

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

THIAGO CINTRA MANSSANO PERES

**EFEITOS DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO, VOLUMES DE CALDA E
ADJUVANTE NO CONTROLE QUÍMICO DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA**

**Uberlândia
Abril – 2008**

THIAGO CINTRA MANSSANO PERES

**EFEITOS DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO, VOLUMES DE CALDA E
ADJUVANTE NO CONTROLE QUÍMICO DA FERRUGEM ASIÁTICA 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 A. Rodrigues
da Cunha

**Uberlândia
Abril – 2008**

THIAGO CINTRA MANSSANO PERES

**EFEITOS DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO, VOLUMES DE CALDA E
ADJUVANTE NO CONTROLE QUÍMICO DA FERRUGEM 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 25 de abril de 2008.

Lísias Coelho
Membro da Banca

Cleyton Batista de Alvarenga
Membro da Banca

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu coragem e determinação para a realização deste trabalho.

Tenho a agradecer ao professor João Paulo, pela orientação, pelo companheirismo e acima de tudo pela atenção, a mim despendida, ao longo desse trabalho e amizade.

Gostaria de agradecer também, ao meu pai José Carlos, minha mãe Maria Lucia e meus irmãos Gustavo e Nathália, que tanto me apoiaram para que eu atingisse o meu ideal.

Agradeço aos amigos do Clube Amigos da Terra, que não mediu esforços em me ajudar nas várias etapas desta monografia.

RESUMO

O controle químico eficiente da ferrugem asiática da soja exige, além da escolha correta do agrotóxico a ser utilizado, tecnologia de aplicação adequada e segura ambientalmente. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o controle químico da ferrugem e a deposição de calda no dossel da cultura da soja proporcionada pela aplicação de fungicida, com e sem adição de adjuvante à calda, por diferentes pontas de pulverização e em diferentes volumes de calda. O ensaio foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial (3 x 2 x 2): três tipos de ponta de pulverização (jato plano defletor, jato plano duplo e jato plano duplo com indução de ar)), dois volumes de aplicação (200 e 250 L ha⁻¹) e presença ou ausência de adjuvante adicionado à calda. Realizou-se a semeadura direta da cultivar de soja M-SOY 8001 (ciclo semi-precoce), avaliando-se, após a aplicação do fungicida Azoxistrobina + Ciproconazol, a deposição de calda no dossel da cultura, a severidade da ferrugem, a massa de 1000 grãos e a produtividade. De acordo com os resultados, pôde-se concluir que as pontas de jato plano defletor e jato plano duplo mostraram-se superiores à ponta de jato plano duplo com indução de ar, quanto ao controle químico da ferrugem. A produtividade da soja foi inferior quando se utilizou gotas muito grossas na pulverização do fungicida. O uso do adjuvante testado proporcionou maior cobertura na parte média e superior do dossel da cultura da soja e maior produtividade. No entanto, seu comportamento em relação à qualidade da pulverização variou dependendo da ponta empregada. O aumento do volume de pulverização de 200 para 250 L ha⁻¹ não promoveu aumento de deposição e ganho de produtividade.

SUMÁRIO

| | | |
|---|-----------------------------|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 07 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA | 09 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS | 13 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 16 |
| 5 | CONCLUSÕES | 20 |
| | REFERÊNCIAS | 21 |

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, é notável a grande evolução da agricultura Brasileira, tanto nos aspectos econômicos, quanto nos aspectos tecnológicos. A agricultura passou a ser agronegócio, isto é, agricultura empresarial visando produzir e gerar receita. No âmbito tecnológico, pode-se dizer que os métodos utilizados passaram a buscar a modernidade, visando maximizar a produção agrícola, a fim de obter-se redução de perdas e, conseqüentemente, otimização dos trabalhos e maiores rendimentos.

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no Brasil é caracterizada por ser cultivada em grandes áreas, com grande produção, porém, em muitas regiões, obtêm-se médias produtividades por área. Isso se deve também pela falta e/ou precária tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas e pelas muitas adversidades em relação às doenças; dentre essas doenças se destaca a ferrugem asiática.

O controle químico da ferrugem asiática, nos últimos anos, tem sido uma das principais preocupações dos produtores. 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 essa boa deposição em alvos biológicos é a escolha correta da ponta e da técnica de aplicação do fungicida, bem como o momento da pulverização, isto é, a hora certa de iniciar a aplicação no campo.

É possível observar que se tem dado grande importância ao produto a ser utilizado no controle, no caso fungicida, e pequena importância a tecnologia de aplicação. Portanto, estudos que visem aperfeiçoar a forma de aplicação dos fungicidas são muito importantes, pois podem levar a um maior entendimento da respeito de tecnologia de aplicação de fungicidas na cultura da soja. Como conseqüência, tem-se doses corretas para a realização da aplicação, resultando em economia para produtores.

