

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**RENATO GERALDO CORSINO ARAÚJO**

**EFEITO DE ADJUVANTES E PONTAS DE PULVERIZAÇÃO NO CONTROLE  
QUÍMICO DA FERRUGEM ASIÁTICA NA SOJA**

**Uberlândia – MG  
Setembro – 2008**

**RENATO GERALDO CORSINO ARAÚJO**

**EFEITO DE ADJUVANTES E PONTAS DE PULVERIZAÇÃO NO CONTROLE  
QUÍMICO DA FERRUGEM ASIÁTICA NA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: João Paulo A. Rodrigues da Cunha

**Uberlândia – MG  
Setembro – 2008**

**RENATO GERALDO CORSINO ARAÚJO**

**EFEITO DE ADJUVANTES E PONTAS DE PULVERIZAÇÃO NO CONTROLE  
QUÍMICO DA FERRUGEM ASIÁTICA NA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao curso de Agronomia, da Universidade  
Federal de Uberlândia, para obtenção do  
grau de Engenheiro Agrônomo.

Prof. Lísias Coelho  
Membro da Banca

Eng. Agr. Cleyton Batista de Alvarenga  
Membro da Banca

---

Prof. Dr. João Paulo A. Rodrigues da Cunha  
Orientador

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por guiar-me, dar-me perseverança e fé.

À minha família, pelo incentivo e carinho, em especial meus pais José Luis e Ana Lúcia e meus irmãos Viviane e Rafael.

Aos amigos e colegas da especial 37<sup>a</sup> Turma de Agronomia pela convivência ao longo destes anos.

Ao meu orientador Prof. Dr. João Paulo A. Rodrigues da Cunha, pela amizade, compreensão, simpatia e apoio.

## RESUMO

Uma das formas para aumentar a eficiência das aplicações de agrotóxicos nas lavouras é a adição de adjuvantes à calda e a correta seleção das pontas de pulverização. Não basta conhecer o produto a ser aplicado, também é fundamental conhecer a forma de aplicação. É preciso garantir que o produto alcance o alvo de forma eficiente, minimizando-se as perdas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o controle químico da ferrugem asiática e a deposição da calda fungicida aplicada na cultura da soja, em função de diferentes adjuvantes e de tipos de pontas de pulverização. O ensaio foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema bifatorial (4 x 2) + 1: quatro composições de calda (calda sem e com a adição de três adjuvantes comerciais ao fungicida, compostos de dodecil benzeno, fosfatidilcolina + ácido propiônico e nonil fenol etoxilado), dois tipos de ponta de pulverização (jato plano e jato plano com indução de ar) e um tratamento adicional que não recebeu fungicida (testemunha). Realizou-se a semeadura direta da cultivar de soja BRS Valiosa RR (ciclo médio), avaliando-se, após a aplicação do fungicida azoxistrobina + ciproconazole, com as diferentes pontas e adjuvantes, a deposição de calda no dossel da cultura, a severidade da ferrugem, a massa de 1000 grãos e a produtividade. O estudo de deposição foi realizado com a utilização de um traçador para quantificação por espectrofotometria. Para todos os tratamentos, empregou-se volume de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup>, utilizando pulverizador costal de pressão constante (CO<sub>2</sub>). De acordo com os resultados, pôde-se concluir que a deposição da calda fungicida nas partes superior e inferior da cultura da soja e a produtividade não foram influenciadas pela adição de adjuvante à calda e pela ponta de pulverização empregada. A cobertura proporcionada na parte superior do dossel da soja nas diferentes condições avaliadas foi, em média, 65% superior à obtida na posição inferior. O emprego dos adjuvantes testados reduziu a severidade da ferrugem, em comparação às parcelas com aplicação somente de fungicida, quando se utilizaram pontas de jato plano com indução de ar. No entanto, essa diferença não foi suficiente para influenciar a produtividade.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	6
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	8
3	MATERIAL E MÉTODOS .....	12
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
5	CONCLUSÕES .....	19
	REFERÊNCIAS .....	20

## 1 INTRODUÇÃO

Dentre os vários eventos que constituem o processo de produção de grãos e fibras, a aplicação de agrotóxicos é um dos mais importantes. Ele é diretamente responsável pela produtividade e exige cuidados com a preservação do meio ambiente e segurança dos operadores. Existem diferentes técnicas de aplicação de defensivos disponíveis, mas as que se baseiam na pulverização hidráulica são as mais difundidas, graças à flexibilidade que oferecem em distintas aplicações (TEIXEIRA, 1997). Nesses equipamentos, as pontas de pulverização representam, sem dúvida, um dos principais componentes, pois garantem a qualidade e a segurança da aplicação (TEWARI et al., 1998).

