

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ADJUVANTES E ASSISTÊNCIA DE AR JUNTO À BARRA DE
PULVERIZAÇÃO NO CONTROLE DA DERIVA E DA FERRUGEM DA
SOJA (*Phakopsora pachyrhizi*)**

HÉLIO OLIVEIRA AGUIAR JÚNIOR

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Proteção de Plantas).

BOTUCATU-SP
Novembro – 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ADJUVANTES E ASSISTÊNCIA DE AR JUNTO À BARRA DE
PULVERIZAÇÃO NO CONTROLE DA DERIVA E DA FERRUGEM DA
SOJA (*Phakopsora pachyrhizi*)**

HÉLIO OLIVEIRA AGUIAR JÚNIOR

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 (Proteção de Plantas).

BOTUCATU-SP
Novembro – 2009

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

A282a Aguiar Júnior, Hélio Oliveira, 1984-
Adjuvantes e assistência de ar junto à barra de pulverização no controle da deriva e da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) / Hélio Oliveira Aguiar Júnior. - Botucatu : [s.n.], 2009.
iv, 60 f. : il. color., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2009
Orientador: Carlos Gilberto Raetano
Inclui bibliografia.

1. Tecnologia de aplicação. 2. Adjuvante. 3. Controle químico. 4. Soja - Ferrugem. I. Raetano, Carlos Gilberto. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "ADJUVANTES E ASSISTÊNCIA DE AR JUNTO À BARRA DE
PULVERIZAÇÃO NO CONTROLE DA DERIVA E DA FERRUGEM DA
SOJA (*Phakopsora pachyrhizi*)"

ALUNO: HÉLIO OLIVEIRA AGUIAR JÚNIOR

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: 18 de novembro de 2009.

OFEREÇO

A Deus por ter dado o privilégio da vida e aos meus pais, Hélio Oliveira Aguiar e Sileida da Silva Aguiar por todos os ensinamentos, educação, carinho, amizade, dedicação e principalmente o grande incentivo aos estudos.

DEDICO

Ao meu irmão Vicente Silva Aguiar, pelos momentos agradáveis que passamos juntos durante toda infância e adolescência.

À Marina Meloni Goria pelo companheirismo e apoio para que superasse todas as dificuldades encontradas neste caminho.

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora por que, com certeza, há alguém superior que nos dá forças quando precisamos;

Ao meu orientador Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano a mim concedida e de inúmeros ensinamentos dados tanto acadêmicos como de vida;

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Proteção de Plantas da FCA/UNESP – Campus de Botucatu pelos ensinamentos transmitidos;

Aos companheiros de república em Botucatu (Gregório, Evandro, Emerson, Gustavo e Fabrício) que foram e são como a minha família em Botucatu;

Aos meus grandes amigos Rafael de Souza Christovam, Mário Henrique F. A. Dal Pogetto, Evandro Pereira Prado e Marcelo Junior Gimenes. pela ajuda nos experimentos e principalmente pela amizade;

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

A todos os funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção FEPP da FCA/UNESP, em especial ao técnico agrícola Mário de Oliveira Munhoz pela ajuda nos experimentos e pelos ensinamentos práticos que foram de suma importância na confecção desse trabalho;

À Seção de Pós-Graduação da FCA/UNESP – Campus de Botucatu, pela presteza quando solicitada; e

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal – Defesa Fitossanitária da FCA/UNESP, pela colaboração e amizade.

SUMÁRIO

	Página
1 RESUMO.....	01
2 SUMMARY.....	03
3 INTRODUÇÃO	05
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	07
4.1 Ferrugem asiática.....	07
4.2 Adjuvantes.....	10
4.3 Assistência de ar.....	11
4.4 Deriva na pulverização de produtos fitossanitários.....	14
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
5.1 Local dos experimentos.....	17
5.2 Experimento 1.....	17
5.2.1 Alvos artificiais.....	20
5.2.2 Avaliação da deriva.....	21
5.2.3 Extração e quantificação do marcador.....	22
5.2.4 Análise estatística.....	22
5.3 Experimento 2.....	22
5.3.1 Monitoramento da doença.....	23
5.3.2 Avaliação da severidade da doença e controle.....	24
5.3.3 Análise estatístico	26
5.4 Experimento 3.....	27
5.3.3 Análise estatístico.....	29
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
6.1 Experimento 1.....	30
6.1.1 Depósitos da pulverização nos folíolos.....	30
6.1.2 Depósitos da pulverização em alvos artificiais para estimativa de perdas.....	33
6.1.2.1 Placas de fórmica	33
6.1.2.2 Limpador de cachimbo	34
6.2 Experimento 2.....	37

6.2.1 Severidade da ferrugem asiática da soja.....	37
6.2.2 Avaliação dos parâmetros de produção e produtividade.....	42
6.3 Experimento 3.....	44
6.3.1 Tensão superficial estática.....	44
6.3.2 Retenção da calda de pulverização	46
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
8 CONCLUSÕES.....	50
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

1 RESUMO

Com o intuito de melhorar a eficiência da cobertura foliar e diminuir as perdas na produtividade da cultura da soja, o presente trabalho teve como objetivos: avaliar a deposição da pulverização, perdas por deriva, produção (peso de 1000 sementes), produtividade da cultura (kg/ha), tensão superficial estática e retenção foliar da calda de pulverização. Três experimentos, dois a campo e um em laboratório foram conduzidos nesse estudo; os experimentos 1 e 2 foram conduzidos na safra 2008/09, em área experimental da fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção (FEPP) da FCA/UNESP – Campus de Botucatu, Gleba Cascalheira na cultura da soja, cultivar Conquista e o experimento 3 foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Aplicação de Defensivos do Departamento de Produção Vegetal – Defesa Fitossanitária da Faculdade de Ciências Agronômicas FCA/UNESP, campus de Botucatu. O experimento 1 foi conduzido no delineamento experimental em blocos ao acaso com três dosagens de surfatantes associados ao marcador oxiclureto de cobre combinadas a dois níveis de assistência de ar na barra de pulverização (0 e 29 km h⁻¹), totalizando 6 tratamentos e 4 repetições. O pulverizador foi equipado com barra de pulverização de 18,5 m de comprimento e 37 pontas de pulverização de jato plano XR 8002, à pressão de 400 kPa e volume de 150 L ha⁻¹. Para a quantificação dos depósitos da pulverização foram colocados em cada parcela alvos artificiais (papel filtro com dimensões de 3 x 3 cm) distribuídos em 10 plantas tomadas ao acaso. Em cada uma das 10 plantas amostradas foram fixados quatro coletores (papel filtro), um na superfície adaxial e outro na superfície abaxial do mesmo

folíolo nas partes superior e inferior da mesma planta. Para avaliação do potencial de deriva, nas diferentes tecnologias de aplicação, foram colocados externamente às parcelas duas hastes de madeira a 1,0 e 3,0 m de distância da extremidade da cultura. Nas hastes distanciadas a 1,0 m da cultura foram fixados dois alvos artificiais, limpadores de cachimbo, posicionados a 0,5 e 1,0 m de altura do solo e nas hastes distanciadas a 3 m da cultura foram fixados três limpadores de cachimbo posicionados a 0,5; 1,0 e 1,5 m de altura do solo. Placas de fórmica de 8,5 cm de diâmetro, também foram colocadas em cada tratamento, uma colocada no carreador e outra a 1,0 m de distância da extremidade da cultura para avaliação das perdas por sedimentação das gotas de pulverização. O experimento 2 foi instalado adjacente ao local do experimento anterior. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com 7 tratamentos (fungicida e dois surfatantes) combinados a dois níveis de assistência de ar na barra de pulverização (0 e 29 km h⁻¹), mais testemunha, e 4 repetições. O tamanho das parcelas, equipamentos e sua calibração foram os mesmos utilizados no experimento 1. Para o controle da ferrugem asiática na cultura da soja foram realizadas quatro aplicações da mistura fungicida piraclostrobina + epoxiconazole, uma no estágio de desenvolvimento vegetativo (V₁₀) e as demais nos estádios de desenvolvimento reprodutivo (R₁; R₃; R_{5,2}), respectivamente correspondendo aos 70, 84, 98 e 115 DAS. A avaliação da severidade da ferrugem foi realizada a intervalos de aproximadamente sete dias, totalizando sete avaliações. Foram atribuídas notas pela porcentagem de área visual lesionada pela doença em 15 folíolos retirados aleatoriamente da parte inferior da planta (0,6; 2,0; 7,0; 18,0; 42,0 e 78,5%) utilizando a escala visual diagramática. A assistência de ar na velocidade máxima gerada pelo ventilador (29 km h⁻¹), combinada com o surfatante Silwet L-77 mais o fungicida piraclostrobina + epoxiconazole contribuiu para melhor controle da ferrugem asiática, proporcionando recuperação na produtividade e no peso de 1.000 sementes em relação aos demais tratamentos. O surfatante Silwet L-77, organossiliconado, promoveu a maior redução na tensão superficial estática das soluções aquosas. A água destilada apresentou o maior valor de retenção foliar, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com adição de produtos fitossanitários quando avaliado essa propriedade.

Palavras-chave: Tecnologia de Aplicação, adjuvante, controle químico, ferrugem da soja

ADJUVANTS AND AIR ASSISTANCE IN SLEEVE BOOM SPRAYER TO CONTROL OF SPRAY DRIFT AND ASIAN SOYBEAN RUST (*Phakopsora pachyrhizi*). Botucatu, 2009. 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: HÉLIO OLIVEIRA AGUIAR JÚNIOR

Adviser: Prof. Dr. CARLOS GILBERTO RAETANO

2 SUMMARY

With the intention to improve the leaf coverage efficiency and reduce in losses productivity of soybean crop, the present study aimed to evaluate the spray deposition and drift losses, production (weight of 1000 seeds), soybean crop productivity (kg / ha), static surface tension and spray leaf retention. Three experiments, two in the field and another one the laboratory, were conducted in this study. The experiments 1 and 2 were carried out during 2008/2009 crop season in experimental area of Experimental Farm, FCA / UNESP – campus of Botucatu, soybean crop, Conquista variety, and the third experiment was set at the of Laboratory Technology Application of Pesticides, in Plant Production Department, College of Agricultural Sciences of the São Paulo State University FCA/UNESP, campus of Botucatu. The Experiment 1 was conducted in randomized block design with three doses of surfactants associated with one oxychloride cooper tracer, combined at two levels of air assistance on spray boom (0 and 29 km h⁻¹), 6 treatments in 4 repetitions. The sprayer was equipped with spray boom 18.5 m of length and 37 flat fan spray nozzle XR 8002 type at working, pressure of 400 kPa, resulting in the volume of 150 L ha⁻¹. For the quantification of spray deposits were placed in each plot artificial targets (filter paper with dimensions of 3 x 3 cm) distributed in 10 plants randomly selected. In each one of the 10 plants were fixed four collectors (filter paper), one on adaxial surface and other on abaxial surface in the same leaflet at the top and bottom of the same plant. To evaluate the spray drift potential in different

application technologies, were placed outside the plots two stems of wood at 1.0 m and 3.0 m away at the end of crop. In the stems positioned at 1.0 m of the crop were fixed artificial targets, pipe cleaners, positioned at 0.5 and 1.0 m above ground and stems distanced at 3 m of the crop were fixed three pipe cleaners positioned at 0.5, 1.0 and 1.5 m above ground. Formica plates of 8.5 cm of diameter, were also placed in each treatment, one placed in road and other placed 1.0 m outside of the crop to evaluate spray losses by droplets sedimentation. The experiment 2 was set adjacent to the previous experiment. The experimental design was a randomized block with 7 treatments (fungicide and two surfactants, combined at two levels of air assistance on spray boom (0 to 29 km h⁻¹), more the check treatment, and 4 repetitions. The plot size, equipment and its calibration were the same used in first experiment. For the Asian rust control in soybean crop were made four applications of the pyraclostrobin + epoxiconazole fungicide mixture, V10 growth stage and the others in R1, R3, R5.2 growth stages, respectively corresponding to 70, 84, 98 and 115 DAS. The evaluation of disease severity was realized between intervals of seven days, seven rates. Notes were given by the percentage of visual area injured by the disease in 15 leaflets randomly collected from the bottom part of the plant (0.6, 2.0, 7.0, 18.0, 42.0 and 78.5%) using the visual diagrammatic scale. The air assistance at maximum speed generated by fan (29 km h⁻¹), combined with the surfactant Silwet L-77 more fungicide pyraclostrobin + epoxiconazole contributed to better control of the rust, proportioning an recovery in productivity and the weight of 1.000 seeds. The surfactant Silwet L-77, organosilicone, promoted the higher reduction in static surface tension of aqueous solutions. Distilled water showed the highest leaf retention, not significantly differences were observed between treatments with addition of phytosanitary products, when evaluated this property.

Keywords: Application technology, adjuvant, chemical control, soybean rust

3 INTRODUÇÃO

A ferrugem asiática da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & P. Sydow, possui alto potencial de dano à cultura pois pode causar rápido amarelecimento e queda prematura de folhas, prejudicando a plena formação dos grãos. Desde o ano de 2001, a doença tem sido constatada em quase todas as regiões do Brasil (AZEVEDO et al., 2007). Lavouras livres de doença podem alcançar uma produtividade média de 3.300 kg ha⁻¹. Contudo, o custo de produção encontra-se por volta de 2.418 kg ha⁻¹, sendo recomendável o controle do agente causal da doença (ALVES et al., 2007).

