazão e padrão de distribuição.

Tomazella (1997) avaliou a deposição da calda (água mais traçador NaCl) em folhas de *Brachiaria plantaginea* e no solo variando o volume de calda, a densidade de plantas e o ângulo do bico em relação a barra. Neste trabalho os ângulos estudados foram -30˚, -15˚, 90˚, +15˚, +30˚ sendo o sinal negativo para o sentido do deslocamento do equipamento e o sinal positivo oposto ao deslocamento. Verificou que a quantidade de calda retirada pelo alvo foi estatisticamente superior quando foram usadas quaisquer configurações comparadas a tradicional de 90˚ em relação ao reslocamento (posição vertical). Verificou, ainda, que a quantidade de calda recebida pelo alvo foi 53, 71, 55 e 41% superior a configuração tradicional (vertical) para as configurações +15˚, +30˚, -15˚ e -30˚, respectivamente.

Silva (2000), ao estudar o depósito de traçadores no solo e em plantas de *Cyperus rotundus*, trabalhando com ângulos de incidência do jato de pulverização de -30˚, -15˚, +15˚ e +30˚ em relação à vertical, constatou que os maiores valores de depósitos

ocorreram com ângulos +15˚ e +30˚ (no sentido do deslocamento), onde obteve incrementos dos depósitos de 26, 34 e 50, 60% respectivamente quando comparados ao ângulo de 0˚, ou vertical. Na mesma linha de pesquisa, Tomazela (2001), conclui que os ângulos no sentido do deslocamento do equipamento apresentam maiores depósitos sobre plantas de *Brachiaria plantaginea* em relação à vertical, sendo que o ângulo de 30˚ no sentido do deslocamento proporcionou incrementos no volume de depósitos da ordem de 24% e que os ângulos de 15 e 30˚ no sentido contrário ao deslocamento proporcionaram decréscimos nos depósitos na planta alvo.

Raetano e Merlin (2006), avaliando o efeito de volumes de aplicação, assistência de ar e o ângulo de posicionamento dos bicos na barra pulverizadora constataram níveis maiores dos depósitos na superfície adaxial dos folíolos, na parte superior das plantas de soja (var. IAC-19). Isto ocorreu quando a pulverização foi realizada na presença de assistência de ar com pontas de pulverização de jato cônico vazio (JA-2), a 30˚ em relação à vertical (a favor do deslocamento do equipamento) e volume de 143 L. ha^{-1}.

No entanto, Maciel et al. (2001) avaliando os depósitos em alvos artificiais (papel hidrosensível) e naturais (plantas de *Ipomea grandifolia*), na presença e ausência do surfatante Aterbane BR, em cinco ângulos da ponta de pulverização XR 11002, sendo -30˚, -15˚, 90˚, +15˚ e +30˚, onde o sinal negativo indica sentido contrário ao deslocamento do equipamento e positivo à favor, concluíram não haver diferenças na deposição com a variação do ângulo de aplicação.

A interferência da angulação da barra de pulverização, em presença ou não da assistência de ar junto à barra, sobre os níveis dos depósitos de um traçador cúprico na cultura da batata cv. Ágata foi estudada por (Scudeler e Raetano, 2006). Um fungicida cúprico (840 g de i.a. kg^{-1} equivalente a 500 g kg^{-1} de cobre metálico) na dosagem de 200 g de p.c. 100 L^{-1} d'água foi aplicado aos 58 dias, após o plantio, em presença ou não da assistência de ar combinados aos ângulos de aplicação +30°(a favor do deslocamento), 0° (vertical) e – 30° (contrário ao deslocamento), com a ponta de pulverização de jato cônico vazio JA-4 (621 kPa) e volume de calda equivalente a 400 L ha^{-1}. Os maiores depósitos nos folíolos foram constatados com bicos posicionados a 0° e +30°, em presença da assistência de ar, tanto na parte superior quanto na inferior da planta, na superfície adaxial e abaxial. A presença do ar,

além de propiciar maiores depósitos na parte inferior das plantas, mudou o gradiente vertical, proporcionando maior uniformidade na distribuição dos depósitos na planta.

4.5 Baixo volume oleoso - BVO

A tecnologia denominada baixo volume oleoso - BVO, desenvolvida desde 1998 pelo Centro Brasileiro de Bioaeronáutica (CBB) busca reduzir as perdas nas aplicações sem prejuízos na eficiência biológica. Baseia-se na formação de espectro homogêneo de gotas, por bicos rotativos de discos (Monteiro, 2005). Este autor explica que a calda é constituída pela mistura orientada de óleo emulsificante, produtos fitossanitários e água, resultando em emulsão invertida estável, com baixo índice de evaporação, o que permite a aplicação de baixos volumes de calda, entre 2 a 10 L ha^{-1}, com reduzida perda por evaporação.

A aplicação de produtos fitossanitários baseia-se, na maioria dos casos, na distribuição de caldas formadas em meios líquidos, principalmente água, contendo os ingredientes ativos em suas formulações (Ramos, 2000). Para a sua distribuição, de forma o mais uniforme possível, a formação de gotas é o artifício utilizado. Assim, a maioria dos equipamentos de aplicação utiliza-se, dentre outros elementos, de bicos de energia hidráulica ou de energia centrífuga para a formação das gotas (Lefebvre, 1993).

Os bicos hidráulicos e bicos que utilizam a energia centrífuga (rotativos), possuem características próprias tratando-se do espectro de gotas que produzem. Enquanto os bicos hidráulicos produzem gotas muito pequenas até muito grandes, caracterizando um espectro heterogêneo, os atomizadores rotativos são capazes de produzir gotas menores em espectros mais homogêneos (Lefebvre, 1993; Holland, et al., 1997), o que pode proporcionar maior eficiência de controle de pragas quando se utilizam estes equipamentos. Portanto, é de grande importância o desenvolvimento de tecnologias de aplicação que possibilitem maior deposição dos produtos fitossnitários nas partes média e inferior das plantas de soja visando o controle da ferrugem asiática, considerando a epidemiologia da doença.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Local dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos em área experimental da fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção (FEPP) da FCA/UNESP – Campus de Botucatu, Gleba Cascalheira, na cultura da soja, var. Conquista, nas safras de 2006/07 (experimentos 1, 2, 3 e 4) e 2007/08 (experimentos 5 e 6). A área está situada a uma altitude de 724 metros, com as seguintes coordenadas geográficas 22˚48’59,7” de latitude Sul e 48˚25’38,2” de longitude Oeste, com vento predominante na direção Leste para Oeste.

A seleção da variedade Conquista se deveu à arquitetura da planta com folhas maiores, ciclo de desenvolvimento mais prolongado e porte da planta maior, sendo assim, proporcionando um microclima favorável ao desenvolvimento da doença.

A semeadura da soja na safra de 2006/07 foi realizada no dia 18/12/2006 com espaçamento de 0,45 m entre linhas de plantio e conduzida no sistema de plantio convencional. A colheita foi realizada em 04/05/2007. Já na safra de 2007/08 a semeadura foi realizada dia 23/11/2007 com espaçamento de 0,45 m entre linhas de plantio e conduzida no sistema plantio direto. A colheita foi realizada em 29/04/2008.

5.2 Experimento 1

O experimento foi conduzido no delineamento de blocos ao acaso com 8 tratamentos em quatro repetições, totalizando 32 parcelas. Os tratamentos foram distribuídos no esquema fatorial 4 x 2 (quatro níveis de ar combinado a dois ângulos de aplicação), conforme apresentados na Tabela 1.

No estádio de desenvolvimento R 2, foi realizada uma pulverização aos 85 dias após a semeadura (DAS) com substância marcadora na concentração de 250 g 100 L^{-1} de um produto cúprico na forma de oxicloreto de cobre, utilizando-se um pulverizador Advance Vortex 2000 com barras de 18,5 m de comprimento, equipadas com 37 pontas de pulverização de jato plano, AXI 110015, operando à pressão de 295,67 kPa para a aplicação de 142 L ha^{-1} sem e com assistência de ar na barra (Figuras 1 e 2). A velocidade de deslocamento do conjunto trator-pulverizador foi 5 km h^{-1}. A escolha da ponta de jato plano AXI 110015 se deve ao diâmetro mediano volumétrico (DMV) das gotas da pulverização (125 μm) ser compatível com o uso dessa tecnologia e ao volume de calda obtido na respectiva condição operacional.

Durante a aplicação da substância marcadora as condições climáticas foram as seguintes: umidade relativa do ar entre 72 a 74, 1%, temperatura 28,5 a 29,2˚C e velocidade de vento entre 3,9 a 7,9 km h^{-1}, no período de 09:45h a 11:40h.

Figura 1. Pulverização na cultura da soja sem assistência de ar na barra (convencional)

Figura 2. Pulverização na cultura da soja com assistência de ar em barra

As unidades experimentais (parcela) tiveram dimensões de 8,0 x 10,0 m (largura x comprimento). De cada parcela foram selecionadas, ao acaso, dez plantas para a amostragem dos depósitos da pulverização.

Tabela 1. Níveis de assistência de ar combinados a dois ângulos das pontas de pulverização sobre os depósitos da pulverização.

Ângulo	Velociadade média de ar gerado pelo ventilador na saída da barra (km h^{-1})
0˚	0
	9
	11
	29*
30˚	0
	9
	11
	29*

*Ventilador operado em velocidade máxima no equipamento Advance Vortex 2000

5.2.1 Regulagem da velocidade de ar

A regulagem da velocidade de ar foi feita pelo número de voltas do dispositivo controlador da rotação do ventilador zero, sem a presença de ar, 9, 11 e 29 km h^{-1} da velocidade de ar gerado pelo ventilador, (sentido horário aumenta a velocidade e sentido anti-horário diminui a velocidade do vento), onde o número máximo de voltas dada no dispositivo proporciona velocidade de ar de 29 km h^{-1} no equipamento Advance Vortex 2000, pulverizando à 0,50 m de altura do alvo. A velocidade do ar foi medida com auxílio de um anemômetro digital.

Figura 3. Dispositivo para regulagem da velocidade do ar gerado pelo ventilador do pulverizador.

5.2.2 Substância marcadora

Na avaliação dos depósitos foi utilizada uma substância marcadora na concentração de 250 g 100 L^{-1} de um produto cúprico (Cobox) na forma de oxicloreto de cobre, com equivalência de 50% de cobre metálico, possibilitando a quantificação do volume de calda depositado na respectiva área de coleta do alvo artificial equivalente a 9 cm^2.

5.2.3 Alvos artificiais

Nas avaliações dos depósitos da pulverização optou-se pelo uso de alvos artificiais pela necessidade de quantifica-los nas superfícies abaxial e adaxial dos folíolos, pois em alvos naturais a remoção dos depositos seria pela lavagem, o que dificultaria a obtenção de resultados individualizados dos depósitos nas respectivas superfícies foliares.

Partindo dessa premissa, foram utilizados alvos artificiais (papel-filtro com dimensão de 3 x 3 cm) distribuídos em 10 plantas sob a barra de pulverização no sentido perpendicular ao deslocamento do equipamento. Em cada uma das 10 plantas amostradas foram fixados quatro coletores, um na superfície adaxial e outro na superfície abaxial de um mesmo folíolo nas partes superior e inferior da planta (Figura 4).