O que se chama genericamente de bico é o conjunto de peças colocadas no final do circuito hidráulico, através do qual a calda é emitida para fora da máquina. Esse conjunto é composto de várias partes, das quais a ponta de pulverização é a mais importante, regulando a vazão, o tamanho das gotas e a forma do jato emitido (CHRISTOFOLETTI, 1999).

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

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a maior usuária de produtos fitossanitários no Brasil, por ser a espécie cultivada em maior área (aproximadamente 22 milhões de hectares) e ter sua produtividade limitada pela presença de plantas daninhas, insetos e fitopatógenos. Isso se deve também pela precária tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. As doenças que incidem na cultura da soja têm assumido papel importante na definição da produtividade da cultura, safra após safra. As perdas anuais de produção por doenças são estimadas em cerca de 15% a 20% (EMBRAPA, 2004).

Com o primeiro registro de danos econômicos provocados pela ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow) no Brasil, em 2001 (YORINORI et al., 2005), e

a ausência de cultivares resistentes para controle dessa doença, o uso de fungicidas foi intensificado, por ser a única ferramenta que pode evitar reduções significativas de produtividade na presença da ferrugem. No momento em que as plantas atingem o grau máximo de desenvolvimento vegetativo, com total fechamento e grande área foliar, as aplicações para o controle da doença necessitam da máxima capacidade de penetração na massa de folhas e cobertura das mesmas, mesmo para a aplicação de fungicidas com características de ação sistêmica (ANTUNIASSI et al., 2004). Uma das formas de se obter boa deposição em alvos biológicos é a escolha correta da ponta, da técnica de aplicação do fungicida, bem como do momento da pulverização, ou seja, hora certa de entrar com a aplicação no campo.

Na maioria das vezes, dá-se muita importância ao produto fitossanitário a ser aplicado e pouca à técnica de aplicação. Não basta conhecer o produto a ser aplicado, também é fundamental conhecer a forma de aplicação. É preciso garantir que o produto alcance o alvo de forma eficiente, minimizando-se as perdas. Para isso, é necessário uniformidade de aplicação e espectro de gotas adequado.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o controle químico da ferrugem asiática e a deposição da calda fungicida aplicada na cultura da soja, em função de diferentes adjuvantes e de tipos de pontas de pulverização.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tem como centro de origem a região leste da China, onde sofreu domesticação por volta do século XI a.C. No Brasil, o primeiro registro da introdução da soja data de 1882, na Bahia, por Gustavo Dutra. A partir da década de 70, a cultura da soja evoluiu significativamente nos estados produtores, não só no Sul, mas também nos estados do Centro-Oeste do Brasil. Com o desenvolvimento de novos cultivares adaptados às diferentes regiões agroclimáticas do País, o Brasil tornou-se o segundo maior produtor mundial de soja (BIODIESELBR, 2008).

A soja é uma das principais fontes de proteína e óleo vegetal do mundo. Ela tem sido cultivada comercialmente e utilizada na alimentação humana e animal, sem nenhum registro de danos causados aos consumidores ou ao meio ambiente. Foi a grande responsável pela aceleração da mecanização das lavouras brasileiras, pela modernização do sistema de transportes; pela expansão da fronteira agrícola, pela profissionalização e incremento do comércio internacional, pela modificação e enriquecimento da dieta alimentar dos brasileiros, pela aceleração da urbanização do País, pela interiorização da população brasileira (excessivamente concentrada no sul, sudeste e litoral) e pela tecnificação de outras culturas (destacadamente a do milho), assim como impulsionou e interiorizou a agroindústria nacional (BIODIESELBR, 2008).

Sabe-se que essa cultura tem diversos problemas relacionados a pragas e principalmente doenças como, por exemplo, a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow), que causa grandes prejuízos. Caso não seja realizado o controle químico com adequada tecnologia de aplicação, pode haver redução de até 100% da produção esperada, como já observado no ano de 2001. O Brasil não apresenta uma produtividade média muito alta, dentre um desses motivos está o uso incorreto da tecnologia nas aplicações de inseticidas, herbicidas e, principalmente, fungicidas, ocasionando um rendimento, muitas vezes, abaixo do desejável.