O controle da ferrugem da soja compreende diversas medidas conjuntas, porém o controle químico com fungicidas é, até o momento, o principal método. No entanto, em muitas aplicações, atingir o alvo biológico de maneira direta torna-se difícil em função de sua localização. Nestas situações, uma das alternativas que evita o desperdício oriundo do aumento do volume de calda para que uma pequena parte possa atingir o alvo de forma direta e exercer o controle, é o uso de produtos com capacidade de redistribuição (RAMOS, 2001). Uma outra opção para proporcionar características desejáveis é a assistência de ar junto às barras de pulverização (JORGENSEN e WITT, 2000; BAUER e RAETANO, 2000; RAETANO e MERLIM, 2006).

Na minimização das perdas e maximização do efeito dos produtos fitossanitários também devem ser levadas em consideração a utilização dos adjuvantes, entretanto, isso deve ser visto com cautela, pois o aumento da concentração dos adjuvantes junto à calda pode reverter esta situação (REEVES, 1992).

Estudos evidenciam que o uso da assistência de ar junto à barra de pulverização, acoplados ao sistema hidráulico do trator ou ao pulverizador 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).

A definição de estratégias de controle da ferrugem, quanto à tecnologia de aplicação, deve observar conceitos básicos de como os fungicidas sistêmicos se movimentam nas plantas após a aplicação e absorção. No mercado atual, a maioria dos fungicidas para a ferrugem apresentam movimentação no sentido da base para o topo de cada folíolo ou folha, com mínima chance de movimentação no sentido contrário e sem a possibilidade de translocação de uma folha para outra (ANTUNIASSI, 2005).

Passados quase trinta anos, do uso dessa tecnologia em pulverizadores de barras, muitos questionamentos ainda devem ser esclarecidos quando da interação entre volume, velocidade de ar e estágio de desenvolvimento da cultura mais adequados às diferentes, angulações dos bicos na barra em relação ao ar, altura de pulverização e velocidade de deslocamento, entre outros que propiciem maior cobertura da pulverização e menores perdas. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivos avaliar a deposição e perdas da pulverização nas plantas de soja, em função de diferentes técnicas de aplicação (com e sem assistência de ar) junto à barra de pulverização, em presença ou não de adjuvantes, na calda de pulverização, bem como o efeito dessas tecnologias no controle da ferrugem asiática da soja em condições de campo.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Ferrugem asiática

A ferrugem asiática da soja, causada por *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & P. Sydow, destaca-se pela virulência e pela elevada taxa de progresso, causando reduções significativas na produtividade da cultura (BALARDIN et al., 2006). Essa doença foi relatada pela primeira vez no Brasil no final da safra de 2000/01, representando grande ameaça para a produção nacional. Na safra 2002/03, no Brasil, a ferrugem asiática causou perdas estimadas em US\$ 884,25 milhões, enquanto em 2004, considerando perda de grãos, custo de controle e queda de arrecadação, os prejuízos foram da ordem de US\$ 2,28 bilhões. Os estados mais atingidos na safra 2003/04 foram Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e São Paulo (ALVES et al., 2007). Até a safra 2004/05 a doença já havia sido relatada na Austrália, Rússia, Coreia, Japão, China, Taiwan, Filipinas, Nepal, Índia, Nigéria, Moçambique, Ruanda, Uganda, África do Sul, Zâmbia, Zimbábue, Paraguai, Brasil e Argentina. No Brasil, já foi identificada em todos os estados produtores com dano variando desde 10% a 91% (AZEVEDO et al., 2007).

A ferrugem da soja pode ser causada por duas espécies do gênero *Phakopsora*. *Phakopsora meibomia* e *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow pertencentes à ordem Uredinales e classe Basidiomycota. As espécies são diferenciadas por análise de DNA e morfologia dos teliosporos e télias. *P. meibomia* (ferrugem americana) foi relatada pela

primeira vez no Brasil, em 1979 no estado de Minas Gerais. *P. pachyrhizi* ocorre no Hemisfério Leste, desde 1902, sendo considerada altamente agressiva, causando danos de 10 a 40% na Tailândia, 10-90% na Índia, 10-50% no sul da China, 23-90% em Taiwan e 40% no Japão (GODOY e CANTERI, 2004). A partir de sua ocorrência na América do Sul, mais precisamente no Paraguai e Brasil (norte do estado do Paraná) na safra de 2000/2001, os prejuízos causados por *P. pachyrhizi* vêm aumentando paulatinamente (ANDRADE e ANDRADE, 2006).

Plantas severamente infestadas apresentam desfolha precoce, comprometendo a formação e o enchimento de vagens e o peso final do grão. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho do grão e, conseqüentemente, maior a perda de rendimento e de qualidade (YORINORI et al., 2002).

Os sintomas são particularmente evidentes nas folhas, evoluindo desde urédias isoladas a áreas com profunda coalescência, quando provoca amarelecimento e prematura abscisão foliar. São agrupados em lesões de coloração bronzeada com duas ou cinco urédias e esporulação abundante ou formando lesões pardo-avermelhadas, com zero a duas urédias e esporulação esparsa (NAVARINI et al., 2007).

Sempre que o processo de infecção inicia-se, geralmente a partir do estágio R1/R2 da soja, é observado aumento significativo do dano, embora a ocorrência da doença em estádios fenológicos mais avançados também possa acarretar danos muito elevados. Os sintomas podem surgir em qualquer momento do ciclo fenológico da cultura. Porém tem surgido de forma mais frequente em plantas próximas ou em plena floração. Estes sintomas são observados mais frequentemente nas folhas baixas, com lesões de cor amarela que se transformam em manchas de forma poligonal ou arredondada de coloração bronzeada a marrom. Um detalhe importante para diagnose precisa da doença é a formação abundante de urédias apenas na face inferior das folhas. Estas ocorrem em forma de bolhas esbranquiçadas e brilhantes que explodem rapidamente, liberando grande quantidade de uredinósporos (AZEVEDO et al., 2007).

Na interação planta-patógeno, a maioria dos eventos que levam ao estabelecimento de relações parasíticas ou à resistência do hospedeiro, ocorre em nível celular, tanto do lado do patógeno como da planta hospedeira. Para *Phakopsora apoda* (Har.& Pat.) Mains, um fungo causador de ferrugem com comportamento semelhante a *P. pachyrhizi*, foi observado que a penetração ocorre diretamente através da cutícula com preferência para a

formação de apressórios nas junções das células da epiderme. No caso da *P. pachyrhizi* em soja, a penetração ocorre de forma direta sobre a cutícula com formação de apressório. A penetração ocorre após 6 horas e uma vez dentro da célula da epiderme se expande até formar uma vesícula epidermal e logo após a hifa de penetração atravessa a célula da epiderme e emerge no espaço intercelular no mesófilo (MAGNANI e ARAUJO, 2007).

As ótimas condições de temperatura para que ocorra a infecção estão entre 20 a 25°C. Nessas condições, e havendo disponibilidade de água livre sobre a superfície da planta, a infecção ocorre no período de 6 horas após a deposição do esporo. Quanto maior a duração do molhamento foliar maiores serão as chances de sucesso no estabelecimento da infecção (ALVES et al., 2007). Molhamento foliar prolongado (10 h/dia), temperatura noturna entre 18 e 24°C, e chuvas frequentes mostram-se como condições determinantes para o estabelecimento da doença. A dispersão da doença pode ocorrer em taxas superiores a 1 m/dia. As infecções no início do florescimento produzem elevados níveis de dano, afetando também o teor de proteína no grão (NAVARINI et al., 2007).

Por se tratar da forma mais eficiente de controle para a ferrugem asiática até o momento o controle químico tornou-se essencial para a garantia da produtividade na cultura da soja (ANDRADE e ANDRADE, 2006).

Muitos fungicidas e misturas fungicidas são registrados no Ministério da Agricultura para o controle da ferrugem da soja, e estes apresentando diferentes níveis de eficiência, a exemplo pode-se citar as misturas fungicidas azoxystrobin + ciproconazole e ciproconazole + propiconazole, ambas apresentando eficiência de controle superiores a 86%. É de fundamental importância que o agricultor ou responsável técnico pela cultura, tenha conhecimento dessas variações de eficiência para utilização dos produtos na situação adequada (ANDRADE e ANDRADE, 2006).

4.2 Adjuvantes

Diversos produtos para o uso agrícola são recomendados para atuar junto à calda de pulverização com o intuito de modificar características físico-químicas. Dentre estes produtos destacam-se os adjuvantes, que podem ser classificados de acordo com a sua atuação: quelatizantes e acidificantes, redutores de pH, surfatantes, ativadores nitrogenados, espalhantes - adesivo, anti-espumantes, rebaixadores de fitotoxicidade, anti- evaporantes, espessantes, redutores de deriva e filtro solar, além dos adjuvantes complexos que possuem múltiplas funções (KISMANN, 1997). Os termos “adjuvante” e “surfatante” tem sido comumente usados ao se referir a determinados grupos de substâncias sem defini-los adequadamente (DURIGAN, 1993). Os Surfatantes são tidos como adjuvantes que atuam modificando as forças interfaciais, com orientação das suas moléculas entres as interfaces, promovendo um ajustamento mais intimo de duas substâncias ou entre substâncias e superfície foliar.

O mecanismo de ação dos surfatantes está relacionado com o aumento efetivo da área de contato da gota pulverizada com a superfície foliar, a dissolução ou rompimento de ceras epicuticulares, a prevenção ou retardamento da formação de cristais na gota pulverizada e a promoção da absorção dos compostos pela via estomática (STOCK e HOLLOWAY, 1993).

O conhecimento de que estes compostos podem ter um significativo efeito sobre o tamanho das gotas em pulverizações agrícolas (Butler Ellis & Miller, 1997), sendo o tamanho da gota o fator mais importante que influencia a deriva. Uma revisão do efeito dos adjuvantes sobre a formação das gotas e transporte do líquido pulverizado foi apresentada por Miller e Butler Ellis (1997). Adjuvantes redutores de deriva têm sido desenvolvidos especificamente para modificar o espectro de gotas, mas muitos outros adjuvantes, usados para melhorar a dinâmica da gota sobre o alvo, também influenciam o tamanho das gotas (BUTLER ELLIS e TUCK, 1999).

De acordo com Miller e Butler Ellis (2000), essas mudanças nas propriedades do líquido pulverizado podem influenciar tanto o processo de formação das gotas quanto o comportamento destas em contato com o alvo.

Produtos químicos que aumentam a viscosidade e a resistência da água à tensão reduzirão a proporção das gotas menores em um sistema de pulverização (WITT,

2007). Esses adjuvantes podem ser referidos como agentes de controle de deriva, agentes anti-deriva ou retardantes de deriva (McMULLAN, 2000).

Iost (2008) avaliando o efeito de adjuvantes sobre algumas propriedades de soluções aquosas, como tamanho das gotas, tensão superficial dinâmica e ângulo de contato das gotas em diferentes superfícies, natural e artificial, concluiu que a adição dos adjuvantes Silwet L-77 e Antideriva em soluções aquosas, proporcionaram aumento no DMV das gotas de pulverização, bem como a redução no volume das gotas com diâmetro menor que 100 μm .

Stevens et al. (1988) avaliaram o desempenho de 15 tipos de compostos, sendo 14 deles produtos fitossanitários, com e sem a adição do surfatante NPE8 (nonilfenol etoxilado) na concentração de 1g L^{-1} em quatro culturas (nabo, milho, beterraba e morango) e concluíram que a absorção foliar, a retenção e a translocação pode muitas vezes ser favorecida pela adição do adjuvante, porém estes fatores também são significativamente influenciados pelas condições climáticas e pelas características morfológicas de cada cultura.

Carbonari et al. (2005) realizaram ensaios nos quais foram avaliadas a deposição de cinco tipos de mistura (sem surfatante e com os surfatantes Aterbane e Silwet a 0,05% e 0,1% v/v) utilizando diferentes pontas de pulverização em plantas de *Cynodon dactylon*, e concluíram que a adição de surfatante melhorou consideravelmente a deposição da calda sobre o alvo com as pontas de pulverização selecionadas.

No Brasil, devido ao pequeno número de profissionais que pesquisam o comportamento de adjuvantes e à escassez de métodos experimentais adequados ao estudo do problema, são poucas as informações disponíveis nessa área (COSTA, 1997).

4.3 Assistência de ar

O uso da assistência de ar nos equipamentos de aplicação de produtos fitossanitários é bastante antigo, com relatos da difusão dessa tecnologia a partir da década de 80 (ROBINSON, 1993). A incorporação dessa tecnologia aos pulverizadores de barras surgiu como ferramenta para melhorar a qualidade da aplicação, aumentar a produtividade, reduzir a deriva e a exposição aos produtos fitossanitários (SARTORI, 1997).

Segundo Kaul et al. (1996) a deposição e perdas na pulverização são influenciadas pela velocidade de vento, altura da barra, velocidade do trator, altura da cultura

e estabilidade atmosférica. Por esse motivo, alterações realizadas nos equipamentos de aplicação podem permitir um aumento no nível de eficiência dos produtos pelo aumento na quantidade depositada que, proporcionalmente à quantidade aplicada, revertem em ganho econômico e menor impacto ambiental.

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, minimizando as perdas por deriva (BAUER e RAETANO, 2000). Essa tecnologia também melhora a distribuição e a deposição do produto na superfície abaxial das folhas localizadas no baixeiro da cultura (VENEGAS et al. 2003).

A redução de volumes e dosagens proporcionada pelo uso dessa tecnologia. Aumentos na eficiência no controle de *Botrytis* sp. foi obtido em ervilha com 50% da dose do fungicida aplicado com assistência de ar, quando comparado com 100% da dose aplicada de modo convencional (KNOTT, 1995).