Figura 4. Alvo artificial (papel-filtro)

Para a avaliação das perdas da pulverização, foram colocadas em cada tratamento, três placas de Petri de 8,5 cm de diâmetro, em papel filtro a 0,10 m de altura do solo, posicionadas no carreador, dentro e fora do dossel da cultura (Figura 5). O posicionamento das placas a 0,10 m de altura da superfície do solo possibilitou a obtenção de amostras nas placas livres de partículas do solo quando ocorreu o acionamento da assistência de ar junto à barra de pulverização.

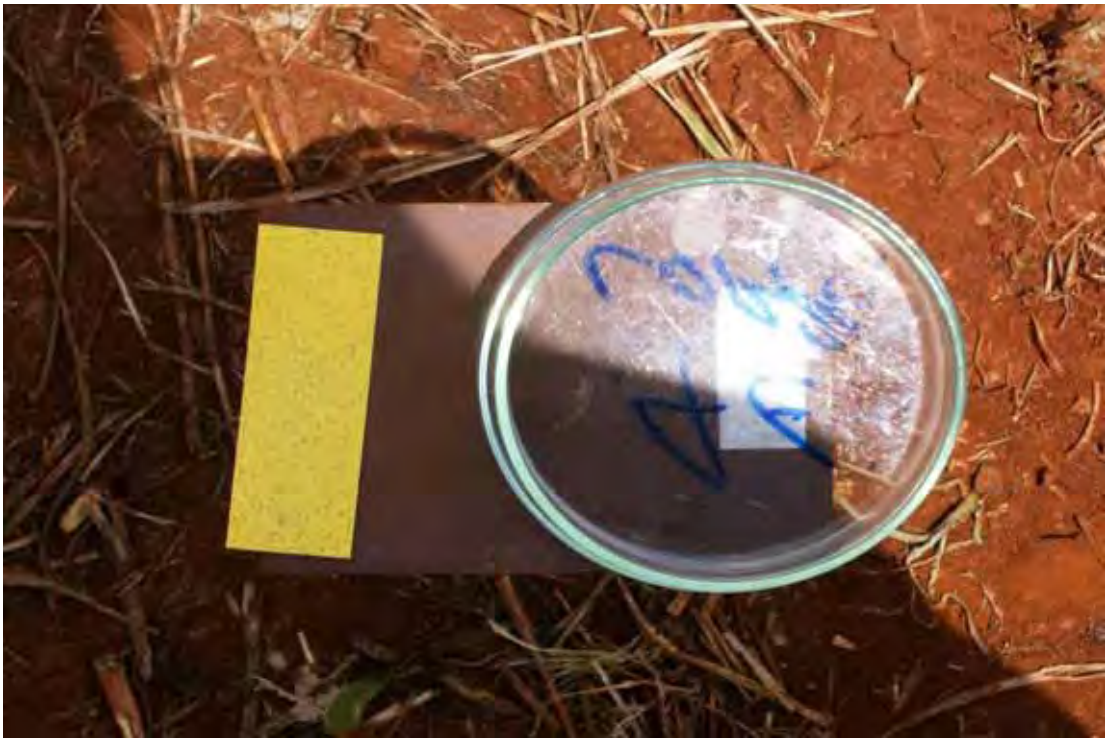

Figura 5. Alvo coletor da deriva (placa de Petri)

5.2.4 Extração e quantificação do marcador

Após o término do experimento, foi retirada uma amostra da calda de pulverização e os alvos artificiais foram retirados das folhas e colocados em vidros contendo 20 mL de solução extratora de ácido nítrico a 1,0 Mol L^{-1} e, após 15 minutos de agitação em uma velocidade de 220 rpm (Figura 6) seguidos por 24 horas de descanso, as soluções de lavagem foram levadas ao espectrofotômetro de absorção atômica, modelo AA-6300 SHIMADZU para quantificação do íon cobre (Cu), conforme método utilizado por (Chaim et al., 1999). As placas de Petri distribuídas dentro e fora da cultura foram também lavadas com a mesma quantidade da solução extratora e o mesmo procedimento foi realizado para a quantificação do marcador.

Figura 6 . Mesa agitadora para recipientes contendo alvo e solução extratora.

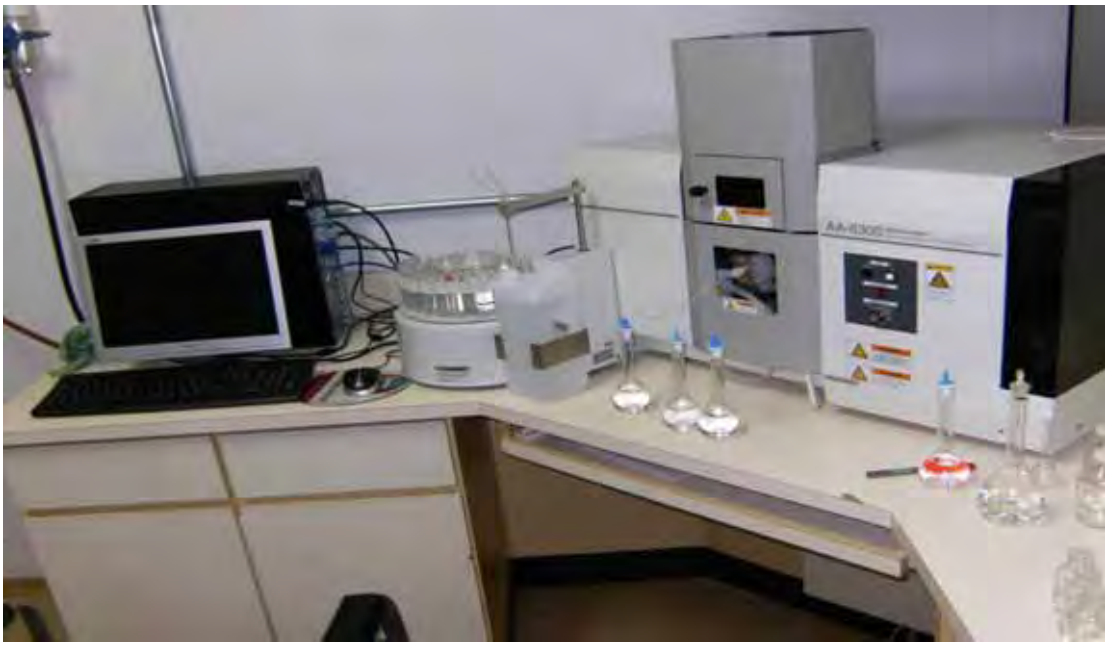

Figura 7. Espectrofotômetro de absorção atômica, modelo AA-6300 SHIMADZU para quantificação do íon cobre (Cu).

5.2.5 Análise estatística

Os dados dos depósitos da substância marcadora, expressos em µl cm^{-2} foram analisados separadamente para as superfícies abaxial e adaxial nas diferentes partes da planta (superior e inferior). Os dados foram submetidos à analise de variância e médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.3 Experimento 2

Neste experimento foram feitas duas aplicações fungicidas como controle curativo, nos estádios de desenvolvimento, R 2 (85 DAS) e R 5.2 (100 DAS). Durante as pulverizações as condições climáticas foram as seguintes: R 2 (umidade relativa do ar entre 65 a 70, 1%, temperatura 28,8 a 29,8˚C e vento entre 7,5 a 9,5 km h^{-1}, no período de 10:15h a 11:30h) e R5.2 (umidade relativa entre 68 a 69,2%, temperatura 28,5 a 29,5˚C e vento entre 3,9 a 8,2 km h^{-1}, no período de 15:40h a 16:30h).

O experimento foi conduzido no mesmo local e os tratamentos distribuídos no mesmo delineamento do experimento anterior, acrescido da testemunha (plantas não tratadas). Assim o experimento foi constituído por 9 tratamentos (4 x 2 + 1) e quatro repetições, totalizando 36 parcelas.

Nos estádios de desenvolvimento R 2 e R 5.2, foi realizada uma pulverização com a mistura fungicida piraclostrobina + epoxiconazole, respectivamente aos 85 e 100 dias após semeadura (DAS), com pontas de pulverização AXI 110015, espaçadas de 0,50 m e posicionadas a 0,50 m de altura do alvo à 142 L ha^{-1}. Antes e após as pulverizações foram realizadas avaliações semanais do número de pústulas cm^{-2} em folíolos retirados da parte inferior da planta.

5.3.1 Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi*.

Após o início do estádio de desenvolvimento reprodutivo (R), foram realizadas avaliações semanais do número de pústulas cm^{-2} em folíolos retirados da parte inferior da planta (Figura 8). Duas amostras de folhas (trifólios) foram retiradas de cada

parcela, as quais em seguida foram colocadas em sacos plásticos transparente e amarrados, para facilitar a diagnose da doença (Figura 9). Em seguida, as amostras coletadas foram levadas para o Laboratório de Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas FCA-UNESP para ser feita a leitura do número de pústulas cm^{-2}. O corte no folíolo da secção correspondente à área de 1 cm^2 foi realizado na superfície abaxial e ao lado da nervura central (Figura 10) e a contagem das pústulas na área seccionada foi realizada sob microscópio estereoscópio.

Figura 8. Folíolos da parte inferior da planta não tratada (testemunha) com pústulas da ferrugem.

Figura 9. Folhas incubadas para facilitar diagnose.

Figura 10. Remoção de disco foliar com “vazador” ao lado da nervura central para contagem das pústulas de *Phakopsora pachyrhizi*.

5.3.2 Avaliação dos parâmetros de produção e produtividade

Para avaliação do efeito da assistência de ar combinada ou não a diferentes ângulos de pulverização no controle da ferrugem asiática sobre a produção da soja foi realizada a colheita dentro de cada parcela, sendo colhidas 3 linhas de plantio centrais com tamanho de 8 metros de comprimento, com auxílio de uma colhedora de parcelas (Figura 11). Foram avaliados os seguintes parâmetros da produção: peso de 1000 sementes (Figura 12) e classificação por peneiras (Figura 13). Também foi avaliada a produtividade (kg ha^{-1}) da cultura nos diferentes tratamentos, com umidade corrigida a 13%.

Os dados foram submetidos à análise de variância e médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 11. Colhedora de parcelas

Figura 12. Gabarito para contagem de 1000 grãos

Figura 13. Classificação dos grãos por peneiras

5.3.3 Componentes de produção

- **Teor de água (TA)** – Foi determinado pelo método da estufa a 105 ± 3˚C, durante 24 horas, com duas repetições para cada amostra conforme metodologia prescrita pelas Regras de Análise de Sementes (Brasil, 1992).
- **Peso de 1000 sementes** – foi avaliado utilizando-se oito sub-amostras de 100 sementes, as quais foram contadas manualmente, pesadas em balança de precisão, posteriormente, foram calculados a variância, o desvio padrão e o coeficiênte de variação dos valores obtidos nas pesagens, seguindo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes Brasil (1992), sendo os resultados expressos em gramas.
- **Teste de uniformidade (classificação por peneiras)** - foram separadas duas sub-amostras de 1 kg de sementes puras e foram passadas através de peneiras manuais e agitadas por um minuto. As sementes retidas pelas peneiras indicada e que tenham, obrigatoriamente, passado pela de malha imediatamente superior, foram separadas, pesadas e calculado o seu percentual (Brasil, 1992).

