

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

**RENATO AUGUSTO DE MORAIS SILVA**

**PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E VOLUME DE APLICAÇÃO NO CONTROLE DE  
FERRUGEM ASIÁTICA (*Phakopsora pachyrhizi*) DA SOJA**

**Uberlândia - MG  
Outubro – 2010**

**RENATO AUGUSTO DE MORAIS SILVA**

**PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E VOLUME DE APLICAÇÃO NO CONTROLE DE  
FERRUGEM ASIÁTICA (*Phakopsora pachyrhizi*) DA 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 Arantes Rodrigues da Cunha

**Uberlândia - MG  
Outubro – 2010**

**RENATO AUGUSTO DE MORAIS SILVA**

**PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E VOLUME DE APLICAÇÃO NO CONTROLE DE  
FERRUGEM ASIÁTICA (*Phakopsora pachyrhizi*) DA SOJA**

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

Aprovado pela banca examinadora em 06 de outubro de 2010.

Prof. Dr. Marcus Vinícius Sampaio  
Membro da Banca

Eng<sup>a</sup>. Agr<sup>a</sup> Mariana Rodrigues Bueno  
Membro da banca

---

Prof. Dr. João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha  
Orientador

## RESUMO

A correta aplicação de fungicida pode auxiliar a eficácia de controle das doenças da cultura da soja. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes tipos de pontas de pulverização e volumes de aplicação no controle das doenças fúngicas da soja, em especial da ferrugem asiática, e na deposição de calda sobre a cultura. O ensaio foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial (4x2): quatro pontas de pulverização (jato plano defletor, jato plano defletor duplo, corpo duplo com duas pontas de jato plano defletor e ponta de jato cônico vazio) e dois volumes de pulverização (130 e 200 L ha<sup>-1</sup>). Avaliou-se o controle da ferrugem através da severidade de ferrugem e área abaixo da curva de progresso da doença e ainda a deposição de calda no dossel da soja por meio da técnica de espectrofotometria. De acordo com os resultados pode-se concluir que o volume de aplicação não influenciou o controle da ferrugem asiática da soja. A ponta de jato plano defletor proporcionou bom controle da ferrugem, no entanto, a uniformidade de distribuição do fungicida foi baixa. É preciso buscar estratégias que incrementem essa deposição, principalmente na parte inferior da cultura. O volume de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup> proporcionou maior cobertura das folhas do que o volume de 130 L ha<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, pulverizadores, tecnologia de aplicação.

## SUMÁRIO

|   |                        |    |
|---|------------------------|----|
| 1 | INTRODUÇÃO             | 5  |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA  | 6  |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS     | 10 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 13 |
| 5 | CONCLUSÕES             | 18 |
|   | REFERÊNCIAS            | 19 |

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max*) tem sido, tradicionalmente caracterizada como segmento de grande importância no setor agrícola brasileiro. A atividade está comumente associada a grandes plantações e ao emprego de alta tecnologia. Ademais, muito se tem falado, nos últimos anos, sobre a importância da soja na alimentação humana. Sabe-se que ela é altamente nutritiva e de ótima digestibilidade: possui alto teor de proteínas, gorduras e elementos minerais, tais como o cálcio, ferro e fósforo.

A cultura da soja é susceptível a várias doenças que podem até mesmo inviabilizar o seu cultivo. Dentre elas, atualmente, a ferrugem asiática e o mofo-branco vem se destacando. Entretanto, muita importância tem sido dada à escolha do defensivo utilizado no seu controle, em contraposição a valorização da tecnologia de aplicação, o que tem causado preocupação em diversos segmentos da sociedade em virtude do potencial de risco ao meio ambiente.

Alternativas têm sido buscadas através da tecnologia de aplicação como, a redução do volume de calda e na busca de pontas de pulverização com maior eficiência em atingir o alvo desejado, reduzindo a deriva de produto. Essas alternativas buscam em conjunto diminuir os efeitos nocivos ao meio ambiente e ainda aumentar a eficiência de trabalho resultando em menores custos para os produtores.

Cada vez mais se exige do produtor rural a utilização correta e criteriosa desses insumos. Entretanto, o que se vê no campo é a falta de informação em torno da tecnologia de aplicação. As aplicações podem, muitas vezes, produzir o efeito desejado, porém de forma ineficiente, porque não se utilizou a melhor técnica ou equipamento, que determinaria o emprego de menor quantidade de ingrediente ativo na obtenção dos mesmos resultados.