A seleção da velocidade e volume de ar em pulverizações deve estar relacionado ao estágio de desenvolvimento da cultura pois, quanto maior o índice de área foliar (IAF), são menores as perdas das gotas pela deflexão do ar. 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. 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. Prado (2009) avaliou o efeito da assistência de ar em pulverização no manejo fitossanitário na cultura da soja, variedade Conquista, também constatou que a assistência de ar junto à barra de pulverização, nas velocidades de 11 e 29 km h⁻¹, resultou em melhores níveis de depósito nos folíolos da parte inferior das plantas de soja.

Na cultura da beterraba, os produtos fitossanitários aplicados com assistência de ar junto à barra a 50% da dose registrada proporcionaram controle tão eficiente quanto 100% da dose aplicada com pulverizador convencional (MAY & HILTON, 1992). Este efeito, também foi observado no controle de plantas invasoras na cultura de cevada, onde um terço da dose de sulfunylurea aplicada com assistência de ar (100 L ha⁻¹) apresentou a mesma eficiência de controle quando o produto foi aplicado com 100% da dose com pulverizador convencional (sem ar) no volume de 200 L ha⁻¹ (ANDERSEN et al., 2000). Entretanto,

quando um terço da dose foi aplicada com pulverizador convencional aumentou o número de plantas vivas.

O uso da assistência de ar com o propósito de melhorar a cobertura de pulverização na cultura da soja já havia sido constatado no Brasil e nos Estados Unidos da América (EUA), sendo estudado pela primeira vez no Brasil por Raetano e Bauer (2000) e Ozkan (2005). Esse último, ao avaliar diferentes pontas de pulverização: jato plano de uso ampliado XR 8002; jato plano de deriva reduzida TT 110015 e jato cônico D2-23, junto ao pulverizador convencional (sem ar) e com assistência de ar equipado com pontas de jato plano de uso ampliado XR 110015 com relação à cobertura de pulverização na cultura da soja, observou maiores depósitos da calda na parte inferior das plantas quando tratadas com o equipamento dotado de assistência de ar junto à barra a 140 L ha^{-1} .

Na cultura do trigo, o efeito da assistência de ar foi avaliado no controle da ferrugem (*Puccinia recondita*) e da mancha foliar (*Mycosphaerella graminicola*) em relação à pulverização convencional (sem ar) utilizando volumes de calda de 100 e 200 L ha^{-1} , com variação de 0 a 100% da dose de fungicida. O controle das doenças com a assistência de ar junto à barra foi semelhante em relação ao obtido com a pulverização convencional (ZANDE et al., 1994).

Produtividade significativamente maior na cultura da soja foi constatada por Christovam (2008) quando as pulverizações (R2 e R5.2) da mistura fungicida piraclostrobin + epoxiconazole foram realizadas com 100% do ar e à 30° , a favor do deslocamento do conjunto trator-pulverizador.

Os resultados de pesquisas com assistência de ar, especificamente para a cultura da soja, têm evidenciado incrementos significativos dos depósitos da pulverização na parte média das plantas, utilizando-se diferentes pontas de pulverização, exceto aquelas de jato cônico D2-23 (1.656 kPa) não recomendadas por Ozkan (2005) em aplicações visando o controle de *Phakopsora pachyrhizi* Sydon & Syd. No entanto, ao se avaliar a produtividade da cultura tratada com determinado produto químico não se constatam diferenças entre pontas de pulverização porém, obviamente, todos os tratamentos apresentam resultados significativamente superiores em relação à produtividade das plantas não tratadas (CUNHA et al. 2005; RAETANO & MERLIN, 2006).

Provavelmente, tais constatações se devam à dificuldade de colocação do produto químico no local correto, aliado à capacidade de translocação limitada dos

fungicidas sistêmicos recomendados no controle da ferrugem asiática da soja e, dessa forma dificultando a interpretação dos resultados.

4.4 Deriva na pulverização de produtos fitossanitários

A deriva é um dos principais motivos de perdas de produtos fitossanitários e da consequente contaminação ambiental. De acordo com Velloso et al. (1984), Matuo (1990) e Christofolletti (1999a) deriva é tudo aquilo que não atinge o alvo durante a aplicação. Miller (1993) define deriva como parte da pulverização agrícola que é carregada para fora da área alvo, pela ação do vento. De maneira similar, Ozkan (2001) conceitua deriva como o movimento de um produto no ar, durante ou depois da aplicação, para um local diferente do planejado. Miller (2004) acrescenta ainda que o produto químico pode ser transportado da área alvo na forma de gotas ou vapor. A perda na forma de vapor pode ocorrer durante ou posteriormente à aplicação, sendo muito dependente da pressão de vapor e das características da formulação do produto. Portanto deriva é o deslocamento da calda de produtos fitossanitários para fora do alvo desejado.

Dentre as mudanças nas técnicas de aplicação para a redução de deriva têm se mencionado a utilização de assistência de ar em barras de pulverização e a adição de compostos químicos (adjuvantes) que alterem as propriedades físicas e químicas do líquido a ser pulverizado, com o objetivo principal de se obter gotas maiores, reduzindo o risco de deriva (Christofolletti, 1999b; Ozkan, 2001).

Ozkan (2001) atribui vários motivos que tornam a deriva indesejável:

- a) resulta em uso ineficiente de equipamento de aplicação e tempo do operador;
- b) pode resultar em uma subdosagem do produto e conseqüentemente um controle ineficaz do problema fitossanitário que conduzem a aplicações adicionais, baixo rendimento e custos de produção mais altos;
- c) pode causar a necessidade do aumento da dosagem do produto para compensar a perda por deriva e assegurar o nível de controle desejado;
- d) perdas financeiras com ações na justiça por danos a culturas sensíveis adjacentes;
- e) contaminação não intencional de comestíveis por resíduos do produto fitossanitário que podem resultar em destruição obrigatória da colheita;
- f) pode contribuir para a poluição do ar e recursos de água e
- g) pode afetar a saúde e segurança do ser humano, dos rebanhos bovinos e outras criações.

Ainda, segundo Ozkan (2001), os muitos fatores que afetam a deriva podem ser agrupados em quatro categorias: a) características da pulverização; b) equipamentos e técnicas de aplicação; c) clima e d) cuidados na operação e habilidade do operador. Miller (1993) menciona que a porção da pulverização gerada pelo bico que sofre deriva, sob determinadas condições atmosféricas, depende da posição do pulverizador em relação ao alvo e das características do alvo para a coleta da pulverização. Para pulverizadores de barra, muitos dos parâmetros que influenciam a capacidade operacional, como volume de aplicação, velocidade do pulverizador e largura de barra, também poderão afetar a deriva.

Adjuvantes em pulverizações agrícolas são utilizados para vários propósitos tal como adesivantes, redutores de deriva, espalhantes e penetrantes (CHAPPLE et al., 1993). Os adjuvantes são adicionados à calda de pulverização dos herbicidas com o objetivo de aumentar a eficiência, reduzir o impacto das interferências ambientais, melhorar sua performance, pela alteração na permeabilidade das membranas foliares, melhorar o molhamento em superfícies hidrorrepelentes e proporcionar um maior contato da calda com cutículas pilosas, facilitando a penetração (STOUGAARD, 1997; MONTÓRIO, 2001).

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.

O sucesso de uma aplicação de produtos fitossanitários em lavouras está muitas vezes condicionado à adequação da tecnologia de aplicação às condições climáticas no momento em que ela é realizada. As condições ideais para uma pulverização são umidade relativa superior a 55% e temperatura ambiente menor que 30 °C. No caso de vento o ideal é que as aplicações sejam realizadas com vento entre 3 e 10 km h⁻¹. Ausência de vento também pode ser prejudicial, em função da chance de ocorrer uma inversão térmica, o que dificulta a deposição das gotas pequenas (ANTUNIASSI, 2005), ou ainda, quando a pulverização é realizada utilizando-se gotas finas a muito finas pode não haver energia suficiente para a deposição dessas gotas sobre o alvo a ser controlado.

Para Christofolletti (1999b), o vento é um dos principais fenômenos climáticos que interferem na aplicação, agindo diretamente sobre as gotas, de maneira a alterar o deslocamento destas em direção ao alvo. Nuyttens et al. (2006) constataram, a partir de 27 aplicações simuladas de agrotóxicos realizadas a campo, que o aumento da umidade relativa e a diminuição na velocidade do vento e na temperatura resultaram na redução da deriva. Entretanto, os efeitos das condições climáticas nas aplicações de herbicidas têm sido estudados principalmente quanto à eficácia e absorção foliar, levando-se em consideração geralmente o horário das aplicações, como se pode constatar nos trabalhos de Skuterud et al. (1998), Fornaroli (1999) e Penckowski (2003).

5 MATERIAL E MÉTODOS

Três experimentos, dois a campo e um em laboratório foram conduzidos nesse estudo.

5.1 Local dos experimentos

Os experimentos 1 e 2 foram conduzidos na safra agrícola 2008/09, na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção (FEPP) da FCA/UNESP – Campus de Botucatu, Gleba Cascalheira (22° 48'59,7" S e 48° 25'38,2" WGr.) na cultura da soja, cultivar Conquista. A semeadura da soja foi realizada no dia 27/11/2008 no espaçamento de 0,45 m entre linhas, população de 12 plantas m⁻¹, e conduzida em sistema de semeadura direta. A adubação foi feita no sulco de semeadura com 320 kg ha⁻¹ da formulação comercial de N-P-K (04 20 20).

5.2 Experimento 1

Para avaliação da deposição e deriva da pulverização com produtos fitossanitários, foi conduzido um experimento no delineamento experimental em blocos ao acaso com três doses de surfatantes associados ao marcador oxicloreto de cobre combinadas a

dois níveis de assistência de ar na barra de pulverização (0 e 29 km h⁻¹) conforme apresentados nas Figuras 1 e 2, totalizando 6 tratamentos e 4 repetições, conforme descritos na Tabela 1.



Figura 1. Pulverização na cultura da soja sem assistência de ar na barra (convencional) e detalhe das gotas suspensas. Botucatu, SP. 2008/09.



Figura 2. Pulverização na cultura da soja com assistência de ar em barra. Botucatu, SP. 2008/09.

O fungicida cúprico à base de oxiclreto de cobre (Cobox 50%) foi utilizado como marcador, na concentração de 250g 100 L⁻¹, para mensurar os níveis de depósitos da pulverização realizada em 19/02/2009, aos 83 dias após a semeadura (DAS), com a cultura no estágio de desenvolvimento reprodutivo R1 (início do florescimento).

O pulverizador foi equipado com barra de pulverização de 18,5 m de comprimento e 37 pontas de pulverização de jato plano XR 8002 VS, à pressão de 400 kPa, conferindo um volume de 150 L ha⁻¹, volume usualmente adotado na prática. A barra foi mantida sempre a 0,5 m de altura em relação às plantas de soja com velocidade de deslocamento do conjunto trator-pulverizador de 7,2 km h⁻¹.

No momento da pulverização dos produtos fitossanitários, as condições ambientais foram: temperatura de 28,0 ± 2 °C; umidade relativa do ar de 63 ± 10% e velocidade do vento oscilando entre 3 a 7 km h⁻¹ no sentido Oeste, no período de 09h00min. as 13h50min.

As unidades experimentais tiveram dimensões de 8,0 x 9,0 m (largura x comprimento).

Tabela 1 Produtos fitossanitários, doses e tecnologia de aplicação.

Produtos fitossanitários	Doses	Tecnologia de pulverização
oxiclreto de cobre	375,0g/ha	
oxiclreto de cobre + copolímero de poliéter e silicone	375,0g/ha + 0,1 (%V/V)	
oxiclreto de cobre + nonil fenol etoxilado	375,0g/ha + 0,05 (%V/V)	Sem assistência de ar
oxiclreto de cobre	375,0g/ha	
oxiclreto de cobre + copolímero de poliéter e silicone	375,0g/ha + 0,1 (%V/V)	
oxiclreto de cobre + nonil fenol etoxilado	375,0g/ha + 0,05 (%V/V)	Com assistência de ar *

*Ventilador em velocidade máxima no equipamento Advance Vortex 2000 (29 km h⁻¹).

A seleção dos adjuvantes utilizados para a realização desse experimento, deu-se basicamente por produtos recomendados pelos fabricantes como redutores de deriva. Os adjuvantes e seus respectivos ingredientes ativos e grupos químicos estão listados na Tabela 2.

Tabela 2. Características dos adjuvantes, associados aos marcadores à base de oxicloreto de cobre.

Marca Comercial	Ingrediente Ativo	Grupo Químico	Classificação
Silwet L-77	copolímero de poliéter e silicone	organosiliconado	agente molhante
Antideriva	nonil fenol etoxilado	etoxilado	tensoativo/emulsionante

Fonte: Iost (2008).

5.2.1 Alvos artificiais

Para a quantificação dos depósitos da pulverização foram colocados em cada parcela alvos artificiais (papel filtro com dimensões de 3 x 3 cm) distribuídos em 10 plantas tomadas ao acaso. Em cada uma das 10 plantas amostradas foram fixados, quatro coletores (papel filtro) com o uso de um grampeador, um na superfície adaxial e outro na superfície abaxial do mesmo folíolo nas partes superior e inferior da mesma planta, conforme metodologia proposta por Bauer (1999). Figura 3.



Figura 3. Alvo artificial (papel-filtro) fixado em folíolos de soja. Botucatu, SP. 2008/09.