5.3.4 Componente da produtividade

- **Produção total** – foi obtida pela pesagem em balança de precisão das sementes colhidas em cada parcela, sendo os dados transformados em kg ha^{-1} (grau de umidade corrigida a 13%), seguindo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

5.4 Experimentos 3 e 4

Os experimentos foram instalados adjacente ao local dos experimentos anteriores no delineamento de blocos ao acaso, os quais foram tratados com a mistura fungicida azoxistrobina + ciproconazole em diferentes níveis de velocidade de ar na barra, sendo zero (pulverização convencional), 9, 11 e 29 km h^{-1} da velocidade do ar sobre os

depósitos da pulverização, com 4 tratamentos e 6 repetições, totalizando 24 parcelas (experimento 3) e no controle da ferrugem asiática foram 4 tratamentos, acrescido da testemunha (plantas não tratadas), com 6 repetições, totalizando 30 parcelas (experimento 4). Foram utilizadas pontas de pulverização de jato plano XR 8002, operando à pressão de 251,50 kPa para a aplicação de 125 L ha^{-1}. A velocidade de deslocamento do conjunto trator-pulverizador foi 7 km/h. Os tratamentos e as respectivas especificações estão apresentados na Tabela 2.

Nos experimentos 3 e 4 foram alterados o volume de calda e as pontas de pulverização na tentativa de se obter melhor desempenho dos produtos fitossanitários associado ao menor volume de calda.

Durante a pulverização as condições climáticas foram as seguintes (experimento 3): umidade relativa do ar entre 62 a 64, 1%, temperatura 28 a 29˚C e velocidade do vento entre 3,9 a 7,9 km h^{-1}, no período de 16:45h a 17:40 h. No momento da aplicação a cultura se encontrava em estádio R 2. Já no experimento 4 as condições climáticas foram as seguintes: R 2 (umidade relativa do ar entre 69 a 70%, temperatura 27,8 a 28,2˚C e velocidade do vento entre 8,6 a 10,3 km h^{-1}, no período de 09:50h a 11:15h) e R5.2 (umidade relativa do ar entre 72,2 a 74,1%, temperatura 27,5 a 28,3˚C e velocidade do vento entre 4,1 a 8,2 km h^{-1}, no período de 15:40h a 16:30h).

Tabela 2. Diferentes velocidades de ar sobre os depósitos da pulverização com pontas de pulverização XR 8002.

Trat.	Equipamento de pulverização	Velocidade do ar (km h^{-1})
1	Pulverização de barras sem ar (convencional)	0
2	Pulverização de barras com assistência de ar	9
3	Pulverização de barras com assistência de ar	11
4	Pulverização de barras com assistência de ar	29
5	Testemunha	____

A metodologia para avaliação dos depósitos da pulverização, bem como o efeito das diferentes tecnologias no controle da ferrugem asiática foi a mesma utilizada nos experimentos 1 e 2, respectivamente.

5.5 Experimento 5

O experimento foi conduzido na safra de 2007/08 na cultura da soja, var. Conquista, no mesmo local da safra do ano anterior. O delineamento experiental foi em blocos ao acaso com 4 tratamentos, três deles com diferentes níveis de assistência de ar na barra zero (pulverização convencional), 9 e 29 km h^{-1} da velocidade máxima gerada pelo ventilador e BVO – baixo volume oleoso, com cinco repetições, totalizando 20 parcelas, conforme apresentados na Tabela 3.

Durante a pulverização da substância marcadora as condições climáticas foram as seguintes:

a) Pulverizador Advance Vortex 2000 sem assistência de ar na barra (convencional) e com 9 e 29 km h^{-1} da velocidade máxima gerada pelo ventilador– Umidade relativa do ar de 57,8%, temperatura 28˚C e velocidade do vento de 3,8 km h^{-1}, no período de 10:05 h a 11:15 h.
b) Pulverizador Condor AM 12 (equipado com sistema rotativo - BVO)- Umidade relativa do ar de 56,2%, temperatura 29˚C e velocidade do vento de 5,6 km h^{-1}, no período de 11:40 h a 12:00 h.

Tabela 3. Diferentes tecnologias sobre os depósitos da pulverização.

Trat.	Equipamento de pulverização	Velocidade média (km h^{-1})
1	Pulverização de barras sem ar	0
2	Pulverização de barras com assistência de ar	9
4	Pulverização de barras com assistência de ar	29*
5	Pulverização com bicos rotativos BVO	0

*Ventilador operado em velocidade máxima no equipamento Advance Vortex 2000.

No estádio de desenvolvimento R 2, foi realizada uma pulverização aos 98 dias após semeadura (DAS), com substância marcadora na concentração de 250g 100 L^{-1} de um produto cúprico na forma de oxicloreto de cobre, utilizando-se um pulverizador Advance Vortex 2000 com barras de 18,5 m de comprimento, equipados com 37 pontas de pulverização de jato plano, XR 8002 espaçadas de 0,50 m e posicionadas a 0,50 m de altura do alvo, operando à pressão de 287 kPa para a aplicação de 130 L ha^{-1}. A velocidade de deslocamento do conjunto trator-pulverizador foi 7,2 km h^{-1}. Já para a pulverização utilizando o bico rotativo (BVO), foi utilizado um pulverizador Condor AM 12 (automático), com barras de 13 m de comprimento, equipados com 9 unidades rotativas e espaçadas de 1,35 m entre elas (Figura 14). A ponta restritora de vazão utilizada foi D2 com difusor (core) 13, operando à uma pressão de 621 kPa para aplicação de 40 L ha^{-1}. A média de rotação na calibração do sistema rotativo (Figura 15) foi de 5.941 rpm, utilizando a posição do controlador de rotação em gotas médias. A velocidade de deslocamento do conjunto trator - pulverizador foi 5,3 km h^{-1}.

O tamanho da parcela e a metodologia utilizada para avaliação da deposição dos equipamentos, foram as mesmas utilizadas na safra de 2006/07.

Figura 14. Pulverização em Baixo volume oleoso (BVO)

Figura 15. Calibração dos bicos rotativos (BVO)

- **Preparo da calda de pulverização (BVO) –** foi realizada separadamente utilizando-se um balde de 20 litros (tanto para substância marcadora quanto para o fungicida) e a ordem de mistura dos produtos foi a seguinte: primeiro foi adicionado o adjuvante óleo mineral (Nímbus à 0,5% do volume de calda), posteriormente a substância marcadora (250 g de oxicloreto de cobre/100 litros de água) e/ou a mistura fungicida azoxistrobina + ciproconazole (Priori xtra à 300 mL p.c ha^{-1}) e em seguida, feita a mistura dos dois produtos para homogeneização. Adicionou-se à mistura o óleo vegetal (óleo de soja 760 ml ha^{-1}), e o espalhante adesivo (Agral 40 mL ha^{-1}) e ao final adicionou-se 10 litros de água mantendo à sob agitação, em seguida, transferindo-a para o tanque de pulverização.

- **Prepado da calda pulverização Advance vortex 2000 -** foi realizado separadamente em balde de 20 litros (tanto para substância marcadora quanto para o fungicida) e a ordem de mistura dos produtos foi a seguinte: primeiro foi adicionado o adjuvante óleo mineral (Nímbus à 0,5% do volume de calda), posteriormente a substância marcadora (250 g de

oxicloreto de cobre/100 litros de água) e/ou a mistura fungicida azoxistrobina + ciproconazole (Priori xtra à 300 mL p.c ha^{-1}), e ao final adicionou-se 10 litros de água mantendo-a sob agitação e em seguida, transferido-a para o tanque de pulverização, sem que houvesse incompatibilidade física entre os componentes da mistura.

5.6 Experimento 6

O experimento foi conduzido no mesmo local e os tratamentos distribuídos no mesmo delineamento do experimento 5, acrescido da testemunha (plantas não tratadas). Assim o experimento foi constituído por 5 tratamentos e cinco repetições, totalizando 25 parcelas.

Durante a primeira aplicação da mistura fungicida azoxistrobina + ciproconazole, aos 98 (DAS), no estádio de desenvolvimento R2 da cultura da soja, as condições climáticas, para as respectivas técnicas, foram:

a) Pulverizador Advance Vortex 2000 utilizando assistência de ar na barra (0, 9 e 29 km h^{-1} da velocidade máxima de ar gerada pelo ventilador)- Umidade relativa do ar 60,7%, velocidade do vento entre 5,3 e 9,5 km h^{-1} e temperatura 27, 9˚C no período das 15:00 as 15:30 horas.

b) Pulverizador Condor AM 12 (equipado com sistema rotativo - BVO) – Umidade relativa do ar 59,1%, velocidade do vento entre 3 e 6,5 km h^{-1} e temperatura 27, 5˚C no período das 16:00 as 16:30 horas.

Já na segunda pulverização da mistura fungicida, aos 113 (DAS), no estádio de desenvolvimento R5.2 da cultura da soja, as condições climáticas para as respectivas técnicas, foram:

a) Pulverizador Advance Vortex 2000 utilizando assistência de ar na barra (0, 50 e 100% da velocidade máxima de ar gerada pelo ventilador) - Umidade relativa do ar 60,7%, velocidade do vento entre 5,3 e 10,3 km h^{-1} e temperatura 27, 4˚C no período das 15:00 as 16:00 horas.

b) Pulverizador Condor AM 12 (equipado com sistema rotativo - BVO) – Umidade relativa do ar 79,8%, velocidade do vento entre 6,5 e 11,0 km h^{-1} e temperatura 20, 5˚C no período das 19:00 as 19:30 horas.

Nos estádios de desenvolvimento R 2 e R 5.2, foi realizada uma pulverização com a mistura fungicida azoxistrobina + ciproconazole, respectivamente aos 98 e 113 dias após semeadura (DAS). A calibração dos equipamentos foram as mesmas utilizadas no experimento 5. Antes e após as pulverizações foram realizadas avaliações semanais, e atribuída visual (0.6, 2.0, 7.0, 18.0, 42.0 e 78.5%) da severidade da doença, utilizando escala diagramática de Godoy et al.(2006) expressa em porcentagem de área lesionada pela doença, conforme apresentado na Figura 16. Os folíolos foram retirados da parte inferior da planta.

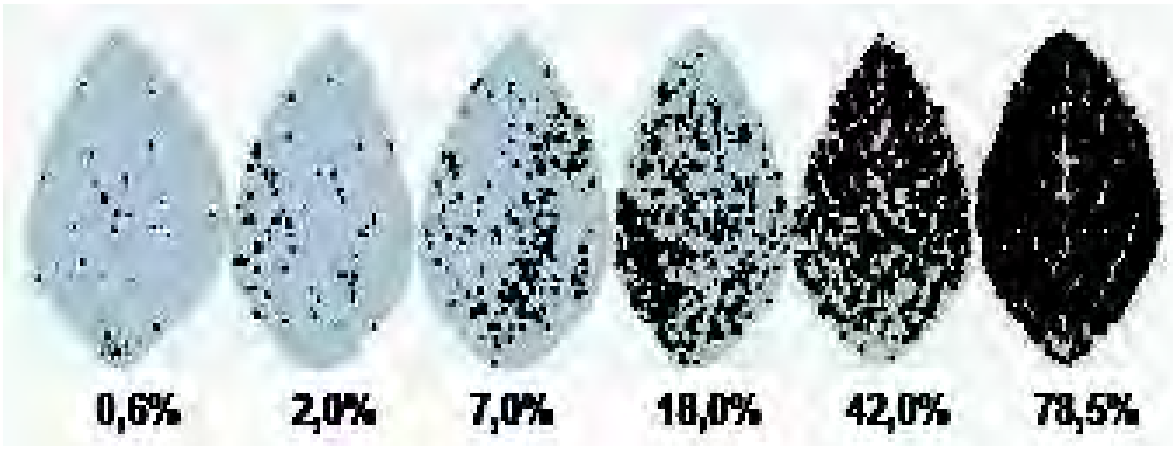

Figura 16. Escala diagramática visual da ferrugem asiática da soja (porcentagem de área foliar lesionada) proposta por Godoy et al. (2006).