A principal doença na cultura da soja é a ferrugem asiática, que tem ocorrido há décadas no Oriente Asiático e na Austrália, e nos últimos anos, tem se dispersado pelas Américas e África (PIVONIA; YANG, 2004). Segundo Yorinori (2004), a ferrugem foi constatada, com danos econômicos, pela primeira vez nas Américas, em março de 2001, causando perdas no Paraguai e ao final da safra, na região Oeste do Estado do Paraná. Logo se

dispersou para todo território brasileiro e, com isso, observou-se sua rápida propagação com o vento e grandes prejuízos nas lavouras. Seus sintomas podem ser observados em plantas de qualquer estágio de desenvolvimento. O primeiro sintoma observado caracteriza-se por minúsculos pontos pretos na parte abaxial da folha. Com o passar do tempo, passa para parte adaxial da folha. O sintoma em fase mais desenvolvida é característico por coloração bege-amarelado em torno dos minúsculos pontos (KIMATI et al., 2005).

A estratégia de controle que tem sido usada com maior frequência é o monitoramento da doença e o controle químico com fungicidas. A decisão sobre o momento de aplicação (sintoma inicial ou preventiva) deve ser técnica, levando em conta os fatores necessários para o aparecimento da ferrugem (presença do fungo na região, idade das plantas e condição climática favorável), a logística de aplicação (disponibilidade de equipamentos e tamanho da propriedade), a presença de outras doenças e o custo do controle. O atraso na aplicação, após constatados os sintomas iniciais, pode acarretar em redução de produtividade, caso as condições climáticas favoreçam o progresso da doença. O número e a necessidade de re-aplicações serão determinados pelo estágio em que for identificada a doença na lavoura e pelo período residual dos produtos (CONSÓRCIO ANTI-FERRUGEM, 2008).

O uso de fungicidas é um dos principais métodos de controle de doenças de plantas, sendo a única forma de controle para diversos problemas fitossanitários. Os resultados imediatos obtidos após a aplicação, os tornaram amplamente difundidos em diversas culturas. Porém, o uso contínuo pode promover a seleção de biótipos resistentes, não controlados pelo fungicida anteriormente eficaz, colocando em risco a eficiência do método. Assim, o surgimento biótipos resistentes a fungicidas é um sério problema que pode por em risco o controle dessas doenças de plantas. Os diversos segmentos envolvidos no controle químico de doenças de plantas devem estar conscientes do problema, suas causas e soluções (GHINI, 2008).

O bico de pulverização é o principal componente do pulverizador, e a sua correta escolha contribui para uma aplicação mais eficiente do produto fitossanitário. Entretanto, apenas esta informação não basta. O resultado de deposição deverá estar justificado pelo efeito biológico sobre a doença. Com isto, o sucesso do tratamento fitossanitário será medido pela eficiência na colocação do produto no alvo e pelo respectivo efeito biológico. No caso da aplicação em pulverização, será a deposição da gota de diâmetro adequado e uniforme, distribuída e depositada em quantidade e uniformidade suficientes (número de gotas por centímetro quadrado) para proporcionar a eficácia de controle do problema fitossanitário.

Nas pontas, o líquido sob pressão passa ao exterior através de um orifício, produzindo uma película que vai aumentando gradativamente a sua superfície e, conseqüentemente, diminuindo a espessura, até romper-se em pequenas gotas. A pressão de pulverização tem efeito direto na vazão, no diâmetro de gotas e nas características de deposição. Na maioria das pontas, a vazão se aproxima de uma relação diretamente proporcional à raiz quadrada da pressão. Gotas pequenas podem ser obtidas pelo aumento da pressão ou pela redução do diâmetro do orifício de saída. O formato da ponta e a maneira como o líquido passa através da mesma, tem influência sobre a faixa de deposição e sobre o espectro de gotas. Ponta com orifício circular apresenta jato cônico e deposição circular, ponta com orifício em forma de rasgo origina jato em forma de leque e deposição linear (COSTA et al., 2006)

A ação dos agrotóxicos é, em geral, dependente também de constituintes da calda de pulverização, que embora não compondo o ingrediente ativo, melhoram sua eficácia. Alguns adjuvantes encontrados no mercado podem favorecer o desempenho dos produtos fitossanitários (FAGLIARI et al., 2004). De acordo com alguns fabricantes, um único produto pode apresentar características de tensoativo, espalhante, adesivo, antiespumante, antivolatilizante, quelatizante, redutor de deriva e acidificante. Hoje, no entanto, uma série de produtos está disponível no mercado, o que, muitas vezes, dificulta a seleção por parte dos técnicos. O efeito dos adjuvantes nas aplicações é um processo complexo, que envolve muitos aspectos físicos, químicos e fisiológicos. Os agrotóxicos possuem afinidades diferentes com os adjuvantes (CHOW, 1993).