5.2.2 Avaliação da deriva

Para avaliação do potencial de deriva, nas diferentes tecnologias de aplicação, foram colocados externamente à parcela de cada tratamento, no sentido oposto ao carreador, duas hastes (estaca) de madeira uma a 1,0 e outra a 3,0 m de distância da extremidade da cultura. Nas hastes distanciadas a 1,0 m da cultura foram fixados dois alvos artificiais, limpadores de cachimbo (arames de aço recobertos com fios de algodão e utilizados na limpeza de cachimbos tendo comprimento e diâmetro médio de 16,5 cm e 0,3 cm, respectivamente), posicionados a 0,5 e 1,0 m de altura do solo e nas hastes distanciadas a 3 m da cultura foram fixados três limpadores de cachimbo posicionados a 0,5; 1,0 e 1,5 m de altura do solo, conforme Figura 4. A distribuição na área experimental das hastes deu-se em função do sentido e direção predominante do vento no local. A determinação das distancias das hastes e altura dos limpadores de cachimbo, foram selecionadas através de um pré-testes realizado anteriormente e conforme resultados obtidos por Bauer (1999)



Figura 4. Alvos artificiais (Limpadores de cachimbo) fixados em hastes de madeira. Botucatu, SP. 2008/09.

Placas de Petri de 8,5 cm de diâmetro, também foram colocadas em cada tratamento, uma colocada no carreador e outra a 1,0 m de distância da extremidade da cultura para avaliação das perdas por sedimentação das gotas de pulverização.

5.2.3 Extração e quantificação do marcador

Após a pulverização, os alvos artificiais (papel filtro) foram retirados dos folíolos e colocados em vidros (capacidade de 30 mL) contendo 20 mL de solução extratora de ácido nítrico a 1 Mol L⁻¹. Os demais alvos artificiais (coletores): limpador de cachimbo e placas de Petri foram lavados com 20 mL de solução extratora de ácido nítrico a 1 Mol L⁻¹ e a solução colocada em vidros com capacidade de 30 mL, após 15 minutos de agitação e 24 horas de descanso, foram levados ao espectrofotômetro de absorção atômica, modelo AA- 6300 Shimadzu para quantificação do íon cobre (Cu), conforme método utilizado por CHAIM et al. (1999).

5.2.4 Análise estatística

Os dados médios dos depósitos e deriva da pulverização contendo a substância marcadora, expressos em μ l/cm² foram analisados separadamente para cada alvo artificial, e submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.3 Experimento 2

Para avaliar o efeito da assistência de ar junto à barra de pulverização no controle do agente causal da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, bem como sobre o peso de 1000 sementes e a produtividade (kg ha⁻¹), foi instalado adjacente ao local do experimento anterior um segundo experimento. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com 7 tratamentos (fungicida e dois surfatantes, copolímero de poliéter e silicone e nonil fenol etoxilado, combinados a dois níveis de assistência de ar na barra de pulverização (0 e 29 km h⁻¹), mais testemunha, onde não foi realizada nenhuma aplicação de fungicida e 4 repetições, conforme apresentados na Tabela 3.

O tamanho das parcelas, equipamentos e sua calibração foram os mesmos utilizados no experimento 1.

Tabela 3. Produtos fitossanitários, dosagem e tecnologia de pulverização.

Produtos fitossanitários	Doses	Tecnologia de pulverização
piraclostrobina + epoxiconazole	25 + 66,5 g i.a. ha ⁻¹	
piraclostrobina + epoxiconazole + copolímero de poliéter e silicone	25 + 66,5 g i.a. ha ⁻¹ + 0,1 (% V/V)	Sem assistência de ar (0 km h ⁻¹)
piraclostrobina + epoxiconazole + nonil fenol etoxilado	25 + 66,5 g i.a. ha ⁻¹ + 0,05 (% V/V)	
piraclostrobina + epoxiconazole	25 + 66,5 g i.a. ha ⁻¹	
piraclostrobina + epoxiconazole + copolímero de Poliéter e silicone	25 + 66,5 g i.a. ha ⁻¹ + 0,1 (% V/V)	Com assistência de ar (29 km h ⁻¹) *
piraclostrobina + epoxiconazole + nonil fenol etoxilado	25 + 66,5 g i.a. ha ⁻¹ + 0,05 (% V/V)	
Testemunha	--	--

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

5.3.1 Monitoramento da doença

Após a emergência da cultura da soja, foram realizados levantamentos semanais para monitoramento da infestação natural da ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*. Para avaliação da infestação da doença foram observados os folíolos da parte inferior das plantas de soja e, quando confirmada a presença da doença, procedeu-se a primeira aplicação da mistura fungicida.

Para o controle da ferrugem asiática na cultura da soja foram realizadas quatro aplicações da mistura fungicida piraclostrobina + epoxiconazole, respeitando o período residual do produto, uma no estágio de desenvolvimento vegetativo (V₁₀), aos 70 DAS, e as demais nos estádios de desenvolvimento reprodutivo (R₁; R₃; R_{5,2}), respectivamente correspondendo aos 84, 98 e 115 DAS (Tabela 4).

Tabela 4. Condições meteorológicas durante as pulverização da mistura fungicida piraclostrobina + epoxiconazole para o controle da *Phakopsora pachyrhizi*. Botucatu, SP. 2009.

Indicadores	Dias após semeadura (Data)			
	70 (06/02)	84 (20/02)	98 (06/03)	115 (23/03)
Meteorológicos				
Temperatura	26,0 ± 2 °C	27,0 ± 2 °C	29,0 ± 2 °C	26,0 ± 2 °C
Umidade Relativa	66 ± 5%	64 ± 5%	60 ± 5%	69 ± 5%
Velocidade do Vento	2 a 5 km h ⁻¹ (8h00 - 11h00)	3 a 7 km h ⁻¹ (8h10 - 10h30)	2 a 5 km h ⁻¹ (9h40 - 10h15)	3 a 8 km h ⁻¹ (8h00 - 10h45)

5.3.2 Avaliação da Severidade da doença e controle

A avaliação da severidade da ferrugem foi realizada a intervalos de aproximadamente sete dias, totalizando sete avaliações. A primeira avaliação da severidade foi feita aos 69 DAS. Foram atribuídas notas pela porcentagem de área visual lesionada (0,6; 2,0; 7,0; 18,0; 42,0 e 78,5%) pela doença em 15 folíolos retirados aleatoriamente da parte inferior da planta utilizando a escala visual diagramática proposta por Godoy et al. (2006), conforme apresentado na Figura 5.

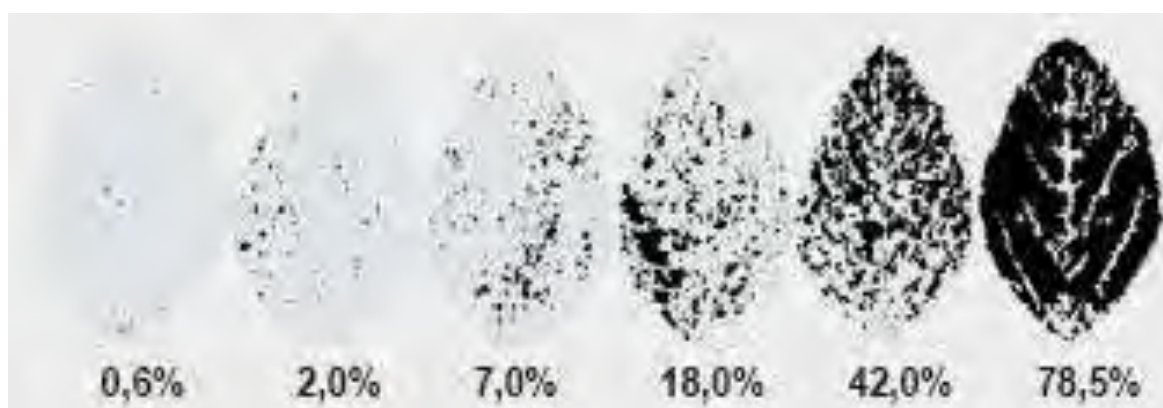


Figura 5. Escala diagramática visual da ferrugem asiática da soja (porcentagem de área foliar lesionada) proposta por Godoy et al. (2006).

Com os dados da severidade da doença, procedeu-se à construção da curva de progresso e à determinação da área abaixo da curva de progresso da ferrugem (AACPF), conforme metodologia proposta por Campbell & Madden (1990).

Para avaliação do efeito da assistência de ar, combinada ou não à diferentes caldas da pulverização, no controle da ferrugem asiática sobre a produtividade da soja, fez-se a colheita dentro de cada parcela, 3 linhas com 7 metros de comprimento, com auxílio de uma colhedora de parcelas (Wintersteiger Nursery Master Elite A- 4910 Ried/Austria) conforme apresentado na Figura 6. Após a colheita, os valores foram estipulados em kg ha^{-1} . Após medida a produção foi feita a pesagem da massa de 1000 grãos. O controle de insetos-praga da soja, lagartas desfolhadoras e percevejos, foram realizados sempre que estes atingiram o nível de dano econômico da cultura.



Figura 6. Colheita da soja nas parcelas experimentais com colhedora desenvolvida para essa finalidade. Botucatu, SP. 2009.

5.3.3 Análise estatístico

Os dados da massa de 1.000 grãos e produtividade foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias dos tratamentos comparados, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.4 Experimento 3

As avaliações de tensão superficial e retenção da calda de pulverização em folhas de soja foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Aplicação de Defensivos do Departamento de Produção Vegetal – Defesa Fitossanitária de Faculdade de Ciências Agronômicas FCA/UNESP, Campus de Botucatu.

Para as avaliações de tensão superficial foram preparadas soluções contendo os surfatantes (copolímero de Poliéter e silicone e nonil fenol etoxilado) e a mistura fungicida (piraclostrobina + epoxiconazole) nas doses registradas para cada produto, listados na Tabela 5. As soluções foram preparadas com água destilada como diluente.

Para estimar a tensão superficial das soluções quantificou-se o peso das gotas formadas na extremidade da bureta com capacidade de 25 mL, o qual foi posicionada sobre uma balança de precisão com quatro casas decimais (gramas) no tempo médio aproximado de 30 segundos, conforme apresentado na Figura 7. Inicialmente utilizou-se uma bureta calibrada com peso da água destilada. Para evitar perdas por evaporação usou-se uma camada de óleo de soja em um Becker de 25 mL colocados sobre a balança. Foram realizados 15 repetições. O capilar responsável pela formação das gotas foi constituído pela extremidade da bureta, a qual para todos os tratamentos encontrava-se a uma altura de 5 cm acima da superfície do óleo, padronizando assim a interferência no caminhamento das gotas para todos os tratamentos durante o percurso de queda das gotas.

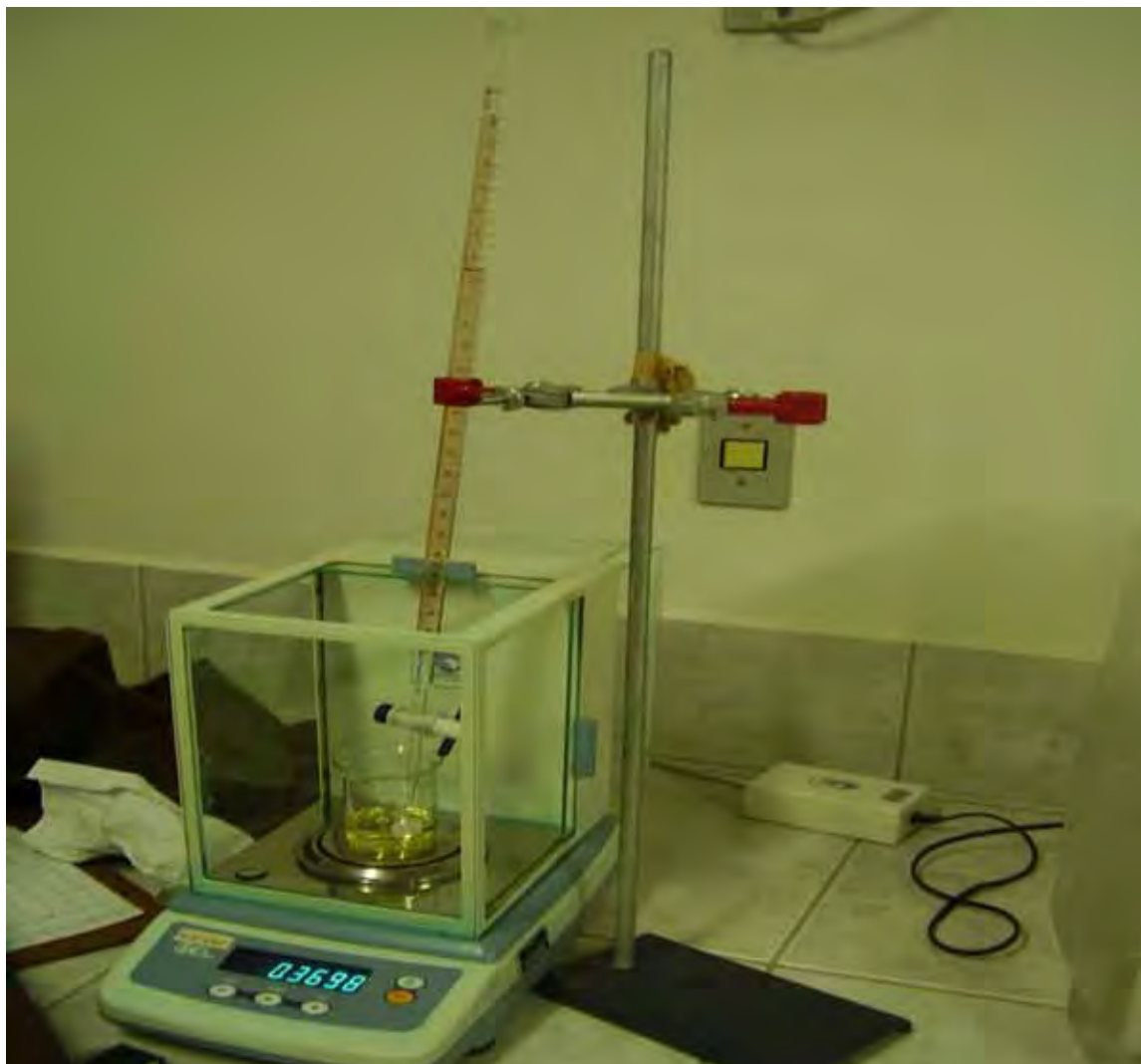


Figura 7. Bureta com capacidade de 25 mL, posicionada sobre uma balança de precisão. Botucatu, SP. 2008/09.