A avaliação dos parâmetros de produção e produtividade sobre o efeito das diferentes tecnologias no controle da ferrugem asiática foi a mesma utilizada no experimento 2.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Experimento 1

6.1.1 Depósitos nos folíolos

Os valores dos depósitos, expressos em volume de calda capturado em diferentes posições da planta de soja são apresentados nas Tabelas 4 e 5.

No geral, verifica-se que não houve influência da velocidade do ar sobre os níveis de depósitos na superfície adaxial dos folíolos posicionados no ponteiro das plantas (Tabela 4), independente do ângulo dos bicos de pulverização na barra. Provavelmente, isto se deve pela interceptação dos folíolos aos jatos de pulverização. Quando a pulverização foi realizada a 30˚, em relação a vertical, no sentido de deslocamento do equipamento, os valores absolutos dos depósitos foram menores (Tabela 4).

Na superficie abaxial dos folíolos, posicionados no ponteiro das plantas, a assistência de ar na barra a 9 e 29 km h^{-1} da velocidade máxima de rotação do ventilador promoveu um incremento de mais que o dobro dos depósitos em relação a ausência de ar e 11 km h^{-1} da velocidade máxima de rotação do ventilador, respectivamente quando a pulverização foi realizada a 30˚, a favor do deslocamento do equipamento (Tabela 4).

Tabela 4. Média dos depósitos da pulverização de um traçador cúprico em alvo artificial (papel filtro) nas superfícies dos folíolos, da parte superior das plantas de soja, var. Conquista, para diferentes ângulos de pulverização. Botucatu-SP, 2006/2007.

Velocidade Ar (km h^{-1})	ADAXIAL				ABAXIAL			
	Ângulo 0˚		**Ângulo +30˚**		**Ângulo 0˚**		**Ângulo +30˚**	
	µl cm^{-2}		µl cm^{-2}		µl cm^{-2}		µl cm^{-2}	
0	4,0231	a A	2,5833	a A	0,7740	a B	0,7134	a B
9	1,4648	a B	2,4237	a A	0,8084	b B	1,8883	a A
11	4,1792	a A	2,2753	a A	2,4610	a A	0,7383	b AB
29	4,0791	a A	1,4263	b A	1,0423	a B	1,6714	a AB
DMS Ângulo	1,68				0,87			
DMS Veloc. Ar	2,53				1,17			
CV (%)	39,06				47,11			

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre sí, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 5. Média dos depósitos de um marcador cúprico em alvo artificial (papel filtro) nas superfícies dos folíolos, da parte inferior das plantas de soja, var. Conquista, para diferentes ângulos da pulverização. Botucatu, SP, 2006/2007.

Velocidade ar (km h^{-1})	ADAXIAL				ABAXIAL			
	Ângulo 0˚		**Ângulo +30˚**		**Ângulo 0˚**		**Ângulo +30˚**	
	µl cm^{-2}		µl cm^{-2}		µl cm^{-2}		µl cm^{-2}	
0	1,2425	a A	0,6962	b AB	0,6585	a A	0,2444	b B
9	0,6997	a A	0,9865	a AB	0,3621	a A	0,4527	a B
11	1,147	a A	0,6395	b B	0,4651	a A	0,3292	a B
29	0,6287	b A	1,2663	a A	0,4904	b A	0,8552	a A
DMS Ângulo	0,46				0,24			
DMS Veloc. Ar	0,62				0,33			
CV (%)	34,17				34,16			

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre sí, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Para os folíolos posicionados na parte inferior da planta a velocidade máxima do ar (29 km h^{-1}) promoveu um incremento nos depósitos na superfície adaxial quando a pulverização foi realizada a 30˚, em relação a vertical (Tabela 5). Este fato,

confirma a importância das pulverizações em ângulos, no sentido do deslocamento do conjunto trator-pulverizador, que pode contribuir de forma significativa para o controle da ferrugem asiática da soja, considerando a epidemiologia da doença.

Raetano e Merlin (2006), avaliando o efeito de volumes de aplicação, assistência de ar e ângulo de posicionamento dos bicos na barra pulverizadora constataram níveis maiores dos depósitos na superfície adaxial dos folíolos, na parte superior das plantas de soja (var. IAC -19). Isto ocorreu quando a pulverização foi realizada na presença da assistência de ar com pontas de jato cônico vazio (JA-2), à 30˚ em relação à vertical (a favor do deslocamento do equipamento) e volume de 143 L ha^{-1}. Nesse experimento ao, se utilizar a mesma concentração de um marcador cúprico e volume de calda similar (142 L ha^{-1}) ao relatado por Raetano e Merlin (2006), os depósitos da pulverização também foram maiores na parte superior da planta. Porém, os valores médios dos depósitos foram maiores comparativamente aos relatados por esse autores. Provavelmente, os fatores que podem ter influênciado na obtenção de maiores depósitos da pulverização são: pontas de pulverização, nesse caso, AXI 110015, arquitetura da planta, var. Conquista, bem como a dinâmica das gotas ao se combinar com as pontas de jato plano com o uso da assistência de ar.

A assistência de ar em barras de pulverização contribui para o incremento dos depósitos na parte superior das plantas de soja. Porém, estudos são necessários para o estabelecimento de melhores condições operacionais (dinâmica do volume de ar em função das velocidades do ar e de deslocamento do equipamento) para o aumento dos depósitos na parte inferior das plantas.

6.1.2 Avaliação das perdas da pulverização

Não houve diferença significativa entre perdas por gotas aerotransportadas quando comparados os ângulos de pulverização (0˚ e 30˚) Tabaela 6. Já para velocidade de ar quando comparadas em diferentes posições dos alvos coletores, aqueles posicionados no carreador apresentaram maiores depósitos. Isto se deve pela ausência de barreira sobre os alvos distribuídos nesse local.

O volume médio de calda depositada por placa de Petri distribuidas na parte interna (dossel e carreador) e externamente à cultura são apresentados na Tabela 7.

Tabela 6 – Quadro da análise de variância da estimativa de perdas da pulverização.

QUADRO DA ANALISE DE VARIÂNCIA				
Causa de variação	**G.L.**	**S.Q.**	**Q.M.**	**F**
Fator ângulo	1	0,1662	0,1662	0,9009 NS
Fator velocidade	3	10,9698	3,6566	19,8172 **
Fator posição coletor	2	118,9387	59,4694	322,2983 **
Fator ângulo x velocidade	3	1,1890	0,3963	2,1479 NS
Fator ângulo x pos. coletor	2	0,3530	0,1765	0,9564 NS
Fator velocidade x pos. coletor	6	23,2330	3,8722	20,9855 **
Fator âng. Vel. x pos. coletor	6	2,0001	0,333	1,8066 NS
(Tratamentos)	23	156,8497	6,8196	
Blocos	3	1,0487	0,3496	1,8944 ns
Residuo	69	12,7316	0,1845	
Media geral do ensaio		1,0260		
Desvio padrão		0,04296		
Coeficiente de variação		41,9		

Tabela 7 – Desdobramento dos valores do volume médio de calda capturado por placa de Petri (µl cm^{-2}) para a interação posição do coletor x velocidade de ar na cultura da soja, var. Conquista. Botucatu, SP, 2006/2007.

	Velocidade de ar (km h^{-1})							
Posição Coletor	**0**		**9**		**11**		**29**	
Fora (externo)	0,0426	a C	0,0966	a B	0,0259	a B	0,0287	a B
Dossel (interno)	0,6910	a B	0,2086	a B	0,4135	a B	0,4716	a B
Carreador	1,7611	b A	2,0828	b A	2,1598	b A	4,3292	a A
CV%=41,9	DMS Posição coletor=0,51				DMS Velocidade de ar=0,57			

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre sí, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

No carreador, a velocidade máxima de ar gerado pelo ventilador proporcionou níveis significativamente maiores dos depósitos da pulverização. Quando esses alvos coletores foram posicionados no interior do dossel da cultura os depósitos foram menores (10 a 50%) comparativamente à queles do carreador. Isto, provavelmente, se deve a interceptação das gotas pelos folíolos. Já para alvos colocados à 1,0 m de distância da cultura não houve diferença nos depósitos entre a pulverização com e sem assistência de ar (convencional) Tabela 7.

6.2 Experimento 2

6.2.1 Severidade da ferrugem asiática da soja

Não houve interação e diferença significativa entre médias de pústulas por cm², quando comparado ângulos de pulverização (0˚ e 30˚). Porém, o efeito da velocidade do ar sobre o número de pústulas por cm^2 é mostrado na Tabela 8.

Após duas aplicações da mistura fungicida piraclostrobina e epoxiconazole, nos estádios de desenvolvimento R 2 e R 5.2 diminuiram significativamente o número de pústulas nas parcelas tratadas a partir de 102 DAS, em relação à testemunha, independente da velocidade do ar na barra. Isto evidência que, apesar de não haver influência da assistência de ar sobre o número de pústulas, o uso da mistura fungicida foi essencial para a redução da severidade da doença (Tabela 8 e Figura 17).

Tabela 8. Médias do número de pustulas por cm², antes e após duas pulverizações (R 2 e R 5.2) da mistura fungicida piraclostrobina + epoxiconazole na cultura da soja infestada por *P. pachyrhizi*. Botucatu-SP, 2006/2007.

Velocidade Ar (km h^{-1})	Dias Após Semeadura (DAS)													
	78		80		88		93		102		106		114	
0	0,12	a	6,31	a	7,44	a	14,69	ab	38,81	b	7,06	b	7,44	b
9	0,12	a	9,62	a	8,19	a	11,69	ab	13,75	c	7,69	b	4,75	b
11	0,62	a	7,06	a	7,56	a	12,12	ab	25,06	ab	5,62	b	5,38	b
29	0,12	a	4,25	a	7,94	a	7,62	b	15,00	c	7,19	b	4,19	b
Testemunha	0,25	a	4,88	a	6,38	a	17,62	a	70,5	a	27,88	a	20,25	a
DMS	0,56		6,17		4,61		9,5		19,38		9,69		4,17	
CV%	172,30		67,8		43,8		56,4		49,5		76,23		42,72	

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pela Tabela 8, não se verifica diferenças significativas entre médias do número de pústulas entre tratamentos, após a primeira aplicação. Provavelmente, isto se deve ao nível de severidade elevado da doença nesse período, dificultando o seu controle. Após a segunda aplicação nota-se reduções significativas do número de pústulas da ferrugem. Porém, esse efeito deve-se à queda das folhas do terço-inferior, ao final do ciclo da cultura

(senescência), permanecendo em maior proporção as folhas do ponteiro onde o número de pústulas é menor. Este fato está relacionado com a epidemiologia da doença que inicia na parte inferior das plantas.