Assim, alternativas e informações acerca da tecnologia de aplicação que envolve os vários processos de aplicação devem ser buscadas, a fim de gerar conhecimento prático a serem utilizados diretamente no campo.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes tipos de pontas de pulverização e volumes de calda no controle das doenças fúngicas da soja, em especial da ferrugem asiática, e na deposição de calda sobre a cultura.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

No Brasil a produtividade média da cultura da soja encontra-se próxima de 2.800 kg ha<sup>-1</sup>. Sabe-se, no entanto, que a cultura apresenta potencial produtivo superior a esse valor. Uma das razões desses problemas é a ocorrência de doenças. A cultura é suscetível a várias doenças, que podem, até mesmo, inviabilizar determinadas áreas para o cultivo (FNP, 2000).

Na atualidade, o maior problema enfrentado pelos produtores da oleaginosa é a ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*. A infecção causa rápido amarelecimento ou bronzeamento e queda prematura das folhas. A rápida desfolha, enquanto as vagens ainda estão verdes, pode diminuir o ciclo da cultivar, forçando a maturação antes de completar o enchimento dos grãos. As perdas são muito grandes. No Brasil, na safra 2004/2005, as perdas variaram, em média, de 10% a 50%.

Uma alternativa para contornar o problema é a aplicação de defensivos agrícolas. Os fungicidas diminuem a severidade das doenças e podem aumentar o rendimento da cultura (DUDIENAS et al., 1990).

Dentre as diferentes técnicas de aplicação de defensivos disponíveis, as que se baseiam na pulverização hidráulica são as mais difundidas, graças à flexibilidade que oferecem em distintas aplicações (TEIXEIRA, 1997).

Existem vários tipos de pulverizadores hidráulicos, que vão desde os mais simples, do tipo costal, utilizado em pequenas áreas; até os equipamentos mais sofisticados, como os pulverizadores de barra autopropelidos. Nesses equipamentos, as pontas de pulverização representam, sem dúvida, um dos principais componentes. Segundo Sidahmed (1998), as pontas têm como funções: fragmentar o líquido em pequenas gotas, distribuir as gotas em uma determinada área e controlar a saída de líquido por unidade de área.

Os defensivos agrícolas, embora desempenhem um papel de fundamental importância dentro do sistema de produção agrícola vigente, têm sido alvo de crescente preocupação por parte dos diversos segmentos da sociedade, em virtude de seu potencial de risco ambiental (BARCELLOS et al., 1998). Cada vez mais se exige do produtor rural a utilização correta e criteriosa desses insumos. Entretanto, o que se vê no campo é a falta de informação em torno da tecnologia de aplicação. As aplicações podem, muitas vezes, produzir o efeito desejado, porém de forma ineficiente, porque não se utilizou da melhor técnica ou equipamento, que determinaria o emprego de menor quantidade de ingrediente ativo na obtenção dos mesmos

resultados. Na prática, a dose de defensivo empregada é muito superior à requerida (FERNANDES, 1997).

O objetivo de uma aplicação de defensivo agrícola é colocar o produto no alvo desejado, seja ele, uma folha, um fungo ou um inseto. Nas décadas passadas, pouca atenção se dava à uniformidade de distribuição durante as aplicações de produtos fitossanitários, pois o que interessava era molhar bem a cultura, o que se conseguia mediante um volume de calda bastante alto (CARRERO, 1996).

Atualmente, entretanto, existe uma tendência em reduzir o volume de calda, visando reduzir os custos e aumentar a eficiência da pulverização (SILVA, 1999). O uso de menor volume de calda aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores e diminui os riscos de contaminação ambiental, pois reduz o escoamento e, em muitos casos, a evaporação e a deriva. Com o incremento da capacidade operacional, a máquina passa a pulverizar áreas maiores no período de tempo com boas condições de temperatura, umidade e velocidade do vento (CHRISTOFOLETTI, 1999). Essa redução de volume de pulverização requer, no entanto, um aprimoramento da tecnologia de aplicação empregada no campo.

Os trabalhos pioneiros com essa nova técnica foram desenvolvidos para a aplicação de herbicidas. Depois de constatada sua eficiência, estuda-se a possibilidade de utilizá-la também para a aplicação de outros defensivos. A dificuldade está associada, principalmente, ao uso de pontas de jato plano, já que, até então, a pesquisa recomendava pontas de jato cônico para a aplicação de fungicidas, que permitiam uma melhor penetração do jorro pulverizado na cultura e, com isso, melhor controle de doenças no dossel das plantas (MÁRQUEZ, 1997).