A calibração da bureta sempre foi acompanhada do tempo total de formação até a queda da gota na ponta da mesma, com auxílio de um cronômetro. Além disso, à regulação através de abertura e fechamento da torneira da bureta foi acompanhada a altura da coluna de líquido, a qual foi mantida em 25 mL na escala de graduação. Os dados de peso das gotas foram convertidos para tensão superficial, considerando uma média do peso de gotas da água destilada como 0,0726 N/m (Newtons/metro), conforme metodologia desenvolvida por Mendonça et al. (1999). As condições ambientais foram monitoradas no laboratório:

temperatura de $23,0 \pm 2$ °C e umidade relativa do ar de 76 ± 5 %, no período de 08h00. as 17h00.

As tensões superficiais estáticas nas diferentes caldas contendo os produtos fitossanitários foram comparadas e avaliadas graficamente.

Tabela 5. Produtos fitossanitários e respectivas doses em soluções aquosas.

Produtos fitossanitários	Dosagens
Água destilada	--
piraclostrobina + epoxiconazole	0,5 L ha ⁻¹
nonil fenol etoxilado	0,050 (%v/v)
copolímero de poliéter e silicone	0,100 (%v/v)
piraclostrobina + epoxiconazole + nonil fenol etoxilado	0,050 (%v/v) + 0,5 L ha ⁻¹
piraclostrobina + epoxiconazole + copolímero de poliéter e silicone	0,100 (%v/v) + 0,5 L ha ⁻¹

Para as avaliações de retenção foliar foram utilizados os mesmos tratamentos usados para a avaliação da tensão superficial estática (Tabela 5).

As folhas de soja, variedade Conquista, utilizadas nas avaliações foram retiradas de vasos cultivados em casa de vegetação. As avaliações foram realizadas segundo metodologia descrita por Matuo et al. (1989) e Oliveira et al. (1997), onde os valores de retenção da calda foram estabelecidas pela medição da área foliar por um medidor de área foliar de bancada, marca Licor, modelo LI 3100, e a pesagem das folhas em balança digital antes e depois da pulverização das caldas contendo os produtos fitossanitários. As folhas foram posicionadas verticalmente de modo a permitir a pulverização das superfícies abaxial e adaxial até além da capacidade máxima de retenção foliar (ponto de escorrimento).

5.4.1 Análise estatística

Os resultados foram expressos em $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ e foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo do teste de Tukey ($P < 0,01$).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Experimento 1

6.1.1 Depósitos da pulverização nos alvos artificiais

Pela análise do volume médio dos depósitos em folíolos posicionados na parte superior das plantas e superfície adaxial, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos estudados, independente da técnica de pulverização. Já, na parte superior da planta e superfície abaxial, o tratamento copolímero de poliéter e silicone (Silwet L-77) sem assistência de ar apresentou depósitos médios significativamente maiores em comparação ao tratamento sem assistência de ar na ausência de surfatante (Tabela 6).

Tabela 6. Efeito do uso de surfatantes combinados à assistência de ar sobre os depósitos médios ($\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$) da pulverização de um marcador cúprico, em alvos artificiais (papel filtro) nas superfícies adaxial e abaxial dos folíolos, da parte superior das plantas de soja. Botucatu-SP, safra 2008/2009.

Tratamento	Adaxial		Abaxial	
	ASSISTÊNCIA DE AR			
	Sem	Com	Sem	Com
copolímero de poliéter e silicone	1,34aA	1,25aA	0,82bA	0,71aA
nonil fenol etoxilado	1,52aA	1,21aA	0,52abA	0,65aA
Água	1,25aA	1,02aA	0,48aA	0,58aA
CV(%)	21,11		27,54	
DMS (Calda)	0,48		0,31	
DMS(Equipamento)	0,39		0,26	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula/maiúscula em uma mesma coluna/linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nos alvos posicionados na parte superior da planta, não foram observadas diferenças significativas para a variável técnica de aplicação (com e sem assistência ar). O fato de não ter sido detectada diferença significativa nos depósitos na parte superior das plantas de soja para a variável técnica de aplicação revela que a assistência de ar, combinada à adição ou não de um surfatante, nas condições desse experimento, não foi suficiente para melhorar a deposição da pulverização em relação à aplicação sem o uso da assistência de ar na parte superior das plantas.

Raetano e Bauer (2000), estudando diferentes velocidades da assistência de ar junto à barra de pulverização, também concluíram que a utilização da assistência de ar, operando a plena capacidade de rotação do ventilador, não resultou em significativo aumento nos níveis de depósitos nos folíolos posicionados na parte superior da cultura da soja, devido à interceptação na trajetória das gotas pelo folíolos da parte superior da planta.

Pela análise do volume médio dos depósitos da pulverização em folíolos posicionados na parte inferior das plantas e superfície adaxial, não foram observadas diferenças significativas nos tratamentos com assistência de ar, para a variável calda de pulverização (presença ou não de um surfatante). O tratamento copolímero de poliéter e silicone apresentou o maior nível de depósitos para os tratamentos sem a presença da assistência de ar, diferindo significativamente dos tratamentos nonil fenol etoxilado e somente

água (Tabela 7). Já, observando a variável técnica de pulverização, os tratamentos água e nonil fenol etoxilado apresentaram depósitos médios significativamente maiores em comparação aos mesmos tratamentos na ausência da assistência de ar (Tabela 7). Na parte inferior das plantas e superfície abaxial, os depósitos da pulverização não diferiram significativamente, independente da técnica de aplicação utilizada (com ou sem ar) e adição ou não de surfatante à calda de pulverização.

Tabela 7. Efeito do uso de adjuvantes combinados à assistência de ar sobre os depósitos médios ($\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$) da pulverização de um marcador cúprico em alvos artificiais (papel filtro) nas superfícies adaxial e abaxial dos folíolos, da parte inferior da plantas de soja. Botucatu-SP, safra 2008/2009.

Tratamento	Adaxial		Abaxial	
	ASSISTÊNCIA DE AR			
	Sem	Com	Sem	Com
copolímero de poliéter e silicone	0,61bA	0,60aA	0,54aA	0,55aA
nonil fenol etoxilado	0,51aA	0,61aB	0,41aA	0,46aA
Água	0,54abA	0,65aB	0,40aA	0,38aA
CV(%)	7,67		20,08	
DMS (Calda)	0,08		0,16	
DMS(Equipamento)	0,07		0,13	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula/maiúscula em uma mesma coluna/linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pode-se verificar também, apesar de não ter sido observado diferença significativa, que a calda contendo o surfatante copolímero de poliéter e silicone na presença ou ausência da assistência de ar, independente da posição (superior/inferior) da planta, apresentou tendência de obter maiores níveis de depósitos principalmente nas partes abaxiais da planta, em relação aos demais tratamentos. As prováveis razões para a ocorrência desse fato é que os surfatantes modificam o espectro das gotas pulverizadas, melhorando a dinâmica da gota sobre o alvo (BUTLER ELLIS et al., 1997). Obviamente que esta propriedade está relacionada as características química dos componentes da calda de pulverização.

6.1.2 Depósitos da pulverização em alvos artificiais para estimativa de perdas

6.1.2.1 Placas de Petri

O resultado do volume de calda depositado por unidade de área em alvos artificiais (placa de Petri) posicionados no carreador e externamente à cultura são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Volume médio de calda depositado por unidade de área ($\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$) depositado em alvos artificiais (placas de Petri) posicionados no carreador e externamente à cultura de soja após pulverização. Botucatu, SP. 2008/09.

Tratamentos	Posição do alvo em relação à cultura			
	Carreador		Externa	
	Assistência de ar		Assistência de ar	
	Sem	Com	Sem	Com
copolímero de poliéter e silicone	6,94bA	7,88bA	0,68aA	0,51aA
nonil fenol etoxilado	3,56aA	5,92bA	0,97aA	0,78aA
Água	1,77aA	1,21aA	0,60aA	0,68aA
CV	34,58		39,06	
DMS (Calda)	2,84		0,49	
DMS (Equipamento)	2,33		0,41	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula/maiúscula em uma mesma coluna/linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao comparar a variável tecnologia de aplicação (assistência ou não de ar) não foram observadas diferenças significativas entre perdas por gotas depositadas nos alvos posicionados no carreador e externamente à cultura. Também não foram observadas diferenças significativas para a variável calda de pulverização para os alvos posicionados externamente à cultura. No entanto, é interessante observar que ocorreu um incremento no volume médio de calda depositada nos alvos artificiais posicionados no carreador da cultura, nos tratamentos com adição de surfatante e na presença da assistência de ar, especialmente quando se adicionou à água o surfatante copolímero de poliéter e silicone, obtendo-se níveis de depósitos significativamente maiores em comparação aos demais tratamentos e, da ordem de 6 vezes, em comparação ao tratamento sem adição de surfatante (Tabela 8). Butler Ellis e Tuck (1999) e Holloway et al. (2000) observaram que a adição do copolímero de poliéter e

silicone as soluções aquosas promove o aumento do Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) das gotas geradas por pontas de jato plano (XR). Portanto, esse aumento no volume de calda depositado nos coletores localizados no carreador da cultura pode ser explicado em virtude de um suposto aumento do DMV, diminuindo o movimento dessas gotas.

Iost (2008), avaliando o DMV de soluções aquosas com diferentes surfatantes e pontas de pulverização também constatou aumento no tamanho das gotas quando o surfatante copolímero de poliéter e silicone foi adicionado à solução aquosa.

Apesar de terem sido observadas diferenças significativas nos depósitos sobre alvos artificiais posicionados no carreador da cultura, onde maior volume médio de calda foi depositado nos tratamentos com adição de adjuvante, não foram notadas diferenças significativas para os alvos externos à cultura. Isso pode ser explicado pelo fato de que as pontas XR 8002 com diferentes caldas vão gerar um número mínimo de gotas pequenas, as quais pelo seu tamanho reduzido estavam suscetíveis à deriva e facilmente capturadas pelos alvos externos a cultura, uma vez que de acordo com Butler Ellis e Miller (1997) o tamanho da gota é o principal fator que interfere na deriva.

6.1.2.2 Limpador de cachimbo

O volume de calda depositado por unidade de área em alvos artificiais (limpador de cachimbo) posicionados a 1 e 3m de distância da extremidade da cultura são apresentados nas Tabelas 9 e 10. O tratamento com adição do surfatante copolímero de poliéter e silicone apresentou o menor nível de deriva entre os tratamentos sem assistência de ar, diferindo significativamente do tratamento sem a presença de surfatante para coletores localizados a 1m da cultura e a 0,5m de altura. Também pode-se observar para o fator técnica de aplicação que o maior nível de deriva foi encontrado no tratamento sem adição de um surfatante e na ausência da assistência de ar, apresentando depósitos significativamente maiores em comparação ao mesmo tratamento com adição de ar.

Tabela 9. Médias dos depósitos ($\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$) sob forma de deriva após a pulverização de marcador cúprico em alvos artificiais (limpadores de cachimbo) posicionados a 1m de distância da cultura da soja para a interação calda de pulverização x assistência de ar.

Tratamentos	0,5 m de altura		1,0 m de altura	
	Assistência de ar			
	Sem	Com	Sem	Com
copolímero de poliéter e silicone	0,45aA	0,47aA	0,46a	0,46aA
nonil fenol etoxilado	0,48abA	0,46aA	0,51b	0,44aB
Água	0,49bA	0,45aB	0,51b	0,46aB
CV	3,90		5,15	
DMS (Calda)	0,03		0,04	
DMS(Equipamento)	0,03		0,04	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula/maiúscula em uma mesma coluna/linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Já, para os alvos localizados a 1m de distância da cultura e a 1m de altura, o tratamento com adição do surfatante copolímero de poliéter e silicone apresentou menores níveis de deriva entre os tratamentos sem assistência de ar. Já, para o fator técnica de aplicação o tratamento sem adição de um surfatante e o tratamento com a adição do surfatante nonil fenol etoxilado na ausência de ar, apresentaram níveis significativamente maiores de deriva em comparação aos mesmos tratamentos na presença da assistência de ar, neste apresentando como tendência de redução do potencial de deriva da pulverização com o uso dessa tecnologia (Tabela 9).

O volume de calda capturado pelos coletores localizados a 3 metros de distância da extremidade da cultura apresentaram comportamento semelhante aos alvos posicionados a 1m de distância da cultura (Tabela 9 e 10). Para os alvos posicionados a 0,5 m de altura, o menor nível de depósito entre os tratamentos sem assistência de ar foi observado no tratamento com adição do surfatante copolímero de poliéter e silicone. Entre os tratamentos com assistência de ar não foram observadas diferenças entre os depósitos da pulverização. Já, para a técnica de aplicação o tratamento sem adição de um de surfatante e o tratamento com adição do surfatante nonil fenol etoxilado, ambos com assistência de ar apresentaram valores médios de depósitos sob forma de deriva, significativamente menores diferindo em comparação aos mesmos tratamentos sem assistência de ar.