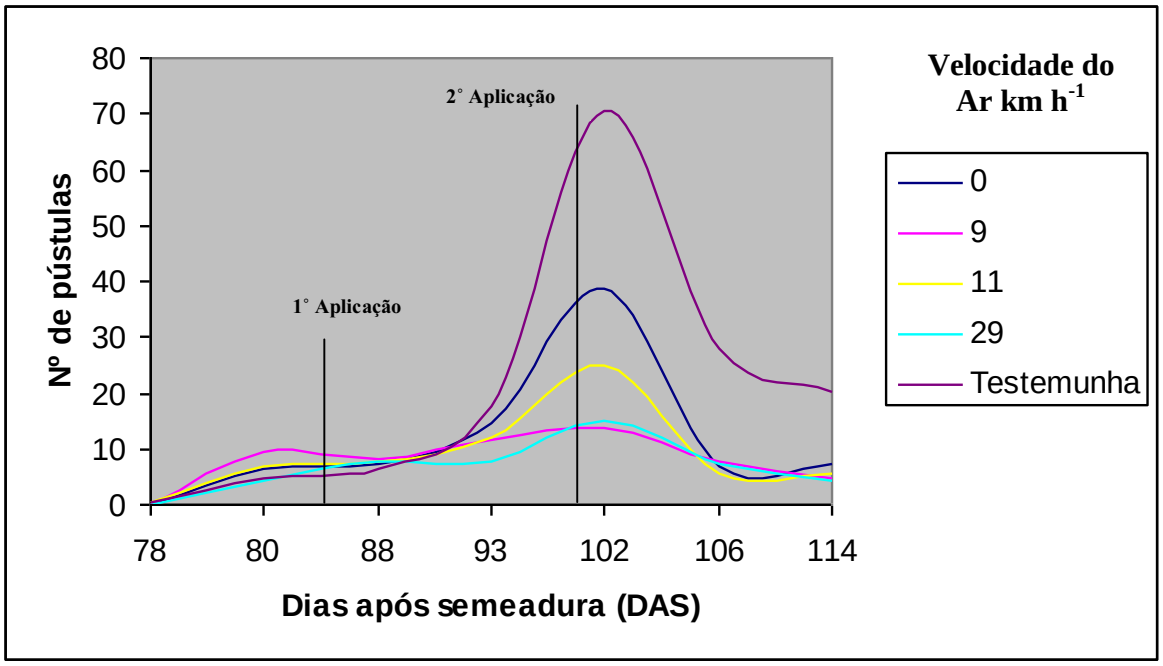

Figura 17. Severidade da ferrugem asiática da soja antes e após 2 pulverizações (R 2 e R 5.2), respectivamente aos 85 e 100 DAS, da mistura fungicida piraclostrobina + epoxiconazole para o controle de *P. pachyrhizi*. Botucatu-SP, 2006/2007.

6.2.2 Avaliação dos parâmetros de produção e produtividade

Os resultados médios do tamanho dos grãos de soja, classificados por tamanho de peneiras (17, 16, 15 e 13) e fundo, após tratamento com a mistura fungicida piraclostrobina + epoxiconazole, tanto para a pulverização realizada à 0° quanto à 30° e em, diferentes velocidades de ar gerado pelo ventilador do pulverizador, são apresentados na Tabela 9.

Pode-se verificar que a porcentagem de grãos retidos na peneira 16 foi maior que o percentual de retenção nas demais peneiras quando comparado entre as

velocidades de ar (9, 11 e 29 km h^{-1}) junto à barra de pulverização. Porém, a velocidade do ar não influênciou na porcentagem de retenção de grãos nessa peneira.

Em relação ao ângulo de pulverização, não houve diferença significativa no tamanho de grãos, quando a pulverização foi realizada a 0˚ ou 30˚, a favor do deslocamento do pulverizador (Tabela 9).

Tabela 9. Porcentagem média do tamanho de grãos de soja, var. Conquista, após tratamento com a mistura de fungicida piraclostrobina + epoxiconazole em diferentes técnicas de aplicação, classificados por peneiras. Botucatu-SP, 2006/2007.

Velocidade Ar (km h^{-1})	**Peneiras**											
	17		**16**		**15**		**14**		**13**		**Fundo**	
0	30,22	a	32,62	b	20,96	b	8,60	b	3,89	b	3,01	a
9	27,07	a	38,12	a	21,38	b	7,59	b	3,02	b	2,25	a
11	25,08	a	34,66	ab	22,24	b	7,42	b	2,99	b	2,14	a
29	26,94	a	35,44	ab	22,77	b	7,43	b	3,18	b	2,76	a
Testemunha	19,98	b	29,82	b	28,08	a	13,00	a	5,18	a	2,97	a
DMS	10,11		5,47		5,51		3,29		1,68		1,63	
Ângulo												
0˚	29,30	a	33,84	a	20,72	b	7,38	b	3,32	b	2,80	a
30˚	25,36	a	36,58	a	22,95	b	8,14	b	3,22	b	2,28	a
Testemunha	19,38	b	29,82	b	28,80	a	13,00	a	5,18	a	2,97	a
DMS	5,36		2,89		2,92		1,74		0,89		0,86	
CV%	27,6		11,5		17,8		28,5		34,9		45,6	

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve influência da velocidade do ar junto à barra de pulverização na porcentagem de grãos retidos na peneira 16 quando a pulverização foi realizada à 0˚, em relação a vertical (Tabela 10). No entanto, ao pulverizar à 30˚, a favor do deslocamento do equipamento, com 9 e 29 km h^{-1} da capacidade máxima de rotação ao ventilador, constatou-se maiores percentuais de grãos retidos na peneira 16.

Tabela 10. Desdobramento do percentual médio do tamanho de grãos para a interação ângulo da pulverização x velocidade de ar na barra.

		Velocidade Ar km h^{-1}									
Peneira	Ângulo	0		9		11		29		Test	
16	0˚	32,73	a A	34,79	a B	36,05	a A	31,79	a B	28,82	a A
	30˚	32,50	bc A	41,46	a A	33,27	bc A	39,10	ab A	28,82	c A
DMS (Velocidade Ar) = 7,73					DMS (Ângulo) = 5,79					CV% = 11,5	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre sí, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os resultados médios de maiores porcentagens de grãos retidos na peneira 16 (Tabela 10) e de produtividade da cultura da soja (Tabela 11), var. Conquista, obtidos com o tratamento utilizando 29 km h^{-1} da velocidade do ar na barra combinada à angulação de 30˚, a favor do deslocamento do equipamento, ratificam os resultados obtidos no experimento 1. Essa combinação foi fundamental para obtenção de maiores depósitos, principalmente na parte inferior da planta e superfície abaxial dos folíolos (Tabela 5). Portanto, pode-se inferir que este tratamento contribuiu de forma significativa para a contenção da severidade da doença e, consequentemente, influenciou positivamente na produtividade da soja.

Verifica-se que o peso de 1000 sementes do tratamento com 29 km h^{-1} da velocidade do ar gerada pelo ventilador, com ângulo na barra à 30˚ a favor do deslocamento do trator pulverizador, obteve-se menor peso. Porém, foi o tratamento que obteve maior produtividade. Isto deve ter ocorrido devido a maior penetração das gotas de pulverização na parte inferior da planta quando utilizado esta tecnologia conforme apresentado na Tabela 5, quando a assistência de ar 29 km h^{-1} da velocidade máxima gerada pelo ventilador à 30˚ a favor do deslocamento do trator pulverizador proporcionaram maiores depósitos na superfície abaxial da parte inferior da cultura, fazendo com que obtivessem maior variabilidade dos grãos e do peso.

Em relação à produtividade o melhor resultado foi obtido quando a pulverização foi realizada à 30˚, a favor do deslocamento do equipamento combinada a 29 km h^{-1} de velocidade do ar na barra. No entanto, quando realizada a 0˚ a resposta foi contrária (menor produtividade quando a assistência de ar foi associada à pulverização).

Tabela 11. Média da produção (peso 1000 sementes) da cultura tratada com mistura de fungicida piraclostrobina e epoxiconazole, sob diferentes ângulos da barra pulverizadora no controle da ferrugem asiática da soja, var. Conquista. Botucatu-SP, 2006/2007.

	Ângulo de pulverização							
	0˚				30˚			
Vel. Ar (km h^{-1})	Peso 1000 sementes		kg ha^{-1}		Peso 1000 sementes		kg ha^{-1}	
0	157,83	A	2439,18	a AB	149,43	AB	1870,58	b B
9	151,66	A	2100,30	a AB	149,84	A	2170,44	a AB
11	146,27	A	2551,50	a A	149,82	A	1974,64	b B
29	146,23	A	1981,93	b BC	144,51	BC	2605,25	a A
Test.	141,53	A	1863,25	a C	141,53	C	1863,25	a B
DMS	13,73		Âng.=395,22 Vel.= 395,22		5,24		Âng.=395,22 Vel.= 395,22	
CV	4,35		12,46		1,68		12,46	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre sí, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

*Umidade corrigida à 13%.

6.3 Experimento 3

6.3.1 Depósitos nos folíolos

Os resultados médios dos depósitos da pulverização a 0˚, em relação a vertical, expressos pelo volume de calda capturado em diferentes posições da planta, são mostrados na Tabela 12.

Tabela 12. Média dos depósitos da pulverização de um traçador cúprico, em alvo artificial (papel filtro) nas superfícies dos folíolos, da parte superior e inferior das plantas de soja, var. Conquista. Botucatu-SP, 2006/2007.

Velocidade Ar (km h^{-1})	ADAXIAL				ABAXIAL			
	Superior		Inferior		Superior		Inferior	
	(µl cm^{-2})				(µl cm^{-2})			
0	2,9920	a AB	1,2237	b A	1,1617	a B	0,6042	b A
9	2,6764	a B	0,9838	b A	1,0612	a B	0,4106	b A
11	3,9989	a A	1,0199	b A	1,0460	a B	0,3866	b A
29	2,6234	a B	0,9596	b A	1,7227	a A	0,6247	b A
DMS (Velocidade Ar)	1,0147				0,4014			
DMS (Posição planta)	0,764				0,2137			
CV (%)	31,63				41,55			

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre sí, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Verifica-se que não houve influência da velocidade do ar em diferentes posições da planta. Para a superfície adaxial das folhas na parte superior das plantas, a assistência de ar com 11 km h^{-1} da velocidade de ar gerado pelo ventilador, foram as que obtiveram maiores depósitos na superficie das folhas, já para a parte inferior a superficie adaxial não teve diferença significativa entre os tratamentos. Quanto aos depósitos na superficie abaxial das folhas, nas partes superior e inferior da planta, a velocidade de ar máxima gerada pelo ventilador (29 km h^{-1}), proporcionou maiores depósitos na superfície das folhas.

6.3.2 Avaliação das perdas da pulverização

Não houve interação significativa entre velocidades do ar sobre as perdas dos depósitos na cultura (interior do dossel e carreador) ou fora dela (a 1,0 m da extremidade da barra).