Segundo Salyani (1999), a redução do orifício de saída das pontas, para se obter menor volume de pulverização, aumenta o risco de deriva, em virtude da diminuição do tamanho das gotas geradas. O problema se agrava quando se leva em conta que pontas de jato cônico, por trabalharem submetidas a pressões mais elevadas do que as pontas de jato plano, tendem a produzir menor diâmetro de gotas e, com isso, maior possibilidade de contaminação ambiental (SRIVASTAVA et al., 1994). Nesse caso, uma maneira simples de reduzir a deriva se dá por meio do aumento do diâmetro das gotas e da redução da proporção de gotas menores que 100 µm, pelo uso de pontas de jato plano (JENSEN et al., 2001). De forma geral, gotas menores são biologicamente mais eficazes, porém pouco seguras ambientalmente. Assim, há a necessidade de estudos que viabilizem e otimizem a redução de volume de pulverização nas aplicações de fungicidas, permitindo a utilização de pontas e volumes de calda adequados e sem ocorrência de deriva (SILVA, 1999).

As pontas de jato plano duplo ainda são pouco conhecidas no Brasil, no entanto, apresentam potencial grande para aplicação de fungicidas. Produzem espectro de gotas que propicia menor potencial de deriva do que as pontas de jato cônico e, ao mesmo tempo, apresentam uma melhor cobertura do alvo do que as pontas de jato plano standard. Recentemente foram introduzidas no mercado, também, as pontas de jato plano duplo com indução de ar, com o objetivo de minimizar ainda mais o problema de deriva.

Outra novidade no mercado brasileiro, a partir do ano de 2005, foi a comercialização de pontas de jato cônico vazio com indução de ar. Sua aplicabilidade para fungicidas em culturas anuais ainda é desconhecida. Na Europa, os estudos com este tipo de ponta ainda se restringem às plantas arbustivas. É preciso verificar se será possível obter boa uniformidade de distribuição juntamente com a redução do potencial de deriva das gotas geradas.

Um fator determinante nas aplicações a baixo volume é a uniformidade de aplicação. A redução do volume de calda somente é possível quando se dispõem de pontas de pulverização que propiciem uma distribuição transversal uniforme e um espectro de gotas uniforme e de tamanho adequado. Uma cobertura homogênea pressupõe uma distribuição uniforme, caracterizada por baixos coeficientes de variação da distribuição volumétrica superficial, tanto no sentido longitudinal, como transversal. Essa uniformidade transversal depende da ponta utilizada, da sobreposição dos jatos e da posição da barra portabicos em relação ao plano de tratamento (BARTHELEMY, 1990).

Os resultados das pulverizações nas lavouras podem ser altamente variáveis. O grau de sucesso geralmente é determinado pela quantidade e uniformidade da cobertura. A eficácia do tratamento depende não somente da quantidade de material depositado sobre a vegetação, mas também da uniformidade de cobertura do alvo (MCNICHOL et al., 1997). Para a avaliação em campo dos tratamentos fitossanitários, adotam-se critérios baseados na análise de distribuição do produto sobre a cultura.

Os métodos usuais são baseados em análise visual, mensuração ótica e análises químicas (SALYANI; WHITNEY, 1988). A análise visual é um método rápido e fácil, entretanto, de pouca precisão. Já os métodos que envolvem análises químicas e analisadores de imagens são mais precisos. Dentre os métodos modernos de análise, a espectrometria ocupa um lugar de destaque, devido à facilidade em determinar quantidades diminutas de substâncias (VOGEL, 1992).

Estudos têm sido feitos analisando-se os padrões de deposição de pulverizações, indicando grande variabilidade de deposição dos defensivos agrícolas ao longo das lavouras, diminuindo a eficácia dos tratamentos (COATES; PALUMBO, 1997; GUPTA; DUC, 1996;

PERGHER et al., 1997). De maneira geral, a deposição diminui nas partes mais baixas e internas do dossel das culturas. No caso de fungicidas, essa desuniformidade ocasiona um controle ineficaz das doenças, principalmente para fungicidas de contato. Estes requerem uma cobertura uniforme de toda a planta.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado na fazenda Capim Branco de propriedade da Universidade Federal de Uberlândia na cidade de Uberlândia – MG.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial  $(4 \times 2) + 1$ , utilizando-se a cultivar de soja BRS Valiosa RR (ciclo médio), com espaçamento de semeadura entre fileiras de 0,45 m e 11 plantas por metro linear, em sistema de semeadura direta. Foram avaliados quatro tipos de ponta de pulverização jato plano defletor (TT 110 – 02), jato plano defletor duplo (TTJ 60 110 – 02), corpo duplo com duas pontas de jato plano defletor QJ90 – (2XTT 110 – 01) e jato cônico vazio (MAG 2), e dois volumes de aplicação para a aplicação do fungicida (130 e 200 L ha<sup>-1</sup>). Além disso, foi avaliado um tratamento adicional sem o recebimento de fungicida (Tabela 1).