A arquitetura de algumas variedades de soja constitui uma barreira à aplicação de defensivos na cultura, impedindo a penetração e conseqüentemente a distribuição do produto dentro do dossel das plantas, fato este ainda mais agravado em cultivos adensados, onde a densidade foliar é ainda maior, necessitando de maiores volumes de calda para atingir o efeito desejado. O uso de adjuvantes tem servido para melhorar o molhamento e a cobertura do produto sobre as folhas. Uma boa retenção ou adesividade dos produtos fitossanitários na superfície foliar é conseqüência de uma boa molhabilidade. Esta ocorre em função do ângulo de contato que a gota pulverizada forma com a superfície foliar e da tensão superficial da calda (ROBERTS, 1992).

A pulverização agrícola com tecnologia de aplicação tem muitos detalhes que, às vezes, passam despercebidos aos olhos do agricultor tais como vazamentos e filtros danificados. Bons equipamentos, operadores bem treinados e produtos de qualidade podem garantir o sucesso da aplicação. É possível ainda, observar que é dada grande importância ao produto a ser utilizado no controle, no caso fungicida, e pequena importância no emprego do

produto na lavoura, ou seja, tecnologia de aplicação. Portanto, estudos que visem aperfeiçoar a forma de aplicação dos fungicidas são muito importantes, pois podem levar a um maior entendimento a respeito de tecnologia da aplicação de fungicidas na cultura da soja. Como consequência tem-se doses mais corretas para realização de aplicação, resultando numa grande economia para produtores, lavouras com menos problemas fitossanitários e ambiente preservado por mais tempo.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental Capim Branco, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, localizada no município de Uberlândia – MG. Realizou-se a semeadura direta da cultivar de soja BRS Valiosa RR (ciclo médio) no dia 22/12/2007, utilizando-se espaçamento entre fileiras de 45 cm e 11 plantas por metro linear.

O ensaio foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial  $(4 \times 2) + 1$ : quatro composições de calda (calda sem e com a adição de três adjuvantes comerciais ao fungicida), dois tipos de ponta de pulverização (Standard e Anti-deriva) e um tratamento adicional que não recebeu fungicida (testemunha).

Foi utilizado um fungicida sistêmico composto pela mistura de azoxistrobina + ciproconazole ( $200 \text{ g L}^{-1} + 80 \text{ g L}^{-1}$ ), na dose de  $300 \text{ mL ha}^{-1}$  de produto comercial. A aplicação foi realizada utilizando-se um pulverizador costal de pressão constante ( $\text{CO}_2$ ), dotado de uma barra com quatro pontas espaçadas de 50 cm. Empregou-se a pressão de 200 kPa e a velocidade de deslocamento de aproximadamente  $4 \text{ km h}^{-1}$ , visando à obtenção do volume de pulverização de  $200 \text{ L ha}^{-1}$  para todos os tratamentos. A altura de aplicação em relação à cultura foi de 50 cm. O número e a necessidade de reaplicações foram determinados pelo estágio inicial em que foi detectada a doença e pelo residual do produto.

Foram realizadas três aplicações, em intervalos de aproximadamente 21 dias. A primeira aplicação foi realizada no estágio R<sub>1</sub> (55 DAS), estando a soja com fechamento de 90% da área. Nesse estágio, a soja apresentava severidade de 2% de ferrugem nas folhas do terço inferior da cultura. Na parte superior ainda não havia sintomas da doença. A segunda aplicação foi realizada no estágio R<sub>3</sub> (68 DAS) e a terceira, no estágio R<sub>6</sub> (98 DAS), ambas com fechamento total da cultura.

Foram aplicados três adjuvantes comerciais adicionados à calda, além de um tratamento somente com fungicida e uma testemunha sem aplicação. Os adjuvantes empregados foram: dodecil benzeno, combinado com  $172,5 \text{ g L}^{-1}$  de N e  $46,0 \text{ g L}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , fosfatidilcolina + ácido propiônico e nonil fenol etoxilado. O primeiro foi empregado na concentração de 50 mL para 100 litros de água, o segundo, 200 mL para 100 litros, e o terceiro, 100 mL para 100 litros de água, de acordo com as recomendações dos fabricantes. Os produtos são indicados como melhoradores da qualidade e eficiência das aplicações.

Foram utilizados dois tipos de pontas de pulverização hidráulicas de jato plano, fabricadas em poliacetal: Hypro ULD120-02 (Anti-deriva) e Hypro VP110-02 (Standard). A

primeira, em virtude da indução de ar, apresenta classe de gotas grossa e a segunda fina, a 200 kPa de pressão. As duas apresentam vazões nominais equivalentes.