Maiores volumes de calda foram detectados nos alvos posicionados no carreador, pois não haviam obstáculo para a deposição das gotas nesses alvos. Depósitos significativamente menores foram obtidos no interior do dossel e “fora” da cultura pela interceptação das gotas nas folhas, independente da velocidade do ar junto à barra de

pulverização (Tabela 13). Também não se constatou efeito da velocidade do ar sobre os depósitos nos diferentes locais de posicionamento dos alvos artificiais (placa de Petri).

Tabela 13. Volume médio de calda capturado por placa de Petri (µl cm^{-2}) em diferentes posições e velocidades de ar na cultura da soja, var. Conquista. Botucatu, SP, 2006/2007.

	Velocidade de ar km h^{-1}							
Posição coletor	**0**		**9**		**11**		**29**	
Fora	0,0519	a B	0,0631	a B	0,0668	a B	0,0593	a B
Dentro	0,8011	a B	0,5378	a B	0,3820	a B	1,0719	a B
Carreador	5,4299	ab A	4,9181	b A	4,7845	b A	6,2607	a A
CV% = 48,5	**DMS Posição coletor= 1,02**				**DMS Velocidade de ar = 1,29**			

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre sí, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

6.4 Experimento 4

Neste experimento foram realizadas duas pulverizações da mistura fungicida azoxistrobina + ciproconazole como controle curativo, no estádio de desenvolvimento, R 2 e R 5.2, respectivamente aos 85 e 100 DAS.

6.4.1 Severidade da ferrugem asiática da soja

Os resultados médios do número de pústulas/cm^2 obtidos antes e após duas pulverizações R 2 e R 5.2 da mistura fungicida azoxistrobina + ciproconazole para o controle de *P. pachyrhizi* são apresentados na Tabela 14. Somente após segunda pulverização do fungicida (100 DAS) pode-se constatar redução significativa do número de pústulas/cm^2 nas parcelas tratadas quando comparada a testemunha.

Tabela 14. Médias do número de pústulas/cm², antes e após duas pulverizações (R 2 e R 5.2) da mistura fungicida azoxistrobina + ciproconazole na cultura da soja. Botucatu-SP, 2006/2007.

Velocidade Ar (km h^{-1})	Dias Após Semeadura (DAS)													
	78		80		88		93		102		106		114	
0	0,92	a	4,50	a	6,00	a	5,33	a	30,42	b	11,75	b	6,92	b
9	1,42	a	5,75	a	6,67	a	3,37	a	27,08	b	6,92	b	4,17	b
11	1,08	a	10,92	a	8,17	a	6,25	a	18,75	b	6,42	b	6,50	b
29	1,50	a	9,33	a	8,08	a	6,67	a	30,83	b	7,83	b	2,67	b
Testemunha	2,08	a	8,92	a	9,00	a	8,92	a	53,50	a	40,67	a	20,00	a
DMS	2,40		6,88		9,21		6,58		15,44		12,11		5,78	
CV (%)	99,3		50,5		70,4		62,4		27,8		47,7		41,6	

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

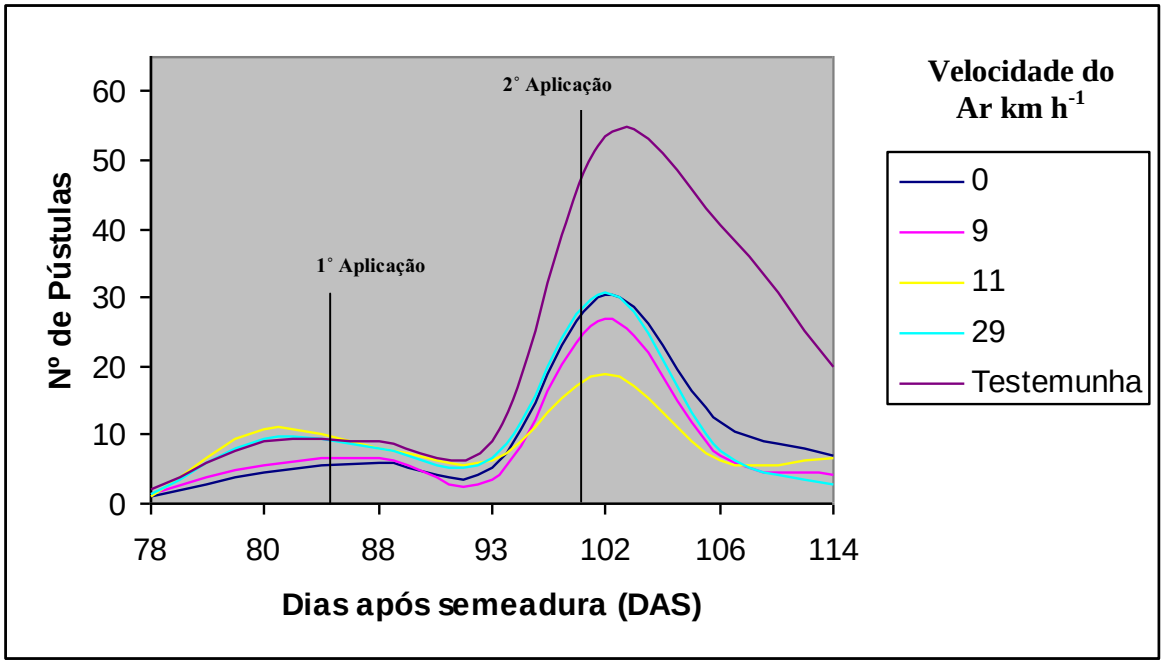

Figura 18. Severidada da ferrugem asiática da soja, antes e após duas pulverizações (R 2 e R 5.2), respectivamente aos 85 e 100 DAS, da mistura fungicida azoxistrobina + ciproconazole para o controle de *P. pachyrhizi*. Botucatu-SP, 2006/2007.

6.4.2 Avaliação dos parâmetros de produção e produtividade

Após o tratamento da mistura fungicida azoxistrobina + ciproconazole, com diferentes velocidades do ar junto à barra, os grãos de soja foram classificados por tamanho de peneiras (17, 16, 15, 14 e 13) e fundo e os resultados são apresentados na Tabela 15.

A porcentagem de grãos retidos na peneira 16 foi maior que a retenção de grãos nas demais peneiras, mas não diferiu significativamente entre as velocidades de ar gerada pelo ventilador.

Tabela 15. Porcentagem média do tamanho de grãos de soja, classificados por peneiras, após duas pulverizações (R2 e R5.2) da mistura fungicida azoxistrobina + ciproconazole, com diferentes técnicas de aplicação para o controle *de P. pachyrhizi.* Botucatu-SP, 2006/2007.

Velocidade	**Peneiras**											
Ar (km h^{-1})	**17**		**16**		**15**		**14**		**13**		**Fundo**	
0	17,32	bc	33,36	a	31,28	ab	11,86	a	4,19	ab	2,44	a
9	23,75	ab	35,96	a	25,14	bc	8,37	a	3,38	ab	2,57	a
11	27,00	a	33,67	a	23,13	c	7,49	a	3,78	ab	3,19	a
29	23,78	ab	37,03	a	25,17	bc	7,02	a	2,77	b	2,12	a
Testemunha	13,39	c	31,99	a	33,43	a	11,78	a	4,62	a	2,59	a
DMS	9,42		5,24		7,36		4,91		1,53		1,83	
CV (%)	25,9		8,8		15,4		30,6		23,6		40,9	

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores do peso de 1000 sementes e da produtividade (kg ha^{-1}) são mostrados na Tabela 16. A assistência de ar influênciou significativamente nos resultados, onde as velocidades de ar 9, 11 e 29 km h^{-1} proporcionaram maior peso e, consequentemente, maior produtividade da cultura, diferindo significativamente do tratamento sem assistência de ar e da testemunha.

Tabela 16. Média da produção (peso de 1000 sementes) e produtividade da cultura da soja após duas pulverizações (R2 e R 5.2) da mistura fungicida azoxistrobina + ciproconazole, com diferentes níveis de assistência de ar para o controle de *P. pachyrhizi*. Botucatu – SP, 2006/2007.

Velocidade ar (km h^{-1})	Peso 1000 sementes (g)		Produtividade (kg ha^{-1})	
0	139,66	ab	1726,53	b
9	145,34	a	2098,75	a
11	147,28	a	2252,23	a
29	146,19	a	2278,18	a
Testemunha	132,49	b	1619,50	b
DMS	9,81		338,92	
CV (%)	4,00		9,84	

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

6.5 Experimento 5

6.5.1 Depósitos nos folíolos

Os valores dos depósitos, expressos em volume de calda capturado em diferentes posições da planta de soja, são mostrados na Tabela 17.

No geral, verifica-se que a assistência de ar promoveu um incremento em relação a pulverização convencional (zero de ar) e BVO sobre os níveis de depósitos na superfície adaxial dos folíolos posicionados no ponteiro das plantas. Já na parte inferior não houve diferença entre as técnicas de pulverização. Em relação a superfície abaxial não houve diferença na parte superior e inferior entre as técnicas de pulverização.

Nas diferentes técnicas, somente a assistência de ar promoveu diferenças de depósitos entre a parte superior e inferior da planta, tanto para superfície adaxial quanto abaxial da folha (Tabela 17).

Tabela 17. Média dos depósitos da pulverização de um traçador cúprico, com diferentes técnicas em alvo artificial (papel filtro) nas superfícies dos folíolos, da parte superior e inferior das plantas de soja, var. Conquista. Botucatu-SP, 2007/2008.

Equipamento	ADAXIAL				ABAXIAL			
	Superior		Inferior		Superior		Inferior	
	(µl cm^{-2})				(µl cm^{-2})			
0	1,0041	a B	0,8794	a A	0,8532	a A	0,8481	a A
9	1,2316	a A	0,9456	b A	0,8852	a A	0,8832	a A
29	1,1655	a AB	0,8630	b A	0,9410	a A	0,8224	b A
BVO	0,9552	a A	0,9026	a A	0,8605	a A	0,8382	a A
DMS (Equipamento)	0,20				0,10			
DMS (Posição planta)	0,15				0,08			
CV (%)	11,43				6,80			

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre sí, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

6.5.2 Avaliação das perdas da pulverização

As perdas da pulverização dentro e fora do dossel da cultura e no carreador usando diferentes tecnologias são mostradas na Tabela 18. Não houve diferenças significativas nos volumes de calda capturado dentro e fora do dossel a (1,0 m da extremidade da barra) utilizando-se diferentes velocidades de ar junto à barra ou quando a puverização foi realizada com baixo volume oleoso.

Maiores volumes de calda foram detectados nos alvos posicionados no carreador, pois não haviam obstáculos para a deposição das gotas nesses alvos. Depósitos significativamente menores foram obtidos no interior do dossel e “fora” da cultura pela interceptação das gotas nas folhas, independente da técnica de pulverização (Tabela 18).

Tabela 18. Volume médio de calda capturado por placa de Petri (µl cm^{-2}) em diferentes posições do dossel e equipamentos (velocidade de ar na barra de pulverização e BVO – Baixo volume oleoso), utilizado na cultura da soja, var. Conquista. Botucatu, SP, 2007/2008.