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos a serem avaliados

| <b>Tratamento</b> | <b>Tipo de Ponta</b> | <b>Dose de Fungicida<br/>(mL ha<sup>-1</sup>)</b> | <b>Volume de calda<br/>(L ha<sup>-1</sup>)</b> |
|-------------------|----------------------|---|--|
| 1                 | TT 110 – 02          | 300   | 130  |
| 2                 | TT 110 – 02          |   | 200  |
| 3                 | TTJ 60 110 – 02      | 300   | 130  |
| 4                 | TTJ 60 110 – 02      |   | 200  |
| 5                 | QJ90 – 2XTT 110 – 01 | 300   | 130  |
| 6                 | QJ90 – 2XTT 110 – 01 |   | 200  |
| 7                 | Cone vazio MAG 2     | 300   | 130  |
| 8                 | Cone vazio MAG 2     |   | 200  |
| 9*                | -                    | -   | -  |

\*Testemunha: sem aplicação de fungicida.

Foi utilizado o fungicida sistêmico composto pela mistura de azoxystrobina + ciproconazole (200 g L<sup>-1</sup> + 80 g L<sup>-1</sup>), na dose de 300 mL ha<sup>-1</sup>, sendo a primeira aplicação realizada após a constatação dos sintomas iniciais de doenças. O número e a necessidade de reaplicações foram determinados pelo estágio inicial em que foi detectada a presença de ferrugem e pelo residual do produto. O produto foi aplicado utilizando-se um pulverizador costal de pressão constante (CO<sub>2</sub>), dotado de uma barra com disposição simultânea de quatro

pontas espaçadas de 50 cm. Foi mantida a altura da barra em relação à cultura recomendada pelo fabricante das pontas. A vazão das pontas e a velocidade de aplicação foram determinadas de forma a se obter um volume de aplicação de 130 e 200 L ha<sup>-1</sup> ( 200 KPa e 6 km h<sup>-1</sup> e 200 KPa e 4 km h<sup>-1</sup>, respectivamente para MAG 2 e cone vazio 400 KPa e 3,8 km h<sup>-1</sup> e 400 KPa e 6 km h<sup>-1</sup>).

A dimensão da parcela experimental foi de 9 m<sup>2</sup> (5 x 1,8 m), sendo constituída de quatro fileiras de cinco metros de comprimento. Durante as aplicações do fungicida, foram monitoradas as condições ambientais de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento.

A colheita foi realizada aos 122 DAE, sendo avaliada a massa de 1000 grãos e a produtividade, corrigidas para o conteúdo de água de 13% (base umida).

Durante a execução dos ensaios de campo, realizaram-se as seguintes avaliações:

a) Controle das doenças fúngicas

As seguintes variáveis foram avaliadas na eficácia do fungicida no controle de doenças da soja: severidade de doenças e produtividade.

Foram realizadas três avaliações de severidade da ferrugem, a primeira aos 68 DAE (Estádio R<sub>3</sub>), a segunda, aos 80 DAE (Estádio R<sub>4</sub>), e a terceira, aos 95 DAE (Estádio 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 das avaliações constituíram a severidade média da doença.

Com dados da severidade média da doença, obteve a área abaixo da curva de progresso da doença, pela (AACPD), através da somatória das áreas trapezoidais.

b) Deposição de gotas de pulverização no dossel da soja

A avaliação da distribuição de fungicida sobre a cultura da soja foi feita após a terceira aplicação (estádio R<sub>6</sub>) por meio da quantificação de um traçador, adicionado a calda de aplicação, analisando a deposição em folhas da parte superior e inferior da planta. A deposição de fungicida, na parte superior foi comparada com a deposição na parte inferior da planta. Da mesma forma, a deposição de fungicida fora comparada com utilização das diferentes pontas de pulverização e os dois volumes de aplicação (130 L ha<sup>-1</sup> e 200 L ha<sup>-1</sup>).

A avaliação dos depósitos de fungicida sobre o dossel da planta foi feito com um traçador composto do corante alimentício azul (catalogado internacionalmente pela “Food, Drug & Cosmetic” como FD&C Blue n.1) e um emulsionante para facilitar a diluição em água. O corante foi utilizado na concentração de  $1.000 \text{ g ha}^{-1}$ , para ser detectado por absorvância em espectrofotometria. Para tanto, utilizou-se um espectrofotômetro (fotômetro fotoelétrico de filtro), com lâmpada de tungstênio-halogênio.