Tabela 10. Médias dos depósitos ($\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$), sob forma de deriva, após a pulverização de marcador cúprico em alvos artificiais (limpadores de cachimbo) posicionados a 3m de distância da cultura da soja para a interação calda de pulverização x assistência de ar.

Tratamentos	0,5m de altura		1,0 m de altura		1,5m de altura	
	Assistência de ar					
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com
copolímero de poliéter e silicone	0,45aA	0,45aA	0,45aA	0,48aA	0,46aA	0,48bA
nonil fenol etoxilado	0,48bA	0,44aB	0,47aA	0,45aA	0,48aA	0,44aB
Água	0,49bA	0,45aB	0,48aA	0,45aA	0,48aA	0,46abA
CV	4,41		5,85		4,63	
DMS (Calda)	0,03		0,05		0,04	
DMS(Equipamento)	0,03		0,04		0,03	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula/maiúscula em uma mesma coluna/linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para os alvos posicionados a 1 metro de altura, não foram observadas diferenças significativas, tanto para o fator técnica de aplicação quanto para calda de pulverização e interação entre eles (Tabela 10). Nos alvos posicionados a 1,5 metro de altura, para o fator calda de pulverização, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos na ausência da assistência de ar. O tratamento nonil fenol etoxilado com assistência de ar apresentou os menores níveis de depósito, diferindo significativamente em comparação ao mesmo tratamento sem o uso dessa tecnologia. O tratamento que apresentou o maior nível de deriva foi o copolímero de poliéter e silicone com assistência de ar.

Verifica-se também que, independente do posicionamento dos alvos artificiais (limpador de cachimbo), o tratamento com ar assistido e ausência de surfatante apresentou níveis de depósitos menores, em relação ao mesmo tratamento sem a presença da assistência de ar. Resultados semelhantes foram observados por Raetano e Bauer (2000) que estudando diferentes velocidades da assistência de ar junto à barra de pulverização, concluíram que o uso dessa tecnologia junto à barra de pulverização, reduziu significativamente a deriva em relação ao equipamento sem assistência de ar.

No geral, pelos resultados obtidos pode-se supor que a deriva da calda pulverizada foi minimizada pela utilização da assistência de ar e/ou surfatante onde, essas

diferenças observadas se deve, provavelmente, ao fato de que a adição de surfatantes à calda de pulverização pode alterar o espectro de gotas pulverizadas e a assistência de ar fornece energia auxiliar as gotas pequenas, reduzindo o risco do potencial de deriva, como já relatado por Wolf (2000) e Sumner (1997).

6.2 Experimento 2

6.2.1 Severidade da ferrugem asiática da soja

O efeito do uso de surfatantes e de diferentes velocidades da assistência de ar junto à barra de pulverização no controle de *P. pachyrhizi*, representado pela área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), encontra-se nas Tabelas 11, 12 e 13. Nas avaliações realizadas aos 69, 75 e 81 dias após a semeadura (DAS), antes e depois da primeira aplicação da calda fungicida, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, tanto para o fator técnica de pulverização quanto para o tipo de calda fungicida utilizada nesse estudo. O fato de não ter sido constatadas diferenças significativas, nesse período, provavelmente seja em virtude da doença ainda estar em sua fase inicial, pois a primeira aplicação foi realizada imediatamente à confirmação do primeiro sintoma da doença na área experimental (70 DAS).

Tabela 11. Valores médios da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), na cultura da soja, antes e após uma aplicação da mistura fungicida piraclostrobina + epoxiconazole associado ou não a um surfatante. Botucatu-SP, safra 2008/2009.

Tratamentos	Dias após a semeadura					
	69		75		81	
	Sem Ar	Com Ar	Sem Ar	Com Ar	Sem Ar	Com Ar
piraclostrobina + epoxiconazole + copolímero de poliéter e silicone	0,04 aA	0,03aA	0,60 aA	1,16 aA	8,02 aA	5,19 aA
piraclostrobina + epoxiconazole + nonil fenol etoxilado	0,01 aA	0,10aA	0,76 aA	1,28 aA	6,62 aA	16,44aA
piraclostrobina + epoxiconazole	0,02aA	0,00aA	0,98 aA	0,61 aA	3,69 aA	7,68 aA
Testemunha	0,09a		1,16 a		11,20 a	
C.V.(%)	144,31		87,61		78,95	
DMS (Calda)	0,13		1,74		13,48	
DMS (Equipamento)	0,097		1,30		10,08	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula/maiúscula em uma mesma coluna/linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Após duas aplicações da calda fungicida, aos 70 e 84 DAS, na avaliação realizada aos 88 DAS, os tratamentos sem adição da assistência de ar e o tratamento com adição do surfatante copolímero de poliéter e silicone assistido de ar apresentaram menores níveis de severidade da doença, diferindo significativamente da testemunha. Não foram também observadas diferenças significativas entre os fatores técnica de aplicação e caldas fungicidas, aos 96 DAS, embora todos os tratamentos que receberam aplicação da mistura fungicida apresentaram valores médios de pústulas significativamente menores em relação aos obtidos na testemunha.

Após três aplicações da calda fungicida, na avaliação aos 103 DAS, o tratamento com adição do surfatante copolímero de poliéter e silicone com e sem assistência de ar acompanhados dos tratamentos onde foi utilizado somente o fungicida (sem presença de surfatante) apresentaram os menores números de pústulas (Figuras 9 e 10). Todos os tratamentos que receberam aplicação da calda fungicida apresentaram valores médios da AACPD significativamente menores em comparação a testemunha (Tabela 12).

Tabela 12. Valores médios da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) *Phakopsora pachyrhizi*, na cultura da soja, após 3 aplicações da mistura fungicida piraclostrobina + epoxiconazole associado ou não a um surfatante. Botucatu-SP, safra 2008/2009.

Tratamentos	Dias após a semeadura					
	88		96		103	
	Sem Ar	Com Ar	Sem Ar	Com Ar	Sem Ar	Com Ar
piraclostrobina + epoxiconazole + copolímero de poliéter e silicone	16,60 aA	15,58 aA	38,02 aA	81,30 aA	63,93 aA	50,59 aA
piraclostrobina + epoxiconazole + nonil fenol etoxilado	11,23 aA	36,82 abA	100,02 aA	130,10 aA	243,97 bA	269,66 bA
piraclostrobina + epoxiconazole	8,37 aA	25,12 abA	55,81 aA	89,82 aA	112,05 aA	173,79abA
Testemunha	69,37 b		333,78 b		549,59 c	
C.V.(%)	71,93		34,91		26,51	
DMS (Calda)	44,29		94,74		130,14	
DMS (Equipamento)	33,13		70,86		97,34	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula/maiúscula em uma mesma coluna/linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Aos 109 DAS, o tratamento fungicida + copolímero de poliéter e silicone com assistência de ar apresentou o menor valor médio de AACPD 49,16; seguido pelos tratamentos fungicida + copolímero de poliéter e silicone sem ar e apenas fungicida com assistência de ar. Todos os tratamentos que receberam aplicação da calda fungicida apresentaram diferença significativa em comparação à testemunha. Para o fator técnica de pulverização não foi observado diferença entre os tratamentos (Tabela 13).

O tratamento fungicida + copolímero de poliéter e silicone com assistência de ar, aos 118 DAS, apresentou o menor valor médio de AACPD 48,66; seguido pelos tratamentos fungicida + copolímero de poliéter e silicone sem ar e fungicida com e sem assistência de ar, diferindo significativamente dos demais tratamentos. Todos os tratamentos que receberam aplicação da calda fungicida apresentaram diferença significativa em comparação à testemunha. Somente foi observado diferença significativa para o fator técnica de pulverização, aos 118 DAS, onde o tratamento sem adição de surfatante e na ausência da assistência de ar mostrou ser melhor no controle da doença que o mesmo tratamento com ar assistido.

Tabela 13. Valores médios da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), na cultura da soja, antes e após 4 aplicações da mistura fungicida piraclostrobina + epoxiconazole associado ou não a um surfatante. Botucatu-SP, safra 2008/2009.

TRATAMENTOS	Dias após a semeadura					
	109		118		Total	
	Sem Ar	Com Ar	Sem Ar	Com Ar	Sem Ar	Com Ar
piraclostrobina + epoxiconazole + copolímero de poliéter e silicone	85,44 aA	49,16 aA	100,27 aA	48,66 aA	312,87 aA	202,09 aA
piraclostrobina + epoxiconazole + nonil fenol etoxilado	263,78 bA	318,50 bA	256,50 bA	320,81bA	882,80 abA	1093,61bA
piraclostrobina + epoxiconazole	106,72 aA	204,69abA	103,75 aA	278,57 bB	391,35aA	780,27bB
Testemunha	549,50 c		549,50 c		2064,01 c	
C.V.(%)	23,00		23,16		21,54	
DMS (Calda)	119,32		124,70		409,36	
DMS (Equipamento)	89,24		93,26		306,17	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula/maiúscula em uma mesma coluna/linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na avaliação do total acumulado da AACPD (Tabela 13), o tratamento fungicida + copolímero de poliéter e silicone com assistência de ar, apresentou o menor valor médio 202,09; seguido pelos tratamentos fungicida + copolímero de poliéter e silicone sem ar e apenas fungicida e sem assistência de ar. Todos os tratamentos que receberam aplicação da calda fungicida diferiram significativamente em comparação à testemunha. Para o fator técnica de pulverização foi observada diferença significativa apenas entre os tratamentos sem adição de um surfatante, onde o tratamento sem assistência de ar mostrou melhor controle da doença.

Os menores valores médios da AACPD no tratamento fungicida + copolímero de poliéter e silicone, pode ser comprovados pelo menor número de pústulas da ferrugem, especialmente após a segunda aplicação, como podem ser observados nas figuras 9 e 10.

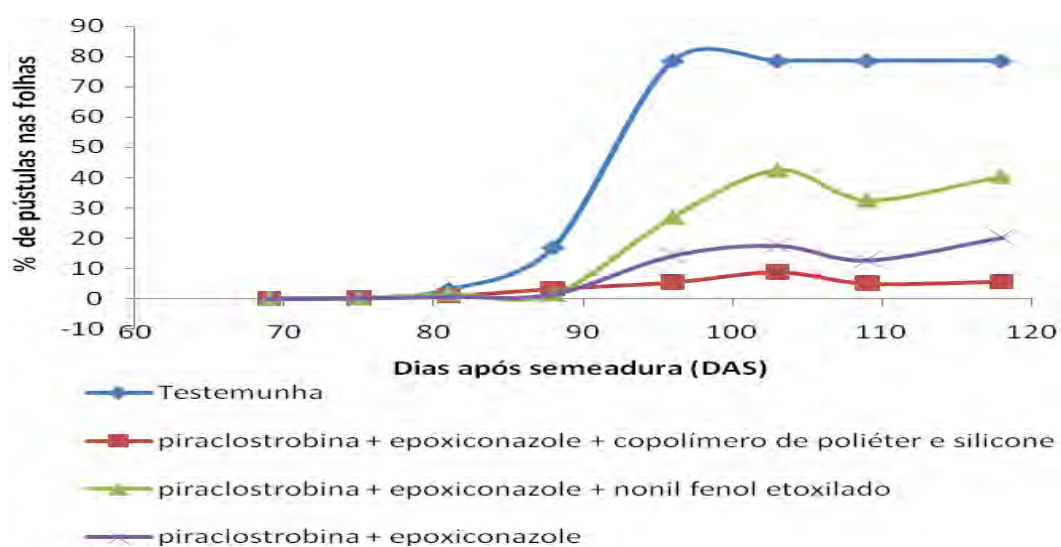


Figura 9. Severidade da ferrugem asiática da soja antes e após 4 pulverizações (V10, R1, R3 e R5.2), respectivamente aos 70, 84, 98 e 115 DAS, da interação caldas fungicidas na ausência da assistência de ar para o controle de *P. pachyrhizi*. Botucatu-SP, 2008/09.

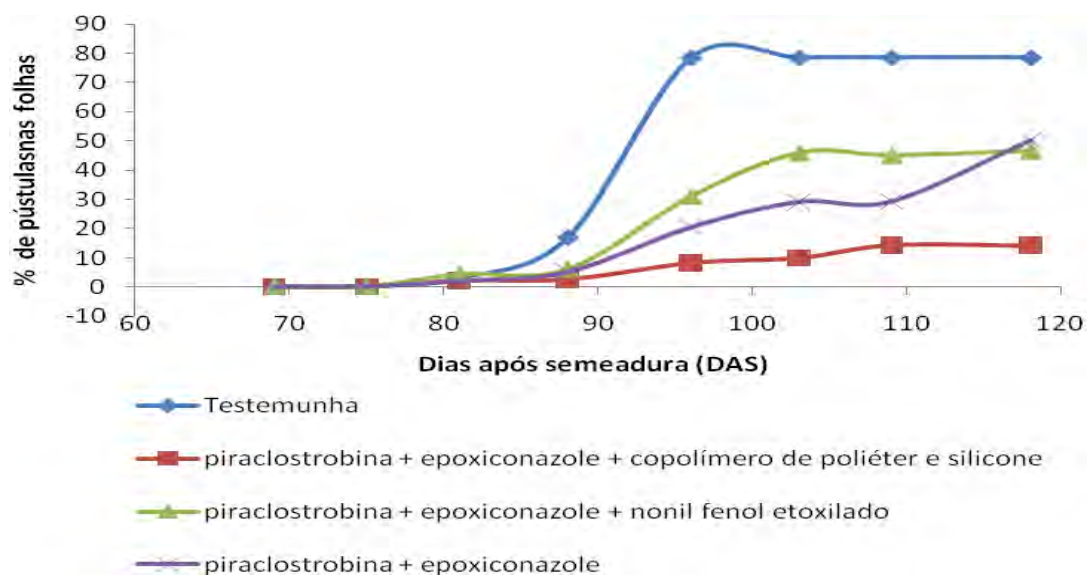


Figura 10. Severidade da ferrugem asiática da soja antes e após 4 pulverizações (V10, R1, R3 e R5.2), respectivamente aos 70, 84, 98 e 115 DAS, da interação caldas fungicidas em presença da assistência de ar para o controle de *P. pachyrhizi*. Botucatu-SP, 2008/09.