	Equipamento							
Posição coletor	0		9 km h^{-1}		29 km h^{-1}		BVO	
Fora	0,7141	a A	0,7204	a B	0,7194	a B	0,7660	a B
Dentro	0,7173	a A	0,7523	a B	0,7384	a B	0,7235	a B
Carreador	0,7389	c A	0,8872	ab A	0,9497	a A	0,8440	b A
CV% = 7,18	**DMS Posição coletor = 0,08**					**DMS Equipamento = 0,09**		

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre sí, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

6.6 Experimento 6

Os resultados médios da porcentagem de área foliar lesionada obtidos antes e após duas pulverizações R 2 e R 5.2 da mistura fungicida azoxistrobina + ciproconazole para o controle de *P. pachyrhizi* são apresentados na Tabela 19, pela AACPF (Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem) . Após a pulverização do fungicida pode-se constatar redução significativa da porcentagem de lesões na área foliar.

6.6.1 Severidade da ferrugem asiática da soja

Não houve diferença significativa entre os tratamentos convencional zero de ar), 9 e 29 km h^{-1} de velocidade máxima de ar gerada pelo ventilador e BVO, após as duas pulverizações da mistura fungicida. Já para a técnica utilizando sistema rotativo – BVO, houve diferença significativa quando comparado aos demais tratamentos somente após a segunda pulverização da mistura fungicida, aos 133 (DAS), conforme apresentado na Tabela 19.

Tabela 19. Porcentagem de área lesionada na AACPF (Área abaixo da curva de progresso da ferrugem), na cultura da soja, após 2 aplicações da mistura fungicida azoxistrobina + ciproconazole aos 98 e 113 DAS nos estádios de desenvolvimento (R 2 e R 5.2) no controle de *P. pachyrhizi*. Botucatu-SP, 2007/2008.

	Dias após semeadura (DAS)					
Equipamento	104	112	118	125	133	Total
0	1,48 a	1,94 b	24,77 b	28,37 b	5,05 c	62,21 c
9	2,49 a	2,17 b	24,92 b	25,55 b	4,93 c	60,69 c
29	1,78 a	2,14 b	21,61 b	26,05 b	4,50 c	56,68 c
BVO	7,03 a	3,95 b	49,29 ab	46,58 b	13,15 b	120,59 b
Testemunha	5,19 a	13,86 a	61,94 a	78,50 a	78,50 a	238,65 a
CV%	110,54	70,45	44,79	30,78	17,06	27,08
DMS	7,52	6,42	30,96	23,89	6,86	55,24

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A evolução da ferrugem asiática na cultura da soja, variedade Conquista, através do percentual de área lesionada, antes e após as pulverizações está apresentada na Figura 19.

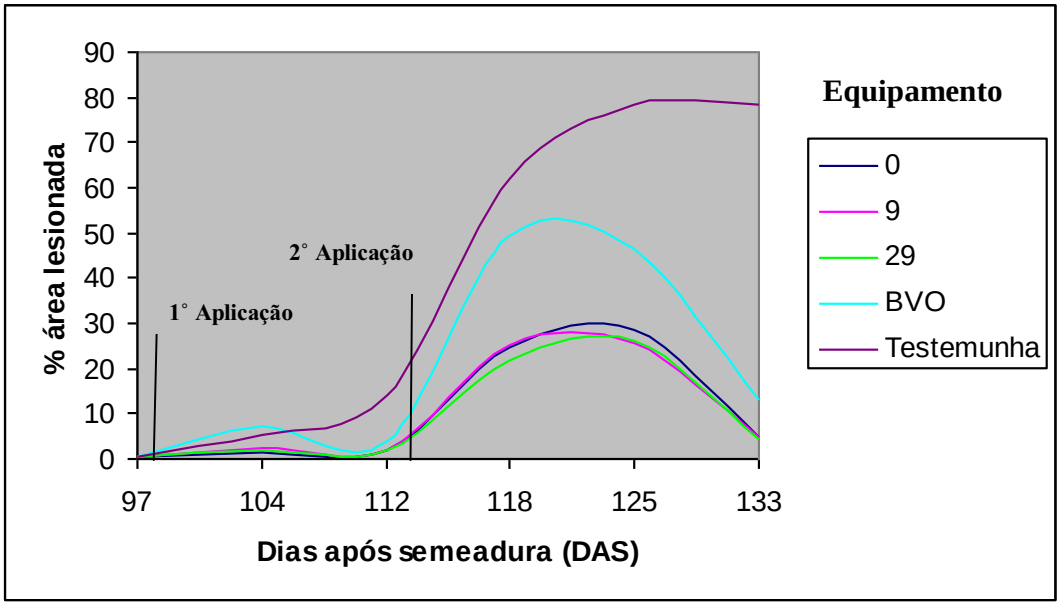

Figura 19. Severidade da ferrugem asiática da soja antes e após duas 2 pulverizações (R 2 e R 5.2), respectivamente aos 98 e 113 DAS, da mistura fungicida azoxistrobina + ciproconazole para o controle de *P. pachyrhizi*. Botucatu-SP, 2007/2008.

6.6.2 Avaliação dos parâmetros de produção e produtividade

Em relação a porcentagem média do tamanho de grãos de soja, classificados por peneiras, pode-se verificar que as técnicas utilizadas para a pulverização da mistura fungicida azoxistrobina + ciproconazole proporcionaram a produção de grãos significativamente maiores em relação aqueles das parcelas não tratadas (testemunha).

A porcentagem média de grãos menores aos retidos na peneira 14 que compões o fundo nas parcelas não tratadas foi significativamente maior em comparação aos demais tratamentos (Tabela 20).

Tabela 20. Porcentagem médias do tamanho de grãos de soja, classificados por peneiras, após duas aplicações (R2 e R5.2) da mistura fungicida azoxistrobina + ciproconazole, com diferentes técnicas de aplicação para o controle *de P. pachyrhizi*. Botucatu-SP, 2007/2008.

Equipamento	**Peneiras**											
	18		**17**		**16**		**15**		**14**		**Fundo**	
0	31,88	a	35,41	a	21,49	b	7,09	b	2,28	b	1,87	b
9	25,14	a	34,99	a	25,12	ab	9,84	b	2,85	b	2,08	b
29	26,24	a	36,32	a	24,64	ab	8,53	b	2,50	b	1,77	b
BVO	22,27	a	34,51	a	27,42	ab	10,49	b	3,02	b	2,33	b
Testemunha	7,96	b	20,11	b	32,76	a	24,53	a	9,63	a	5,01	a
DMS	14,14		4,36		8,37		4,80		1,87		0,57	
CV (%)	32,91		7,13		16,83		20,97		24,32		11,63	

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Comparando as técnicas utilizadas na pulverização do fungicida no controle da doença em relação aos tamanhos de grãos, pode-se verificar que a maior porcentagem de grãos retidos foi na peneira 17. O tratamento utilizando 29 km h^{-1} da velocidade máxima de ar gerada pelo ventilador, proporcionou maior porcentagem de grãos retidos na peneira 17 como mostra a Tabela 20.

Na safra 2006/2007 a maior porcentagem de retenção de grãos foi na peneira 16, diferentemente da obtida na safra 2007/2008, onde a maior retenção foi na peneira 17 utilizando a mesma variedade (Conquista). Este fato, provavelmente, está relacionado a

melhor distribuição de chuvas na safra 2007/2008, principalmente durante a formação dos grãos.

A média do peso de 1000 sementes e a produtividade (kg ha^{-1} da cultura na safra 2007/2008, após duas pulverizações (R 2 e R 5.2) com a mistura fungicida azoxistrobina + ciproconazole utilizando diferentes técnicas está apresentada na Tabela 21. Os tratamentos pulverizados com a mistura fungicida proporcionaram peso de 1000 sementes e produtividade significativamente maiores em comparação aqueles obtidos nas plantas não tratadas (testemunhas). O maior incremento em termos de média na produtividade foi obtido com a velocidade máxima de ar (29 km h^{-1}) gerado pelo ventilador junto à barra. Porém, ao considerar o volume de calda aplicado com o bico rotativo – BVO (40 L ha^{-1}) apesar de não proporcionar o mesmo incremento na produtividade torna-se mais econômico frente aos 130 L ha^{-1} aplicados, com ou sem assistência de ar junto à barra de pulverização, pelo equipamento Advance Vortex 2000.

Tabela 21. Média da produção (peso de 1000 sementes) e produtividade da cultura da soja após duas aplicações (R2 e R 5.2) da mistura fungicida azoxistrobina + ciproconazole, em diferentes técnicas de aplicação para o controle de *P. pachyrhizi*. Botucatu – SP, 2007/2008.

Equipamento	Peso 1000 sementes (g)		Produtividade (kg ha^{-1})	
0	181,31	a	2852,79	a
9	181,92	a	2717,92	a
29	175,88	a	3062,58	a
BVO	168,27	a	2747,89	a
Testemunha	141,01	b	1457,30	b
DMS	21,00		662,32	
CV (%)	6,57		13,63	

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da assistência de ar junto à barra no tratamento fitossanitário da cultura da soja, especialmente no controle da ferrugem asiática, torna-se relevante pela melhor produtividade alcançada quando as pulverizações de fungicidas são associadas à essa tecnologia auxiliar, conforme constatado nas safras 2006/2007 e 2007/2008. Apesar de combinações da assistência de ar com 29 km h^{-1} da velocidade do ar gerada pelo ventilador e ângulação dos bicos na barra, a favor do deslocamento do conjunto trator-pulverizador (30˚), favorecer o incremento dos depósitos isso nem sempre reflete em aumento significativo na produtividade. Porém, em ambas as safras o uso de 29 km h^{-1} da velocidade de ar proporcionou maior incremento na produtividade pulverizando-se a 0˚, em relação à vertical. Há dificuldade em atribuir qual porcentagem de contribuição apenas dessa tecnologia na interação entre produto químico e assistência de ar e, com certeza, outros fatores como velocidade do ar, estádio de desenvolvimento da cultura e nível de severidade estão interagindo na produtividade da cultura.

Ao comparar o volume de calda com ambas as técnicas o sistema rotativo BVO aplicando menos de um terço do volume (40 L ha^{-1}) aplicado com a barra de pulverização convencional (130 L ha^{-1}) proporcionou incremento similar na produtividade ao utilizar 9 km h^{-1} da velocidade do ar. Apesar de não haver diferença significativa na

produtividade da cultura o incremento na produtividade com 29 km h^{-1} da velocidade do ar superou em 300 kg ha^{-1} a produtividade obtida com o sistema rotativo – BVO.

8 CONCLUSÕES

Baseado nas condições experimentais em que o estudo foi desenvolvido e nas análises dos resultados, conclui-se:

- A assistência de ar promoveu incremento dos depósitos da pulverização na cultura da soja, var. Conquista, na parte inferior da planta e superfície abaxial dos folíolos;
- A combinação de angulação da barra à 30˚, a favor do deslocamento do equipamento, com velocidade máxima de ar gerada pelo ventilador proporciou maiores depósitos na cultura e influenciou positivamente no controle da ferrugem asiática da soja;
- O bico rotativo Baixo Volume Oleoso – BVO proporcionou níveis de controle do patógeno e de produtividade equivalentes ao uso da assistência de ar junto à barra com um terço do volume aplicado (40 L ha^{-1});

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação para o controle da ferrugem da soja. In: WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA, 1., 2005, Uberlândia. **Coletânea…** Uberlândia: EDUFU, 2005. p. 193-219.

ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação de defensivos na cultura da soja. In: SUZUKI, S., YUYAMA, M. M., CAMACHO, S. A. **Boletim Técnico de Pesquisa Soja 2006**. Rondonópolis, MT: Fundação Mato Grosso, 2006.