A avaliação da eficácia dos tratamentos no controle da ferrugem da soja, considerando os quatro tipos de calda e os dois tipos de ponta, foi feita mediante a comparação da severidade da doença, da massa de 1000 grãos e da produtividade entre parcelas tratadas com fungicida e parcelas não-tratadas (testemunha). Também foi conduzido um estudo de deposição da calda de fungicida pulverizada, considerando as parcelas que receberam produto. Esse estudo foi realizado na terceira aplicação do fungicida.

#### a) Controle da ferrugem

Foram realizadas três avaliações de severidade da ferrugem: a primeira aos 68 DAE (Fase R<sub>3</sub>), a segunda, aos 80 DAE (Fase R<sub>4</sub>), e a terceira, aos 95 DAE (Fase R<sub>6</sub>). Para tal, utilizou-se a escala diagramática proposta por Godoy et al. (2006). Na avaliação, marcaram-se dez plantas, escolhidas ao acaso em cada parcela e, em cada planta, três folhas: uma na parte inferior, outra na parte intermediária e a terceira na parte superior da planta. As médias dessas avaliações constituíram a severidade média da doença.

Com os dados de severidade, determinou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Esta foi calculada pelo somatório das áreas trapezoidais.

A colheita foi realizada no dia 22/04/2008, sendo avaliada a massa de 1.000 grãos e a produtividade na área útil das parcelas experimentais, 9,0 m<sup>2</sup> (5m x 1,8 m), constituídas de quatro fileiras de cinco metros de comprimento. A massa dos grãos foi corrigida para o conteúdo de água de 13% (b.u.).

#### b) Deposição de gotas de pulverização no dossel da soja

Para a avaliação dos depósitos, foi utilizado um traçador composto do corante alimentício azul (catalogado internacionalmente pela “Food, Drug & Cosmetic” como FD&C Blue n.1). O corante foi utilizado, junto à calda, na concentração de 1500 mg L<sup>-1</sup>, para ser detectado por absorvância em espectrofotometria. Para tanto foi utilizado um espectrofotômetro (fotômetro fotoelétrico de filtro), com lâmpada de tungstênio-halogênio.

Após a pulverização, foram marcadas dez plantas ao acaso em cada parcela e, em cada planta, duas folhas foram coletadas: uma na parte superior e outra na parte inferior da planta. As folhas foram, então, agrupadas por posição na planta e colocadas em recipientes plásticos adicionando-se 100 mL de água destilada. Esses recipientes foram fechados e agitados por 30 s. Posteriormente, foi feita a quantificação da coloração por absorvância em 630 nm (faixa de

detecção do corante azul utilizado), com o uso do espectrofotômetro, conforme metodologia apresentada por Palladini (2005). As folhas tiveram sua área medida através do programa de análise de imagens “Image Tool”, após serem digitalizadas com resolução espacial de 600 dpi não interpolados, com cores em 24 bits.

Através das curvas de calibração, os dados de absorbância foram transformados para unidade de volume do traçador em relação à área foliar ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ ). Foi determinado o diferencial de deposição na posição superior e inferior.

Durante as aplicações do fungicida, foram monitoradas as condições ambientais de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento. Os dados de deposição foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro. Os dados de severidade de ferrugem, massa de 1000 grãos e produtividade foram submetidos à análise de variância, e as médias das parcelas tratadas com fungicidas foram comparadas entre si, utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, e com a testemunha, utilizando-se o teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura, a umidade relativa do ar e a velocidade do vento foram favoráveis durante as aplicações do fungicida: temperatura inferior a 29°C, umidade relativa superior a 62% e velocidade do vento entre 3 e 7 km h<sup>-1</sup>.

Na Tabela 1, apresentam-se as médias dos volumes estimados de calda retida nas partes superior e inferior do dossel da cultura da soja. Não houve interação entre pontas e adjuvantes, indicando a independência entre os dois fatores. Tanto na posição superior, como na inferior, não houve diferença significativa entre as médias do volume de calda retido na folhagem com os diferentes adjuvantes, mostrando não haver diferenças entre eles quanto à deposição. As diferentes pontas também não se diferiram nas duas posições analisadas.

**Tabela 1.** Volume de calda retido na folhagem da cultura da soja ( $\mu\text{L cm}^{-2}$  de folha) nas partes superior e inferior do dossel, após a aplicação de fungicida com a adição de diferentes adjuvantes e duas pontas de pulverização.