Após a pulverização foram marcadas dez plantas, escolhidas ao acaso em cada parcela e, em cada planta, duas folhas foram coletadas: uma na parte superior e uma 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, realizou-se a quantificação da coloração por absorvância em 630 nm (faixa de detecção do corante azul utilizado), com o uso do espectrofotômetro (DERKSEN e SANDERSON, 1996). A área das folhas foi medida através do programa de análise de imagens “Image Tool”.

Com o uso das curvas de calibração, obtida por meio de soluções-padrão, os dados de absorvância foram transformados em concentração ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e, de posse da concentração inicial da calda e do volume de diluição das amostras, determinou-se o volume retido no alvo; procedeu-se, então, à divisão do depósito total pela área foliar de remoção obtendo-se, assim, a quantidade em  $\mu\text{L cm}^{-2}$  de folha.

Os dados de deposição foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de significância. 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, quando pertinente, foram comparadas entre si, utilizando-se o teste de Tukey a 5% de significância, e com a testemunha, utilizando-se o teste de Dunnett a 5% de significância. Empregou-se o programa computacional estatístico SAEG 9.0.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante as aplicações as condições de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, foram favoráveis, sendo que a temperatura se manteve abaixo dos 29° C, umidade relativa do ar acima de 62% e velocidade do vento abaixo de 7 km h<sup>-1</sup>.

No Tabela 2, é apresentado o volume de calda retido nas partes superior e inferior do dossel da soja, após a aplicação do fungicida com diferentes pontas de pulverização, em dois volumes de aplicação. A interação entre os fatores ponta e volume não foi significativa, indicando a independência entre eles. Na posição superior e inferior não houve diferença entre as quatro pontas avaliadas, no entanto, o volume de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup> proporcionou maior deposição de calda.

**Tabela 2.** 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 diferentes pontas de pulverização, em dois volumes de aplicação

| Ponta               | Posição superior                             |                   |        | Posição inferior                             |                   |        |
|---------------------|--|-------------------|--------|--|-------------------|--------|
|                     | Volume de aplicação<br>(L ha <sup>-1</sup> ) |                   | Média  | Volume de aplicação<br>(L ha <sup>-1</sup> ) |                   | Média  |
|                     | 200  | 130               |        | 200  | 130               |        |
| TT 110-02           | 1,12   | 0,70              | 0,91 a | 0,85   | 0,29              | 0,57 a |
| TTJ 110-02          | 0,91   | 0,74              | 0,83 a | 0,45   | 0,38              | 0,42 a |
| QJ90-<br>2XTT110-01 | 1,06   | 0,85              | 0,96 a | 0,79   | 0,52              | 0,66 a |
| MAG 2               | 1,13   | 0,92              | 1,03 a | 0,50   | 0,43              | 0,47 a |
| Média               | 1,06 <sup>a</sup>                            | 0,80 <sup>B</sup> |        | 0,65 <sup>A</sup>                            | 0,41 <sup>B</sup> |        |
| CV (%)              |  | 8,9               |        |  | 12,9              |        |

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

Antuniassi et al. (2004) e Cunha et al. (2006), avaliando a deposição promovida por diferentes pontas, constataram maior cobertura do dossel da cultura da soja quando se empregaram pontas com tamanho de gota menor do que as geradas por pontas com indução de ar. Essas promoveram baixa cobertura do alvo em virtude da dificuldade de penetração no dossel pelas gotas grossas.

Ainda de acordo com Cunha et al. (2006), também foi encontrado maior retenção de calda na parte inferior do dossel com volume de calda de 160 L ha<sup>-1</sup>, quando comparado ao volume de 115 L ha<sup>-1</sup>. Espera-se que o incremento do volume de aplicação propicie aumento

do volume de calda retido até certo ponto, a partir do qual a superfície não mais retém o líquido, passando a ocorrer o escorrimento, o que não é desejável.

Na Tabela 3, é mostrada a 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. Esse dado indica a uniformidade de deposição da calda entre as duas posições analisadas. Não houve diferença significativa entre pontas e volumes de calda. A deposição na parte superior foi, em média, 44% superior à parte inferior, o que indica uma alta desuniformidade de distribuição.

Cunha et al. (2006) encontraram uma diferença de deposição de pulverização entre a parte superior e inferior da soja de 49%. Segundo os autores, o ideal seria que não existisse esta diferença, ou que ela fosse bastante reduzida, o que asseguraria uma aplicação mais eficiente. Contudo, não há um valor limite que separe uma deposição uniforme de uma desuniforme.