BALSARI, P.; TOMAGNONE, M. Evalution of functional parameters of boom sprayer nozzles. In: INTERNATIONAL SYMPHOSIUM ON PESTICIDES APPLICATION TECHNIQUES, **Proceedings**. Strassburg, 1993. v. 1, p. 77-84, 1993.

BAUER, F.C. **Distribuição e deposição da pulverização dob diferentes condições operacionais na cultura da soja** [*Glycine max* (L.) Merrill]. 2002, 130f. Tese (Doutorado em Agronomia – Proteção de Plantas), Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu, 2002.

BAUER, F.C.; RAETANO, C. G. assistência de ar e perdas na deposição de produtos fitossanitarios em pulverizações na cultura da soja. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 271-276, 2000.

BENCHIMOL, R. L. et al. Ferrugem asiática da soja chega ao Pará. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 26., 2004, Ribeirão Preto. **Resumos…** Londrina: EMBRAPA soja, 2004. p. 137. (Documentos, 234).

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Brasília: SNDA/DNPV/CLAV, 1992. 365p.

CHAIM, A.; VALARINI, P. J.; OLIVEIRA, D. A.; MORSOLETO, R. V.; PIO, L. C. Avaliação de perdas de pulverização em cultura de feijão e tomate. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente,** 1999. 29p. (Boletim de Pesquisa).

COOKE, B. K. et al. Air-assisted spraying of arable crops, in relation to deposition, drift and presticides performance. **Crop Protection**, v. 9, n. 4, p. 697, 1990.

DORR, G. J. The effect of orientation and fan angle on spray deposition bu flat fan nozzles. In: AGRICULTURAL ENGINEERS CONFERENCE, 1990. **Proceedings.** Toowoomba. P.30-32, 1990.

FEDRIZZI, M., MENESATTI, P., PARI, L., VANNUCCI,. D. Laser system for the movement track of a horizontal spray boom: equipment, methodology and first experimental results. **Revista di Ingrgneria Agrária,** Italy, v. 26, n.3,p.129-126, 1995.

FRIESEN, G. H., WALL, D. A. Effect of application factors on efficacy of fluazifop-P-butyl in flax. **Weed Tecnol**., v. 5, n.3, p. 504-508, 1991.

FURLAN, S. H. Impacto da ferrugem asiatica da soja no Brasil. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 31, n. 1, p. 119 – 120, 2005.

GARCIA, L. C., RAETANO, C. G., JUSTINO, A., PURÍSIMO, C. Dessecação da aveia-preta (*Avena strigosa Schreb*) com herbicida de contato, em presença ou não de assistência de ar junto à barra do pulverizador, em diferentes volumes de calda. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 758 – 763, 2004.

GODOY, C. V.; HOGA, L. J. & CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31 (1), 63 – 68, 2006.

HOLLAND et al. A comparison of spinning disc atomisers and flat fan pressure nozzles in terms of pesticide deposition and biological efficacy within cereal crops. **Crop Protection**, v. 16, n. 2, p. 179-185, 1997.

JORGENSEN, L.; WITT, K. L. **Spraying and the impact on the environment: Spraying technique in relation to approval and use of pesticides in Northern Europe.** In: HARDI INTERNATIONAL. Hardi international application technology course 2000. Taastrup, 2000. v.1, chap. 2, p. 4-16.

KAUL, P., GEBAUER, S., NEUKAMPF, R., GANZELMEIER, H. Modelling of direct drift of plant protection products – field sprayers. **Nachrichhtenblatt-des-Deutschen-Pflanzenschutzdienstes**, German, v. 48, n. 2, p. 21-31, 1996.

KIMATI, H. et al. **Guia de fungicidas agricolas:** recomendações por culturas/Grupo Paulista de Fitopatologia. 2 ed. Jaboticabal: Grupo Paulista de Fitopatologia, 1997. v. 1 p. 225.

LEFEBVRE, A. H. Droplet production. In: MATTHEWS, G. A.; HISLOP, E. C. **Application technology for crop protection**. Wallingford: CAB International, 1993. p. 35-56.

LEONARD, R.; RICE, B.; DOWLEY, L. J.; WARD, S. The effect of air assistance on spray deposition and biological effect in the control *Phytophthora infestans* in potatoes. **Aspects of Applied Biology,** n. 57, p. 243-249, 2000.

LOCKLEY, K. D. Efficacy of fungicides applied to winter wheat by air-assisted sprayers. In: INTERNATIONAL SYMPHOSUIM ON PESTICIDE APPLICATION TECHNIQUES, 2., 1993, Strassburg, s. p.

MACIEL, C. D. G., VELINI, E. D., RAETANO, C. G., SOUZA, R. T., NEGRISOLI, E., CAVENAGHI, A. L., SILVA, M. A., Estimativa de depósito e distribuição da calda de pulverização em papel hidrossensível e plantas de Ipomea grandifolia. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 2. – SINTAG, 2001, Jundiaí. Resumos. Disponível em www.iac.br/~cma/Sintag.

MATTHEUS, G. A. **Pesticide application methods**. 2. ed. London, Longman, 1992. 405 p.

MAY, M. J. Early studies on spray deift, deposit manipulation and weed control in sugar beet with two air-assisted boom sprayers. In: LAVERS, A.; HERRINGTON, P.; SOUTHCOMBE, E.S.E. (eds.) Air-assisted spraying in crop protection. **Proceedings**. Swansea, 1991. P. 89-96. (BCPC monograph, 46).

MILLER, P. **Engineering research and development related to ground-based crop sprayers**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS, 1., 1996, Águas de Lindóia. Anais... Jaboticabal: IAC/UNESP, 1997. p. 102-109.

MONTEIRO, M. V. Curso de coordenadores em aviação agrícola. **Centro Brasileiro de Bioaerhonáutica,** 2005. 278 p.

NORDBO, E. **Effects of nozzle size, travel speed and air assistance on artificial vertical and horizontal targets in laboratory experiments**. Crop Protection, Oxford, v. 11, n. 3, p. 272-277, 1992.

OZKAN, E. Best spraying strategies to fight against Soybean Rust. 2005. Disponível em: http://www.jacto.com/soybean_rust.html. Acesso em: 09. 2006.

OZKAN, E., ZHU, H., DERKSEN, R., GULER, H., Evaluation of various spraying equipment for effective application of fungicides to control Asian soybean rust. 2005 Disponível em: www.oardc.ohio-state.edu/FABE/FACULTY/Report_Rust_study_2005.pdf- . Acesso em: 20.09.2006.

PANNETON, B.; PHILION, H.; THEEIALT, R.; KHELIFI, M. Spray chamber evalution of air-assisted spraying on potato plants. **Transactions of ASAE**, v. 43, n. 3, p. 529-534, 2000.

RAETANO, C. G.; BAUER, F. C. Efeito da velocidade do ar em barra de pulverização na deposição de produtos fitossanitários em feijoeiro. **Bragantia,** Campinas, v.62, n.2, p.329-334, 2003.

RAETANO, C. G.; MERLIN, A. Avanços tecnológicos no controle da ferrugem da soja. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Ferrugem asiática da soja**. Viçosa: UFV, 2006. p. 115-138.

RAMOS, H. H. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 275-284, 2000.

SCUDELER, F. **Assistência de ar e angulação da barra pulverizadora na disposição e perdas dapulverização na cultura da batata.** 2005. 53 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

SCUDELER, F., RAETANO, C. G. Spray deposition and losses in potato as a function of air-assistance and sprayer boom angle. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 6, p. 515 – 521, 2006.

SILVA, M. A. S. **Depósitos da calda de pulverização no solo e em plantas de tiririca** (*Cyperus rotundus* L.) **em diferentes condições de aplicação**. Botucatu, 2000. 57p. Tese (Doutorado em agronomia/Agricultura) – Facauldade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

SINCLAIR, J.B.; HARTMAN, G. L. Soybean rust. In: HARTMAN, G.L.; SINCLAIR, J. B; RUPE, J. C (eds.) **Compendium of soybean diseases**. 4 ed. St. Paul: American Phytopathological Society. 1999. p. 25-26.

TAYLOR, W.A.; ANDERSEN, P.G.; COOPER, S. **The use of air assistance in a field crop sprayer to reduce drift and modify drop trajectories.** In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE-WEEDS, 3., 1989, Brighton. Proceedings... Farnham: British Crop Protection Council, 1989. p. 631.

TAYLOR, W.A.; ANDERSEN, P.G. **Enhancing conventional hydraulic nozzle use with the Twin Spray System**. British Crop Protection Council Monograph, v.46, p. 125-136, 1991.

TAYLOR, W.A.; ANDERSEN, P.G. **A review of benefits of air assisted spraying trials in arable crops.** Aspects of Applied Biology, Wellesbourne, v. 48, p. 163-174, 1997.

TOMAZELLA, M. S., **Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da densidade populacional de** *Brachiaria plantaginea* (Link) Witc**., volume e ângulo de aplicação**. Botucatu, 1997. 78p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

TOMAZELLA, M. S. **Efeitos do estádio de desenvolvimento de Brachiaria plantaginea (Link) Witch, ângulo de aplicação e tipo de ponta na deposição da calda de**

pulverização. Botucatu, 2001. 53p. Tese (Doutorado em agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

VAKILI, N. G.; BROMFIELD, K. R. **Phakopsora rust on soybeans and other legumes in Puerto Rico.** Plant Disease Reptorter, Maryland, v. 60, n. 12, p. 995-999, dez. 1976.

VENEGAS, F.; RAETANO, C. G.; BAUER, F. C. Assistência de ar em barra de pulverização, deposição da calda e controle da pinta preta na cultura da batata. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.29, n.4, p. 323-9, 2003.

VENEGAS, F. **Assistência de ar em barra de pulverização, deposição da calda e controle da pinta preta na cultura da batata**. 2002, 76f. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Proteção de Plantas), Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu, 2002.

YORINORI, J. T. et al. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, nas safras 2000/01 e 2001/02. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2., 2002, Foz do Iguaçu. **Resumos…** Foz do Iguaçu, 2002, p. 94.

YORINORI, J. T; PAIVA, W. M. **Ferrugem da soja** *Phakopsora pachyrhizi*. Londrina: EMBRAPA – CNPSo, 2002. 8 Folder.

YORINORI, J. T. Ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*): Ocorrência no Brasil e estratégias de manejo. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE DOENÇAS DA CULTURA DA SOJA. Passo Fundo. **Anais…** Passo Fundo: Aldeia Norte, 2002. p. 47-54.

YORINORI, J. T; JÚNIOR, J. N.; LAZZAROTTO, J. J. **Ferrugem "asiática" da soja no Brasil**: evolução, importância econômica e controle. Londrina: EMBRAPA soja, 2004. 36p. (documentos, 247).

YORINORI, J. T. A ferrugem asiática da soja no continente americano: evolução, impotância econômica e estratégias de controle. In: WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE A

FERRUGEM ASIÁTICA, 1., 2005, Uberlândia. **Coletânia.** Uberlândia: EDUFU, 2005. p. 21-37.

YORINORI, J. T. Controle da ferrugem “asiatica” da soja na safra 2006/2007. EMBRAPA SOJA; Londrina – PR – Disponível em: http://www.cnpso.embrapa.br/download/Tadashi_ set_2006.doc. Acesso em: 09.2006.