No geral, a combinação fungicida + copolímero de poliéter e silicone apresentaram as menores AACPD. Já, a combinação fungicida + nonil fenol etoxilado apresentou as maiores AACPD em quase todas as avaliações. Todos os tratamentos que receberam aplicação da calda fungicida apresentaram diferença significativa em comparação à testemunha, evidenciando que o uso da mistura fungicida associada ou não a um surfatante foi essencial para a redução da doença.

No entanto quando o fungicida foi associado a um surfatante essa combinação promoveu maior ou menor controle da doença. De acordo com Durigan (1993) a melhoria na cobertura vegetal, bem como na penetração e absorção dos agroquímicos nas plantas, será obtida quanto mais semelhante forem às características físico-químicas da superfície vegetal e do adjuvante selecionado.

A utilização de 100% da assistência de ar na ausência de surfatante apresentou a tendência de promover menor controle da doença diferindo do mesmo tratamento com ausência dessa técnica. Para os tratamentos com adição de um surfatante essa tecnologia não apresentou uma influência significativa sobre a severidade da doença.

6.2.2 Avaliação dos parâmetros de produção e produtividade

Avaliando a produtividade da cultura (Tabela 14), observa-se que todos os tratamentos que receberam a aplicação da mistura fungicida diferiram significativamente quando comparados à testemunha. Destaca-se o tratamento com assistência de ar (29 km h^{-1}) associado ao surfatante copolímero de poliéter e silicone que diferiu significativamente dos demais tratamentos assistidos de ar, apresentando a maior produtividade média (3.224 kg h^{-1}). Essa combinação foi fundamental para obtenção de maiores depósitos, principalmente na parte inferior da planta e superfície abaxial dos folíolos (Tabela 7).

Para os tratamentos que receberam a calda fungicida na ausência da assistência de ar não foram observadas diferenças significativas, os quais diferiram apenas da testemunha. Ao observar o parâmetro técnica de aplicação apenas no tratamento sem adição de um surfatante foi notado diferença significativa, onde o tratamento sem assistência de ar apresentou maior produtividade quando comparado ao tratamento assistido de ar.

Tabela 14. Efeito do uso de surfatantes e assistência de ar na produtividade e peso de 1000 sementes no controle de *Phakopsora pachyrhizi*, na cultura da soja, após 4 aplicações da mistura fungicida piraclostrobina + epoxiconazole. Botucatu-SP, safra 2008/2009.

Tratamentos	Peso de 1000 sementes (g)		Produtividade em kg/ha	
	Sem Ar	Com Ar	Sem Ar	Com Ar
piraclostrobina + epoxiconazole + copolímero de poliéter e silicone	173,75 bA	174,09 cA	3104,06 bA	3224,47 dA
piraclostrobina + epoxiconazole + nonil fenol etoxilado	167,37 bA	166,75 bcA	2935,48 bA	2898,01 cA
piraclostrobina + epoxiconazole	167,80 bA	164,17 bA	3037,16 bA	2665,21 bB
Testemunha	110,36 aA	110,36 aA	1180,08 aA	1180,08 aA
C.V.(%)		3,21		4,35
DMS (Calda)		9,67		214,62
DMS(Equipamento)		7,23		160,52

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula/maiúscula em uma mesma coluna/linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação à massa de 1000 grãos, todos os tratamentos que receberam aplicação da calda fungicida diferiram significativamente da testemunha (Tabela 14). O tratamento com assistência de ar (29 km h^{-1}) associado ao surfatante copolímero de poliéter e silicone apresentou o maior peso da massa de 1000 grãos (174 g).

Christovam (2008) estudou o efeito de diferentes velocidades de ar e ângulos da barra pulverizadora no controle da ferrugem asiática da soja e cultivar conquista, encontrou resultados semelhantes de produtividade em relação aos encontrados nesse trabalho. O autor obteve acréscimo de produtividade quando não foi utilizado a assistência de ar em comparação ao uso dessa tecnologia junto à barra de pulverização na velocidade máxima do ventilador (29 km h^{-1}).

6.3 Experimento 3

6.3.1 Tensão superficial estática

Os valores de tensão superficial estática (mN/m) obtidos nas diferentes caldas utilizadas estão representados na Tabela 15.

Tabela 15. Valores de tensão superficial estática das diferentes soluções aquosas.

Produtos fitossanitários	Tensão superficial (mN/m)
Água destilada	72,60 f
piraclostrobina + epoxiconazole	56,20 e
nonil fenol etoxilado	46,50 d
copolímero de poliéter e silicone	19,40 a
piraclostrobina + epoxiconazole + nonil fenol etoxilado	39,50 c
piraclostrobina + epoxiconazole + copolímero de poliéter e silicone	22,30 b
C.V.(%)	5,64
DMS	2,66

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O surfatante que proporcionou o menor valor de tensão superficial estática foi o copolímero de poliéter e silicone (19,40 mN/m) diferindo significativamente dos demais tratamentos. Tensão superficial semelhante foi obtida para a combinação copolímero de poliéter e silicone mais a mistura fungicida piraclostrobina + epoxiconazole (22,30 mN/m). As caldas com adição do surfatante nonil fenol etoxilado, na presença ou não da mistura fungicida, apresentaram um comportamento semelhante na redução da tensão superficial. A calda contendo apenas o fungicida foi a que apresentou a menor redução da tensão superficial 56,20 mN/m.

Montório et al. (2001) ao estudar o comportamento da tensão superficial em gotas de solução elaboradas com diferentes concentrações de adjuvantes, concluíram que dentre os surfatantes os organossiliconados são os que possuem a maior capacidade de redução da tensão superficial em relação aos demais grupos de adjuvantes chegando a valores próximos a 20 mN/m.

Quando Mendonça et al. (1999) e Costa (1997) utilizaram-se da metodologia para estudar os efeitos de surfatantes sobre a tensão superficial em soluções de glyphosate e rodeo, respectivamente, encontraram valores da tensão superficial mínima para o siliconado copolímero de poliéter e silicone próximos a 19 mN/m.

De acordo com Durigan (1993) com a modificação na tensão superficial, modifica-se também as forças interfaciais, com orientação das suas moléculas entres as interfaces, promovendo um ajustamento mais íntimo de duas substâncias ou entre substâncias e superfície foliar.

Esse mecanismo de ação presente nos surfatantes siliconados está relacionado também no aumento efetivo da área de contato da gota pulverizada com a superfície foliar, com a dissolução ou rompimento de ceras epicuticulares e com a promoção da absorção dos compostos pela via estomática (STOCK e HOLLOWAY, 1993).

Gaskin (1995) estudou o efeito de surfatantes siliconados na absorção de herbicidas via infiltração por estômatos e penetração cuticular e concluiu que os surfatantes siliconados promoveram aumento da absorção de ingredientes ativos hidrofílicos e lipofílicos em folha tanto pelos estômatos quanto por absorção cuticular. Esse mesmo autor observou maiores níveis de absorção de ingrediente ativo quando utilizou o copolímero de poliéter e silicone misturado com soluções de herbicidas nas folhas de vicia faba. Sendo assim podemos explicar maiores níveis de produtividade nesse estudo quando utilizado o surfatante siliconado copolímero de poliéter e silicone, uma vez que em virtude das mudanças nas características físico-químicas, adquiridas quando adicionado o surfatante, maximiza a eficiência do ingrediente ativo utilizado.

6.3.2 Retenção da calda de pulverização

Os valores médios de retenção dos depósitos da pulverização $\mu\text{L cm}^{-2}$ obtidos nas diferentes caldas nesse estudo estão representados Tabela 16.

Tabela 16. Valores médios de retenção dos depósitos das diferentes caldas de pulverização em folíolos de soja, variedade Conquista.

Produtos fitossanitários	Retenção ($\mu\text{L cm}^{-2}$)
Água destilada	14,13 b
piraclostrobina + epoxiconazole	8,54 a
nonil fenol etoxilado	8,80 a
copolímero de poliéter e silicone	6,76 a
piraclostrobina + epoxiconazole + nonil fenol etoxilado	8,41 a
piraclostrobina + epoxiconazole + copolímero de poliéter e silicone	6,93 a
C.V.(%)	19,02
DMS	2,24

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Todos os tratamentos diferiram significativamente em comparação à água destilada, porém não foi observada diferença significativa entre os tratamentos com adição do produto fitossanitário. A água destilada apresentou o maior volume retido nos folíolos de soja ($14,13 \mu\text{L cm}^{-2}$).

Todas as caldas promoveram redução na retenção foliar, quando comparadas à água destilada, concordando com os resultados obtidos por Johnstone (1973), Matuo et al. (1989) e Ocampo - Ruiz e Matuo (1994) que observaram reduções na retenção do líquido quando se reduz a tensão superficial das soluções.

A redução da tensão superficial das soluções possibilita maior molhamento da superfície vegetal, porém nas aplicações com volume alto pode favorecer as perdas por escorrimento.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), produtividade (kg/ha), tensão superficial estática (Mn/m) e retenção foliar ($\mu\text{l cm}^{-2}$), obtidos nesse estudo são mostrados na Tabela 17.

Tabela 17. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), produtividade (kg/ha), tensão superficial estática (Mn/m) e retenção foliar ($\mu\text{l cm}^{-2}$).

Tratamentos	AACPD		Produtividade		Tensão Sup. (Mn/m)	Retenção (μLcm^{-2})
	103 DAS		(kg/ha)			
	Sem ar	Com ar	Sem ar	Com ar		
Test./Água	549,59c	549,59c	1180,08b	1180,08d	72,6	14,13
Fungicida (F)	112,05a	173,79ab	3037,16a	2665,21c	56,2	8,54
F+Silwet L-77	63,93a	50,59a	3104,06a	3224,47a	22,3	6,93
F+Antideriva	243,97b	269,66b	2935,48a	2898,01b	39,5	8,41
CV(%)	26,51		4,35			
DMS	130,14		214,62			

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As pulverizações com a mistura fungicida piraclostrobina + epoxiconazole foram essenciais para garantia da produtividade da cultura da soja, variedade Conquista (Tabela 17). Pode-se constatar que, na ausência da assistência de ar, as parcelas tratadas com a mistura fungicida com ou sem a adição de surfatante, proporcionaram níveis de produtividade 2,5 vezes maior comparativamente àquela obtida na testemunha.

O uso da assistência de ar, junto à barra, nas pulverizações com a mistura fungicida mostrou interação positiva sobre a produtividade quando foi adicionado os surfactantes à calda em relação ao uso somente da mistura fungicida.

Os valores menores da tensão superficial e retenção da calda contendo o surfatante copolímero de poliéter e silicone (Silwet L-77) podem ter contribuído na distribuição do produto químico sobre a superfície, especialmente em presença da assistência de ar, com maior controle da doença (menor AACPD).

Valores menores de tensão superficial ou maiores de retenção não implicam necessariamente em maior controle, pois volume da aplicação e características da superfície foliar como cerosidade, rugosidade e densidade de tricomas podem influenciar nessas propriedades físicas.

Diversos trabalhos disponíveis na literatura comprovam a importância da assistência de ar nos equipamentos de aplicação de produtos fitossanitários, como sendo uma ferramenta para melhorar a qualidade da aplicação. A utilização dessa técnica de aplicação é bastante antiga, há relatos dessa tecnologia desde a década de 80 (ROBINSON, 1993). Já, tratando-se da utilização dos surfatantes, são poucas as informações disponíveis nessa área, principalmente no Brasil, com uma carência de pesquisas sobre o comportamento desses produtos a campo, principalmente sobre as mudanças nas propriedades do líquido pulverizado quando adicionado esses produtos e no comportamento deste, em contato com o alvo (COSTA, 1997).

Sendo assim, torna-se necessário o estudo desses produtos em diferentes condições ambientais, com diferentes espécies vegetais e com interação entre tecnologias, para que num futuro próximo seja possível empregar doses de ingrediente ativo diferentes daquelas atualmente empregadas, atingindo o alvo desejado de forma mais eficiente, com o mínimo impacto sobre a cultura e o ambiente (VARGAS e ROMAN, 2006).

A utilização dessas tecnologias no controle da ferrugem asiática, *Phakospora pachyrhizi*, na cultura da soja foi de grande valia neste trabalho, pois

proporcionou uma minimização dos danos causados pela doença. Ao avaliar a combinação assistência de ar (29 km h^{-1}) associada ao surfatante copolímero de poliéter e silicone (Silwet L-77), o presente estudo obteve o menor valor médio do total acumulado da AACPD, e a maior produtividade média (Tabela 17). Este trabalho também foi importante para revelar que, utilizando diferentes surfatantes, diferentes resultados foram encontrados, principalmente em relação ao controle do patógeno. Vale lembrar ainda, que não se deve generalizar os resultados aqui obtidos, pois ao utilizarmos a combinação assistência de ar (29 km h^{-1}) associada ao surfatante copolímero de poliéter e silicone (Silwet L-77) em outras culturas, pode-se obter resultados diferentes do observado nesse estudo, já que as características desejadas dos surfatantes serão obtidas quanto mais semelhante forem às características físico-químicas da superfície vegetal e do adjuvante selecionado. Pelos resultados obtidos nesse estudo, torna-se justificável o uso dessas tecnologias de aplicação.