**Tabela 3.** 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 diferentes pontas de pulverização, em dois volumes de aplicação

| Ponta           | Diferença percentual                      |        | Média   |
|-----------------|---|--------|---------|
|                 | Volume de aplicação (L ha <sup>-1</sup> ) |        |         |
|                 | 200                                       | 130    |         |
| TT 110-02       | 24,11                                     | 58,57  | 41,34 a |
| TTJ 110-02      | 50,55                                     | 48,65  | 49,60 a |
| QJ90-2XTT110-01 | 25,47                                     | 38,82  | 32,15 a |
| MAG 2           | 55,75                                     | 53,26  | 54,51 a |
| Média           | 38,97 <sup>a</sup>                        | 49,83A |         |
| CV (%)          | 16,6                                      |        |         |

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

As diversas pontas empregadas tiveram dificuldade em promover a transposição da barreira imposta pelas folhas ao jato de pulverização. Nem mesmo a ponta de jato cônico vazio, que apresenta espectro de gotas muito fino, foi capaz de reduzir essa diferença de deposição, o que demonstra que tecnologias como a assistência de ar na barra ou a energização das gotas (pulverização eletrostática) devem ser estudadas para melhorar a eficiência das aplicações.

Boschini et al. (2008) também mostraram que as deposições de calda ocorridas no terço inferior da cultivar de soja CD 202 foram significativamente inferiores às obtidas no terço superior, independentemente da ponta e da vazão utilizada.

Na Tabela 4, tem-se o 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 pontas e volumes de calda. Com relação a pontas e volumes, nota-se que apenas para a fonte de variação ponta, considerando a AACP da ferrugem, houve significância do quadrado médio. Para as demais variáveis, não houve significância, o que mostra que a produtividade e a massa de 1000 grãos não foram influenciadas pela variação das pontas e volumes empregados.

**Tabela 4.** 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 pontas e volumes de calda

| <b>Fontes de variação</b> | <b>GL</b> | <b>AACP da ferrugem</b> | <b>Massa de 1000 grãos</b> | <b>Produtividade</b> |
|---------------------------|-----------|-------------------------|----------------------------|----------------------|
| Pontas                    | 3         | *                       | ns                         | ns                   |
| Volume                    | 1         | ns                      | ns                         | ns                   |
| Volume x Ponta            | 3         | ns                      | ns                         | ns                   |
| Fatorial x Testemunha     | 1         | *                       | *                          | *                    |
| <b>CV (%)</b>             |           | <b>21,69</b>            | <b>7,04</b>                | <b>14,46</b>         |

\*Quadrado médio significativo a 5% de significância, pelo teste F. ns – não significativo.

Na Tabela 5, tem-se a comparação entre os tratamentos que receberam fungicida e a testemunha. A AACP da ferrugem nas parcelas tratadas foi inferior à obtida na testemunha, bem como a massa de 1000 grãos e a produtividade foram superiores também em relação a testemunha. Isso mostra que houve controle da ferrugem com fungicida empregado nas condições avaliadas.

**Tabela 5.** Efeito do tipo de ponta de pulverização e do volume de calda, utilizados na aplicação de fungicida, na área abaixo da curva de progresso (AACP) da ferrugem e na produtividade da soja

| Tratamento      |   | AACP da Ferrugem | Massa de 1000 grãos (g) | Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) |
|-----------------|---|------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| Ponta           | Volume de aplicação (L ha <sup>-1</sup> ) |                  |                         |                                      |
| TT 110-02       | 200                                       | 867,95*          | 139,97*                 | 2034,71*                             |
| TTJ 110-02      | 200                                       | 1334,95*         | 135,76*                 | 2279,73*                             |
| QJ90-2XTT110-01 | 200                                       | 1008,45*         | 140,93*                 | 2136,78*                             |
| MAG 2           | 200                                       | 1256,77*         | 134,54*                 | 2318,48*                             |
| TT 110-02       | 130                                       | 731,76*          | 139,90*                 | 2582,26*                             |
| TTJ 110-02      | 130                                       | 1127,03*         | 136,68*                 | 2500,94*                             |
| QJ90-2XTT110-01 | 130                                       | 643,16*          | 148,03*                 | 2907,12*                             |
| MAG 2           | 130                                       | 1166,99*         | 128,08*                 | 2274,93*                             |
| Testemunha      |   | 1755,58          | 115,72                  | 733,96                               |

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

Em média, a produtividade das parcelas tratadas foi 224% superior à obtida na testemunha. Fungicidas do grupo das estrobirulinas e ciproconazoles têm sido utilizados com êxito para o controle da ferrugem asiática (NAVARINI et al., 2007). A alta severidade de ferrugem ainda no estágio vegetativo provocou queda prematura das folhas, diminuindo a área foliar para fotossíntese, com conseqüente redução de produtividade.