Adjuvante	Posição Superior			Posição Inferior		
	Ponta de jato plano Standard	Anti-deriva	Média	Ponta de jato plano Standard	Anti-deriva	Média
Dodecil benzeno	0,65	0,51	0,58a	0,31	0,15	0,23a
Fosfatidilcoline + ácido propiônico	1,13	0,84	0,99a	0,57	0,28	0,43a
Nonil fenol etoxilado	0,55	0,86	0,71a	0,18	0,34	0,26a
Sem adjuvante	1,00	0,73	0,87a	0,22	0,17	0,20a
Média	0,83A	0,74A		0,32A	0,24A	
CV(%)	11,78			15,88		

\* Médias seguidas por letras distintas maiúsculas, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste F, e a 5% pelo teste de Tukey, respectivamente.

Martins et al. (2005), avaliando o depósito de calda proporcionado em folhas de *Pistia stratiotes* com a utilização de diferentes concentrações do adjuvante aterbane, também não encontraram diferença entre os tratamentos utilizados, ou seja, o adjuvante não promoveu uma maior deposição em termos quantitativos. No entanto, Carbonari et al. (2005), estudando o efeito de surfactantes na deposição de calda em *Cynodon dactylon*, concluíram que a deposição de calda nas folhas foi menor quando da não adição de surfactante, independentemente da ponta de pulverização utilizada. Provavelmente, a diferença entre os resultados deve estar associada às diferentes arquitetura e morfologia das plantas analisadas.

A diferença de volume retido entre as posições superior e inferior do dossel em relação ao volume retido na posição superior (Tabela 2) dá indicação da uniformidade de deposição. Apesar de não ter havido diferença estatística entre os tratamentos avaliados, em todas as



situações ocorreu uma diferença entre as posições superior e inferior maior que 49,56%, o que indica baixa uniformidade de distribuição. Mesmo com a utilização dos adjuvantes e das diferentes pontas, o processo de pulverização não foi capaz de transpor a barreira imposta pelas folhas, o que permitiria uma quantidade de produto depositado na parte inferior similar à parte superior. Lan et al. (2007) comentam que a adição de adjuvantes pode alterar o desempenho das aplicações, no entanto seu efeito pode ser positivo ou até mesmo negativo no que se refere à deposição do produto no alvo.

**Tabela 2.** Diferença percentual de volume retido entre as posições superior e inferior do dossel da cultura da soja, em relação ao volume retido na posição superior, após a aplicação de fungicida com a adição de diferentes adjuvantes e duas pontas de pulverização.

Adjuvante	Diferença Percentual		Média
	Standard	Anti-deriva	
Dodecil benzeno	52,31	70,59	61,45a
Fosfatidilcolina + ácido propiônico	49,56	66,67	58,12a
Nonil fenol etoxilado	67,27	60,47	63,87a
Sem adjuvante	78,00	76,71	77,36a
Média	61,79A	68,61A	
CV(%)		18,7	

\* Médias seguidas por letras distintas maiúsculas, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste F, e a 5% pelo teste de Tukey, respectivamente.

Na Tabela 3, tem-se o resumo da análise de variância da área abaixo da curva de progresso da ferrugem, da massa de 1000 grãos e da produtividade da soja. Nota-se que, para a massa de 1000 grãos e produtividade, não houve diferença entre pontas e adjuvantes. Houve diferença apenas entre as parcelas tratadas e não-tratadas (Tabela 4). Todos os tratamentos que receberam o fungicida superaram a testemunha, indicando que o controle da doença foi realizado de forma eficiente pelo produto.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância da produtividade da soja, da massa de 1000 grãos e dos dados de área abaixo da curva de progresso (AACP) da ferrugem, em função da aplicação de fungicida com diferentes adjuvantes e pontas de pulverização.

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio da AACP da Ferrugem*	Quadrado Médio da massa de 1000 grãos*	Quadrado Médio da Produtividade*
Ponta	1	Significativo	Não significativo	Não significativo
Adjuvante	3	Significativo	Não significativo	Não significativo
Ponta x adjuvante	3	Significativo	Não significativo	Não significativo
Fatorial x Testemunha	1	Significativo	Significativo	Significativo
CV (%)		27,1	5,7	12,8

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

**Tabela 4.** Efeito do tipo de ponta de pulverização e da adição de adjuvante à calda, utilizados na aplicação de fungicida, na área abaixo da curva de progresso (AACP) da ferrugem, na massa de 1000 grãos e na produtividade da soja.