7 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi conduzido este trabalho, pode-se concluir que:

- A assistência de ar na velocidade máxima gerada pelo ventilador (29 km h⁻¹), combinada com o surfatante copolímero de poliéter e silicone (Silwet L-77) mais a mistura fungicida piraclostrobina + epoxiconazole apresentou resultados semelhantes aos demais tratamentos no controle da ferrugem asiática da soja.

- No geral, a assistência de ar combinada ao uso de surfatantes junto à calda de pulverização, não interferiu na deriva.

- O surfatante copolímero de poliéter e silicone (Silwet L-77), promoveu a maior redução na tensão superficial estática das soluções aquosas.

- Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com adição de produtos fitossanitários e ou surfatantes na retenção da calda sobre a superfície foliar da soja, variedade Conquista.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. C.; POZZA, E. A.; FERREIRA, J. B.; ARAÚJO, D. V.; COSTA, J. C. B.; DEUNER, C. C.; MUNIZ, M. F. S.; ZAMBENEDETTI, E. B.; MACHADO, J. C. Intensidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & P. Sydow) da soja [*Glycine max* (L.) Merr.] nas cultivares Conquista, Savana e Suprema sob diferentes temperaturas e períodos de molhamento foliar. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 3, p. 239-244, 2007.

ANDERSEN, P.G.; JORGENSEN, M.K.; TAYLOR, W.A. Hardi Twin air assistance for field crop sprayers – the status after 10 years in use. In: HARDI INTERNATIONAL. **Hardi international application technology course 2000**. Taastrup, 2000. v.1, chap. 2, p. 138-144.

ANDRADE, P. J. M.; ANDRADE, D.F. A. A. Controle químico da ferrugem asiática da soja. In: ZAMBOLIM, L. Ferrugem asiática da soja. Viçosa: UFV, 2006. p.61-70.

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.

AZEVEDO, L. A. S. de; JULIATTI, F. C.; BARRETO, M. Resistência de genótipos de soja à *Phakopsora Pachyrhizi*. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 3, p. 252-257, 2007.

BALARDIN, R. S.; DALLAGNOL, L. J.; DITONÉ, H. T.; NAVARINI, L. Influência do fósforo e do potássio na severidade da ferrugem da soja *Phakopsora pachyrhizi*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 5, 2006.

BAUER, F.C. **Influência da assistência de ar na deposição e perdas em pulverizações na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Botucatu, 1999. 65f. Dissertação (Mestrado em agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade estadual Paulista

BAUER, F.C.; RAETANO, C.G. Assistência de ar e perdas na deposição de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p. 271-6, 2000.

BUTLER ELLIS, M.C., MILLER, P.C.H. The effect of some adjuvants on sprays produced by agricultural flat fan nozzles. **Crop Protection**, v. 16, n 1, p. 609-615, 1997.

BUTLER ELLIS, M.C., MILLER, P.C.H.; TUCK, C.R. The effect of some adjuvants on sprays produced by agricultural flat fan nozzles. **Crop Protection**, v. 16, n 1, p. 609-615, 1997.

BUTLER ELLIS, M.C.; TUCK, C.R. How adjuvants influence spray formation with different hydraulic nozzles. **Crop Protection**, v. 18, n. 1, p. 101-109, 1999.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley e Sons, 1990. 532p.

CARBONARI, C.A, MARTINS, D, MARCHI, S.R. e CARDOSO, L.R. Effect of Surfactants and Nozzle Design on Spray Solution Deposition over *Cynodon dactylon* Plant. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 23, n. 4, p. 725-729, 2005.

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).

CHAPPLE, C.A.; DOWNER, R.A.; HALL, F.R. Effects of spray adjuvants on swath patterns and droplet spectra for a flat-fan hydraulic nozzle. **Crop Protection**, v. 12, n. 8, p. 579-590, 1993.

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Considerações sobre tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. São Paulo: Teejet South America, 1999a. 14 p. (Boletim técnico, 5).

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle**. São Paulo: Teejet South America, 1999b. 15 p. (Boletim técnico, 4).

CHRISTOVAM, R.S. **Assistência de ar e aplicação em volume baixo no controle da ferrugem asiática da soja**. Botucatu, 2008. 68f. Dissertação (Mestrado em agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade estadual Paulista.

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

COSTA, E. A. D. **Efeitos de surfatantes sobre a tensão superficial de soluções de rodeo**. 1997. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Proteção de Plantas) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

CUNHA, J. P. A. R.; CARVALHO, W. P. A. Distribuição volumétrica de aplicações aéreas de agrotóxicos utilizando adjuvantes. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.13, n.2, p. 130-135, abr./jun. 2005.

DURIGAN, J. C. **Efeitos de adjuvantes na aplicação e eficácia dos herbicidas**. Jaboticabal, FUNEP, 1993. 42p.

FORNAROLLI, D. A. et al. Influência do horário de aplicação no comportamento de atrazine e misturas aplicadas em pós-emergência na cultura do milho. **Planta Daninha**, v. 17, n. 1, p. 119-130, 1999.

GASKIN, R.E. Effect of organosilicone surfactantes on the foliar uptake of herbicides: stomatal infiltration versus cuticular penetration. In: GASKIN, R.E. (Ed.). **Proceedings of fourth international symposium on adjuvants for agrochemicals**. Melbourne, 1995. p.243-248.

GODOY, C. V. & CANTERI, M. G. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 97-101, 2004.

GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n.1, p.63-68, 2006.

HOLLOWAY, P.J. et al. Effects of some agricultural tank-mix adjuvants on the deposition efficiency of aqueous sprays on foliage. **Crop Protection**, v.19, p.29-27, 2000.

IOST, C. A. R. **Efeito de adjuvantes nas propriedades físico-químicas da água e na redução de deriva em pulverizações sobre diferentes espécies de plantas daninhas**. Botucatu, 2008. 62f. Dissertação (Mestrado em agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade estadual Paulista.

JOHNSTONE, D.R. 1973. Spreading and retention of agricultural sprays on foliage. In Van Valkenburg, W. (ed.) **Pesticide formulations**. New York, Marcel Dekker, 1973. 481p.

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. **Nachrichttenblatt-des-Deutschen-Pflanzenschutzdienstes**, German, v. 48, n. 2, p. 21-31, 1996.

KISSMANN, K.G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitário. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu, MG. **Palestra...** Caxambu, MG: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1997.p.61-77.

KNOTT, C.M. Evaluation of downwards air-assisted sprays in peas and beans. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE-WEEDS, 1995, Brighton. **Proceedings...** Farnham: British Crop Protection Council, 1995. v. 3, p. 1099-1106.

MAGNANI, E. B. Z; ARAUJO, D. V. Eventos de pré-penetração, penetração e colonização de *Phakopsora pachyrhizi* em folíolos de soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 2, p.156-160, 2007.

MAY, M.J.; HILTON, J.G. New spray techniques for broad-leaved weed control. **Aspects of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 32, 1992.

MATUO, T., NAKAMURA, S.H., ALMEIDA, A. Efeito de alguns adjuvantes da pulverização nas propriedades físicas do líquido. **Summa Phytopath.** 15:163-173. 1989.

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

MENDONÇA, C.G.; VELINI, E.D.; MARTINS, D.; MENDONÇA C.G. Efeitos de surfatantes sobre a tensão superficial e a área de molhamento de soluções de glyphosate sobre folhas de tiririca. **Planta Daninha**, Londrina, v.13, n.3, p.355-65, 1999.

McMULLAN, P. M. Utility adjuvants. **Weed Technology**, v.14, p.792-797, 2000.

MILLER, P.C.H. Spray drift and its measurement. In: MATTHEWS, G.A.; HISLOP, E.C. **Application technology for crop protection**. Oxon: CAB International, 1993. p. 101-122.

MILLER, P.C.H.; BUTLER ELLIS, M.C. A review of spray generation, delivery to the target and how adjuvants influence the process. **Plant Protection Quarterly**, v. 12, n. 33, 1997.

MILLER, P. C. H.; BUTLER ELLIS, M. C. Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from ground-based boom sprayers. **Crop Protec.**, v. 19, p. 609-615, 2000.

MILLER, P.C.H. **Reducing the risk of drift from boom sprayers**. In: RAETANO, C.G.; ANTUNIASSI, U.R. Qualidade em tecnologia de aplicação. Fepaf, 2004. p. 110-124.

MONTÓRIO, G. A. **Eficiência dos surfatantes agrícolas na redução da tensão superficial**. 2001. 70 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - FCA/UNESP, Botucatu, 2001.

NAVARINI, L.; DALLAGNOL, L. J.; BALARDIN, R. S.; MOREIRA, M. T.; MENEGHETTI, R. C.; MADALOSSO, M. G. Controle químico da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow). **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 2, p. 182-186, 2007.

NUYTTENS, D. et al. Experimental study of factors influencing the risk of drift from field sprayers, Part 1: Meteorological conditions. **Aspects Appl. Biol.**, v. 77, p. 321-329, 2006.

OCAMPO-RUIZ, R.A. & T. MATUO. 1994. Efeito de espalhantes-adesivos na retenção e na ação do propargite sobre *Brevipalpus phoenicis* (Geijs.) em folhas de citros. **An. Soc. Entomol. Brasil** 23:265- 270.

OLIVEIRA, C.A. L., MATUO, T., SANTOS, J.E., TOLEDO, M.C. Efeito de espalhante-adesivo na eficiência dos acaricidas propargite e cyhexatin no controle do *Brevipalpus*

phoenicis (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) em citros. **An. Soc. Entomol. Brasil** 26(3): 487-493 (1997)

OZKAN, H. E. **Reduzindo a Deriva nas Pulverizações**. Boletim 816-00 – 2001 Departamento de Alimentação, Agricultura e Engenharia Biológica. Universidade de Ohio - USA . http://www.e-sprinkle.com.br/br/includes/downloads/Artigos/Como_Reduzir_a_Deriva.doc. Acessado em 08/04/2009

OZKAN, E. Best spraying strategies to fight against Soybean Rust. 2005. Disponível em: http://www.jacto.com/soybean_rust.html. Acesso em: 07. 2008.

PENCKOWSKI, L. H.; PODOLAN, M. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. Influência das condições climáticas no momento da aplicação de herbicidas pós-emergentes sobre a eficácia de controle de nabiça (*Raphanus raphanistrum*) na cultura do trigo. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 435-442, 2003.

PRADO, E.P. **Assistência de ar em pulverização no manejo fitossanitário na cultura da soja**. Botucatu, 2009. 94f. Dissertação (Mestrado em agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade estadual Paulista.

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. **Ferrugem asiática da soja**. Viçosa: UFV, 2006. p.115-138.

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.; MATUO, T.; BERNARDI, J.A. Características da pulverização produzida por bicos Yamaho da série 'D'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: 2001, 1 CD Rom.

REEVES, B. G. The rationale of adjuvant use with agrichemicals. In: FOY, C. L. (ed.) **Adjuvants for agrichemicals**. CRC Press, Boca Raton, 1992. p. 487-8.

ROBINSON, T.H. Large-scale ground-based application techniques. In: MATTHEWS, G.A.; HISLOP, E.C. (Eds.). **Application technology for crop protection**. Wallingford: CAB International, 1993. p.163-186.

SARTORI, S. Equipamentos tratorizados para culturas de baixo fuste: situação no Cone –Sul. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS, 1., 1996, Águas de Lindóia. **Anais...** Jaboticabal: IAC/UNESP, 1997. p. 110-112.

SKUTERUD, R. et al. Effect of herbicide applies at different times of the day. **Crop Prot.**, v. 17, p. 41-46, 1998.

STOCK, D.; HOLLOWAY, P. J. Possible mechanisms for surfactant-induced foliar uptake of agrochemicals. **Pest. Sci.**, v. 38, p. 165-177, 1993.

STEVENS, P.J.G.; BAKERS, E.A.; ANDERSON, N.H. Factors affecting the foliar absorption and redistribution of pesticides. 2. Physicochemical properties of the active ingredient and the role of surfactant. **Pesticide Science**, Essex, v.24, p. 31-53, 1988.

STOUGAARD, R.M. Adjuvant combinations with quizalofop for wild oat (*Avenua fatua*) control in pepermit (*Mentha piperita*). **Weed Technology**, v. 11, p. 45-50, 1997.

SUMNER, P. E. **Reducing spray drift**. Georgia: University of Georgia, 1997. 11 p. (ENG97-005)

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.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Conceitos e aplicações dos adjuvantes.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 10p. HTML. Disponível em: <Http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p-do56.htm>. Acesso em 12/05/2009.

VELLOSO, J.A.R.; GASSEN, D.N.; JACOBSEN, L.A. Características da tecnologia de aplicação. In: ____. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas com pulverizadores de barra.** Passo Fundo: Centro Nacional de Pesquisa de Trigo/Embrapa, 1984. p.10-14.

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.

WITT, J. M. Agricultural Spray Adjuvants. Disponível em: <http://pmep.cce.cornell.edu/facts-slides-self/facts/gen-peapp-adjuvants.html>. Acesso em: 03/04/2007.

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

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.

ZANDE, J.C. van de; MEIER, R.; IJZENDOORN, M.T. van. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE PESTS AND DISEASES, 1994, Brighton. **Proceedings...** Alton, Hampshire: British Crop Protection Council, 1994. v.1, p. 313-318.