Na Tabela 6, é mostrado o efeito do volume e das pontas de pulverização na AACP da ferrugem. Nota-se que a interação entre os fatores ponta e volume de aplicação não foi significativa. A ponta de jato plano defletor promoveu melhor controle da ferrugem, porém não se diferenciou das pontas de jato cônico vazio e do corpo duplo com pontas de jato plano defletor. Com a ponta de jato plano defletor duplo ocorreu a maior severidade da ferrugem. Essas diferenças encontradas em relação à severidade da ferrugem não foram suficientes para influenciar a produtividade, tendo em vista que a mesma não variou significativamente em função das pontas empregadas.

**Tabela 6.** Área abaixo da curva de progresso (AACP) da ferrugem na cultura da soja, obtida após a aplicação de fungicida com diferentes pontas de pulverização, em dois volumes de aplicação

| Ponta           | AACP da ferrugem                          |         |            |
|-----------------|---|---------|------------|
|                 | Volume de aplicação (L ha <sup>-1</sup> ) |         |            |
|                 | 200                                       | 130     | Média      |
| TT 110-02       | 867,95                                    | 731,76  | 799,85 b   |
| TTJ 110-02      | 1334,95                                   | 1127,03 | 1341,27 a  |
| QJ90-2XTT110-01 | 1008,45                                   | 643,16  | 825,80 ab  |
| MAG 2           | 1256,77                                   | 1166,99 | 1211,88 ab |
| Média           | 1172,03A                                  | 917,24A |            |

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

Esses resultados podem ser explicados analisando-se os dados de deposição. Em todos os tratamentos houve baixa uniformidade de distribuição, sem influência da ponta empregada na cobertura da folhagem. O fato de trabalhar com fungicida sistêmico e em condições climáticas favoráveis durante as aplicações também deve ter corroborado com os resultados apresentados. No caso do emprego da ponta de jato cônico vazio, outra possibilidade para a não-diferenciação dos tratamentos foi a pressão empregada. Apesar de estar dentro do limite estipulado pelo fabricante, situa-se no limite inferior. Contudo, existe a possibilidade de haver um comportamento diferente em relação à cobertura da planta quando do uso de pressões mais elevadas, próximas de 2000 kPa (limite de uso superior indicado pelo fabricante).

Em trabalho realizado por Cunha et al. (2005), também não houve influência do tipo de ponta de pulverização (jato plano padrão, jato plano antideriva e jato cônico vazio) utilizada na aplicação de fungicida, no controle de doenças do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Em trabalho realizado por Ozkam et al. (2006), avaliando diferentes pontas de pulverização no controle da ferrugem asiática, encontrou-se uma superioridade das pontas de jato plano, com espectro de gotas médio, em relação às de jato plano duplo e jato cônico vazio na cobertura do dossel da soja. No entanto, a produtividade da lavoura não foi avaliada, o que não permitiu verificar se a diferença de deposição entre as pontas foi suficiente para influenciá-la.

Percebe-se que, apesar das pontas e dos volumes de pulverização não terem influenciado a produtividade, a qualidade geral das aplicações avaliadas foi baixa, no que se refere a uniformidade de distribuição. É preciso buscar estratégias que incrementem a deposição, principalmente na parte inferior da cultura.

## 5 CONCLUSÕES

A produtividade da cultura da soja não foi influenciada pelas diferentes pontas empregadas na aplicação de fungicida para o controle da ferrugem asiática.

A uniformidade de distribuição do fungicida proporcionada pelas pontas avaliadas no dossel da soja foi baixa.

A utilização de fungicidas permitiu o controle da ferrugem independente da ponta e do volume empregado, quando comparado à testemunha.

O volume de aplicação de 200 ha<sup>-1</sup> proporcionou maior deposição nas folhas pulverizadas do que o volume de 130 ha<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS

- ANTUANIASSI, U. R.; CAMARGO, T. V.; BONELLI, M. A. P. O.; ROMAGNOLE, E. W. C. 2004. Controle da ferrugem da soja através de aplicações aéreas e terrestres. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., Botucatu, 2004. **Anais...** Botucatu: Fepaf, 2004. p. 92-95.
- BARCELLOS, L.C.; CARVALHO, Y.C.; SILVA, A.L. Estudo sobre a penetração de gotas de pulverização no dossel da cultura da soja [*Glycine max. (L.) Merrill*]. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 6, n. 2, p. 81-94, 1998.
- BARTHELEMY, P.; BOISGOINTER, D.; JOUY, L.; LAJOUX, P. **Choisir les outils de pulverisation**. Paris: Institut Technique des Céréales et des Fourrages, 1990. 160 p.
- BOSCHINI, L.; CONTIERO, R. L.; MACEDO JUNIOR, E. K; GUIMARÃES, V. F. Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da vazão e do tipo de bico hidráulico na cultura da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 2, n. 30, p. 171-175, 2008.
- CARRERO, J. M. **Maquinaria para tratamientos fitosanitarios**. Madrid: Mundi-Prensa, 1996. 159 p.
- COATES, W.; PALUMBO, J. Deposition, off-target movement, and efficacy of Capture and Thiodam applied to cantaloupes using five sprayers. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 13, n. 2, p. 181-188, 1997.
- CHRISTOFOLETTI, J. C. **Pulverização ou aplicação?** São Paulo: Teejet South América, 1999. 5 p.
- CUNHA, J. P. A. R.; REIS, E. F.; SANTOS, R. O. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 5, n. 36, p.1360-1366, 2006.
- CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M; VIEIRA, R. F. Avaliação de pontas de pulverização hidráulicas na aplicação de fungicidas em feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 5, n. 35, p.1069-1074, 2005.
- DERKSEN, R. C.; SANDERSON, J. P. Volume, speed, and distribution technique effects on poinsettia foliar deposit. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 39, n. 1, p. 5-9, 1996.
- DUDIENAS, C.; CASTRO, J. L.; ITO, M. F.; SOAVE, J.; MAEDA, J. A. Efeito de fungicidas na produção, sanidade e qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF. v. 15, n. 1, p. 20-24, 1990.
- FERNANDES, H. C. Aplicação de defensivos agrícolas: teoria da gota. **Engenharia na Agricultura**. Viçosa: AEAGRI-MG/DEA/UFV, 1997. 14 p. (Caderno Didático 24).
- FNP. Comércio e Consultoria. **Agrianual 2000**. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo, 2000. p. 347-355.

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

GUPTA, C. P.; DUC, T. X. Deposition studies of a hand-held air-assisted electrostatic sprayer. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 39, n. 5, p. 1633-1639, 1996.

JENSEN, P. K.; JORGENSEN, L. N.; KIRKNEL, E. Biological efficacy of herbicides and fungicides applied with low-drift and twin-fluid nozzles. **Crop Protection**, London, v. 20, p. 57-64, 2001.

MÁRQUEZ, L. Tecnología para la aplicación de defensivos agrícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26. Campina Grande, 1997. **Anais...** Campina Grande: UFPB, 1997. CD-ROM.

MCNICHOL, A. Z.; TESKE, M. E.; BARRY, J. W. A technique to characterize spray deposit in orchard and tree canopies. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 40, n. 6, p. 1529-1536, 1997.

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) na cultura da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n.2, p. 182-186, 2007.

OZKAN, H. E.; ZHU, H.; DERKSEN, R. C. 2006. Evaluation of spraying equipment for effective application of fungicides to control asian soybean rust. **Asabe**, St. Joseph. 9 p. ASAE Paper n.061161.

PERGHER, G.; GUBIANI, R.; TONETTO, G. Foliar deposition and pesticide losses from three air-assisted sprayers in a hedgerow vineyard. **Crop Protection**, London, v. 16, p. 25-33, 1997.

SALYANI, M. **Optimization of sprayer output at different volume rates**. St. Joseph: ASAE, 1999. CD ROM. (ASAE Paper No. 99-1028).

SALYANI, M.; WHITNEY, J. D. Evaluation of methodologies for field studies of spray deposition. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 31, n. 2, p. 390-395, 1988.

SIDAHMED, M. M. Analytical comparison of force and energy balance methods for characterizing sprays from hydraulic nozzles. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 41, n. 3, p. 531-536, 1998.

SILVA, O. C. Tecnologia de aplicação de fungicidas. In: CANTERI, M. G.; PRIA, M. D.; SILVA, O. C. (ed.). **Principais doenças fúngicas do feijoeiro**. Ponta Grossa: UEPG, 1999. p. 127-137.

SRIVASTAVA, A. K.; GOERING, C. E.; ROHRBACH, R. P. Chemical application. In: SRIVASTAVA, A. K.; GOERING, C. E.; ROHRBACH, R. P. (ed.). **Engineering principles of agricultural machines**, St. Joseph: ASAE, 1994. p. 265-324.

TEIXEIRA, M. M. **Influencia del volumen de caldo y de la uniformidad de distribución transversal sobre la eficacia de la pulverización hidráulica.** 1997. 310 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Técnica Superior de Ingenieros Agrônomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1997.

VOGEL, A. I. **Análise química quantitativa.** 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1992. 712 p.