Tratamento		AACP da Ferrugem	Massa de 1000 grãos (g)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Adjuvante	Ponta			
Dodecil benzeno	Standard	1111,27*	146,01*	2513,25*
Fosfatidilcoline + ácido propiônico	Standard	815,30*	146,49*	2836,38*
Nonil fenol etoxilado	Standard	1263,04*	144,36*	2468,60*
Sem adjuvante	Standard	848,08*	147,57*	2710,75*
Dodecil benzeno	Anti-deriva	1045,68*	151,93*	2887,23*
Fosfatidilcoline + ácido propiônico	Anti-deriva	1160,14*	153,89*	3123,70*
Nonil fenol etoxilado	Anti-deriva	1183,24*	151,75*	2736,35*
Sem adjuvante	Anti-deriva	1974,71*	144,59*	2552,90*
Testemunha		2358,98	114,62	711,85

As médias seguidas por um asterisco diferem significativamente da testemunha, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

Cunha et al. (2008), avaliando o efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem asiática da soja, também não encontraram diferença entre pontas de pulverização empregadas na aplicação de fungicida na produtividade da cultura da soja. O fato de se trabalhar com fungicida sistêmico e em condições climáticas favoráveis durante as aplicações, também deve ter corroborado com os resultados apresentados.

Com relação à AACP da ferrugem, percebe-se que houve diferença entre pontas e entre adjuvantes. A severidade de ferrugem foi inferior à testemunha em todas as parcelas que receberam fungicida. A pulverização impediu o avanço acentuado da doença em todas as parcelas, evidenciando que o controle da ferrugem foi necessário, independente do uso ou não do adjuvante e do tipo de ponta. O controle da doença resultou em maior área foliar verde remanescente, com conseqüente manutenção do potencial produtivo (Tabela 4).

Nota-se que a interação entre pontas e adjuvantes foi significativa, indicando a dependência entre os dois fatores (Tabela 5). Nas parcelas em que houve adição de adjuvante à calda, a aplicação com as duas pontas não se diferenciou, no entanto, sem a adição do adjuvante, a ponta de jato plano padrão, que produz espectro de gotas fino, proporcionou melhor controle da ferrugem em comparação a ponta de jato plano com indução de ar. Com relação ao uso dos adjuvantes, não houve diferença entre eles em relação às pontas testadas. Contudo, quando a ponta de indução de ar foi utilizada, a adição dos três adjuvantes mostrou-se efetiva para reduzir a AACP da ferrugem.

**Tabela 5.** Área abaixo da curva de progresso (AACP) da ferrugem na cultura da soja, obtida após a aplicação de fungicida com a adição de diferentes adjuvantes e duas pontas de pulverização.

Adjuvante	AACP da Ferrugem		Média
	Ponta de jato plano		
	Standard	Anti-deriva	
Dodecil benzeno	1111,27aA	1045,68aA	1078,47
Fosfatidilcoline + ácido propiônico	815,30aA	1160,14aA	987,72
Nonil fenol etoxilado	1263,04aA	1183,24aA	1223,14
Sem adjuvante	848,08aA	1974,71bB	1411,39
Média	1009,42	1340,94	

\* Médias seguidas por letras distintas maiúsculas, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste F, e a 5% pelo teste de Tukey, respectivamente.

Segundo Stainier et al. (2006), as propriedades físicas da calda podem interagir com o tipo de ponta utilizada, promovendo a formação do jato de maneira singular para cada situação. Isso pode explicar a existência de resultados diferentes entre as pontas, com relação ao uso do adjuvante.

A utilização de adjuvantes pode ter vários objetivos. Neste trabalho, foi avaliada a deposição, a massa de 1000 grãos, a produtividade e o controle da ferrugem asiática, em condições adequadas de aplicação, incluindo temperatura do ar, umidade e velocidade do vento. Contudo, outros fatores como redução de deriva, redução de tensão superficial, aumento da velocidade de absorção e compatibilização de fases poderiam justificar o emprego desses produtos.

## 5 CONCLUSÕES

A deposição da calda fungicida nas partes superior e inferior da cultura da soja e a produtividade não foram influenciadas pela adição de adjuvante à calda e pela ponta de pulverização empregada. A cobertura proporcionada na parte superior do dossel da soja nas diferentes condições avaliadas foi, em média, 65% superior à obtida na posição inferior, indicando grande desuniformidade. O emprego dos adjuvantes testados reduziu a severidade da ferrugem, em comparação às parcelas com aplicação somente de fungicida, quando se utilizaram pontas de jato plano com indução de ar. No entanto, essa diferença não foi suficiente para influenciar a produtividade.

## REFERÊNCIAS

ANTUNIASSI, U.R.; CAMARGO, T.V.; BONELLI, M.A.P.O.; ROMAGNOLE, E.W.C. Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2004, p.48-51.

AZEVEDO, L. A. S. **Proteção integrada de plantas com fungicidas**. São Paulo, 2001. 230p.

CARBONARI, C.A.; MARTINS, D.; MARCHI, S.R.; CARDOSO, L.R. Efeito de surfactantes e pontas de pulverização na deposição de calda de pulverização em plantas de grama-seda. **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.4, 2005, p.725-729.

CHOW, P.N.P. Adjuvants in spray formulation in relation to foliar application of herbicides. In: MATTHEWS, G.A.; HISLOP, E.C.(Ed.). **Application technology for crop protection**. Wallingford: CAB, 1993, p.291-304.

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle**. São Paulo: Teejet, 1999, p.15.

**Conheça a ferrugem**. Disponível em: < <http://www.consorcioantiferrugem.net> >. Acesso em: 16 fev. 2008.

COSTA, J.C.B., BEZERRA, J.L., VELOSO, J.L.M., NIELLA, G.R.; BASTOS, C.N. Controle biológico da vassoura-de-bruxa do cacauero. In: VERNON, M., PAULA JR., T.J.; PALLINI, A. (Ed.). **Tecnologias alternativas para o controle de pragas e doenças**. Viçosa MG. EPAMIG. 2006, p. 25-47.

CUNHA, J.P.A.R.; MOURA, E.A.C.; SILVA JÚNIOR, J.L.; ZAGO, F.A.; JULIATTI, F.C. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.283-291, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja**. Paraná 2004. Londrina: Empraba Soja, 2004. Disponível em: < <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosojaPR/index.htm> >. Acesso em: 21 jan. 2008.

FAGLIARI, J.R.; SHIRATA, F.J.; MENDES, M. Efeito da adição de Answer Top FB a fungicidas utilizados para o controle químico de doenças foliares na cultura do trigo. In SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3. 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2004. p.128-131.

GHINI, R. **Resistência de fungos a fungicidas**. Disponível em: < [http://www.fesbe.org.br/v3/index.php?page=informacoes/ler&tipo=informacao\\_a&id=15](http://www.fesbe.org.br/v3/index.php?page=informacoes/ler&tipo=informacao_a&id=15) >. Acesso em: 11 fev. 2008.

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

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia**. Vol. 2 - Doenças das Plantas Cultivadas. 4ª ed. Piracicaba: Ceres, 2005. 663p.

LAN, Y.; HOFFMANN, W.C.; FRITZ, B.K.; MARTIN, D.E.; LOPEZ, L.A. **Drift reduction with drift control adjuvants**. St. Joseph, ASABE, 2007. 14p. (paper n. 071060).

MARTINS, D.; TERRA, M.A.; CARBONARI, C.A.; NEGRISOLI, E.; CARDOSO, L.R.; TOFOLI, G.R. Efeito de diferentes concentrações de aterbane na deposição de calda em plantas de *Pistia stratiotes*. **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.2, p.343-348, 2005.

PALLADINI, L.A.; RAETANO, C.G.; VELINI, E.D. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.62, n.5, p.440-445, 2005.

PIVONIA, S.; YANG, X. B. Assessment of the potential year-round establishment of soybean rust throughout the world. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 88, p. 523-529, 2004.

ROBERTS, J.R. A review of the methodology employed in the laboratory evaluation of spray adjuvants. In: FOY, C. L. (ed.) **Adjuvants for agrochemicals**. Boca Raton: CRC Press, 1992, p.503-512.

**Soja**. Disponível em: < <http://www.biodieselbr.com/plantas/soja/soja.htm> >. Acesso em: 12 fev. 2008.

STAINIER, C.; DESTAIN, M.F.; SCHIFFERS, B.; LEBEAU, F. Droplet size spectra and drift effect of two phenmdipham formulation and four adjuvant mixtures. **Crop Protection**, London, v.25, p.1238-1243, 2006.

TEIXEIRA, M.M. **Influencia del volumen de caldo y de la uniformidad de distribución transversal sobre la eficacia de la pulverización hidráulica**. 1997. 310f. Tese (Doutorado em Engenharia Rural) - Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1997.

TEWARI, V. K.; MURALIKRISHNA, R. V. S.; PANDYA, A. C. **Performance evaluation and computer aided design of valve type hollow cone nozzles**. St. Joseph: ASAE, 1998.15p. (ASAE Paper n.98-1025).

YORINORI, J. T. Country report and rust control strategies in Brazil. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguaçu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soja, 2004. p. 447-455.

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; HARTMAN, G. E.; GODOY, C. V.; NUNES JUNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 89, p. 675-677, 2005.