Segundo Sidahmed (1998), as pontas de pulverização são os componentes mais significativos dos pulverizadores e apresentam como funções básicas: fragmentar o líquido em pequenas gotas, distribuir as gotas e controlar a saída por unidade de área. Atualmente, existem no mercado vários tipos de pontas de pulverização, com diferentes tamanhos de gotas e cobertura do alvo. Dessa forma, a escolha correta da ponta a ser utilizada tem grande

importância. Outro fator importante na aplicação de fungicidas para obter melhores rendimentos é o volume de calda. É preciso avaliar a eficiência das diferentes pontas em diferentes volumes de pulverização na aplicação de fungicida para controle de doenças.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o uso de diferentes pontas de pulverização e diferentes volumes de calda, com e sem adição de adjuvantes no controle da Ferrugem asiática.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A soja é uma planta pertencente à família das leguminosas. Destaca-se por ser rica em proteínas, lipídeos (gordura), fibras e algumas vitaminas e minerais. Esse vegetal, nas últimas décadas, tornou-se um produto bastante conhecido, sendo o seu consumo incentivado devido a seus altos valores nutricionais e alto potencial econômico. É cultivada em grandes áreas, constituindo-se em fonte de emprego, sustentabilidade e grande geradora de PIB (produto interno bruto).

Sabe-se que essa cultura tem diversos problemas relacionados a pragas e, principalmente, doenças como, por exemplo, a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), que causam grandes prejuízos. Caso não seja realizado o controle químico eficiente, pode causar prejuízos variando entre 10 e 75% da produtividade esperada, como já observado no ano de 2001 (NAVARINI et al., 2007). O Brasil não apresenta uma produtividade média muito alta; dentre um dos motivos está a falta de tecnologia nas aplicações de inseticidas, herbicidas e, principalmente, fungicidas, ocasionando um rendimento, muitas vezes, abaixo do desejável.

Nos dias atuais, a principal doença na cultura da soja é a ferrugem asiática, que foi identificada no Brasil no ano de 2001. Logo se dispersou para todo território nacional e, com isso, observou-se sua rápida dispersão com o vento e seus grandes prejuízos nas lavouras. Seus sintomas podem ser observados em plantas de qualquer estágio de desenvolvimento, sendo mais característico em folhas. 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).

Como já mencionado anteriormente, o controle químico é a ferramenta mais viável atualmente para evitar perdas significativas pela ferrugem (KIMATI et al., 2005; NAVARINI et al., 2007). Segundo Seixas et al. (2006), a ferrugem asiática tem seu controle baseado em fungicidas. Embora sejam bem eficientes, o controle da doença nem sempre tem sido considerado satisfatório, e uma das razões é que, muitas vezes, o produto é aplicado de forma inadequada e em condições erradas. Pode-se observar que o uso incorreto da tecnologia de aplicação é um grande problema para a maioria dos agricultores, por isso é necessário maiores estudos a respeito desse tema.

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). Observa-se que, com o passar do tempo, é requerido do produtor maior conscientização em relação aos defensivos agrícolas e suas respectivas pulverizações, devido aos altos índices de especificidades e toxidez dos produtos. Porém, isso não é observado na prática, e sim a ausência de informação, uso abusivo e indiscriminado de produtos agrícolas, ocasionando super-dosagem ou subdosagem; podendo, inclusive, deixar a fungo resistente a determinado fungicida.

Segundo Carrero (1996), uma pulverização tem por objetivo colocar o defensivo agrícola em um determinado alvo, seja ela uma folha, um fungo ou um inseto. Antigamente, isso só acontecia quando a cultura era bem molhada, ou seja, grande quantidade de água por área. Esse conceito vem mudando, pois com alto volume de aplicação pode haver escoamento do defensivo, inclusive percolando para o lençol freático e ocasionado prejuízos para o ambiente. Além disso, onera-se muito a aplicação em virtude do tempo gasto para reabastecimentos. Então, surge a necessidade de se pesquisar diferentes volumes de calda em pulverizações de fungicidas, com tendência a diminuir esse volume.

Juliatti (2006) afirma que é necessária a realização de um rígido monitoramento da ferrugem asiática da soja no Brasil. Para combatê-la, podem-se usar fungicidas curativos e fungicidas preventivos, sendo que esses últimos têm melhor resultado na contenção do patógeno. Desta forma, a menor pressão de seleção na população do patógeno permite um menor risco de aparecimento e multiplicação das formas resistentes.

Para Antuniassi (2006), as técnicas de aplicação precisam oferecer gotas com boa capacidade de penetração e cobertura da massa foliar, mesmo para a aplicação de fungicidas sistêmicos. Assim, é preciso estudar o espectro das gotas (médias, finas e muito finas), suas respectivas derivas e a própria absorção pela planta. Já é conhecido que, quanto menor a gota na pulverização, maior a deriva, e, se a gota for muito grande, a planta pode ter dificuldade em relação à absorção, e o produto ser levado para o solo. Assim, é necessário buscar um tamanho de gota que não prejudique a absorção pelas plantas, como também permita menor risco de deriva.

Antuniassi (2006) concluiu que, na safra 2003/2004, o controle preventivo através de aplicação terrestre com pontas de jato cônico (gotas muito finas) apresentou melhor resultado do que a aplicação com pontas de jato plano standard (gotas médias). Na safra 2004/2005 foram realizadas aplicações curativas com as mesmas pontas e não houve

diferenças significativas, porém as pontas com jato plano standard, de gotas médias, podem ainda ser beneficiadas com melhores condições quanto ao período disponível para o trabalho a campo, visto que tais gotas acabam sendo menos susceptíveis às restrições climáticas e derivas, beneficiando o produtor, que pode trabalhar por um período maior a campo, aumentando a eficiência operacional de suas máquinas de aplicação e melhorando o acerto do momento da pulverização.

Segundo Juliatti et al. (2005), o tamanho adequado das gotas possui importância fundamental para a deposição do defensivo sobre o alvo e para a minimização de perdas ou deriva. Quanto menor a gota, maior é a deposição do defensivo sobre o alvo e maior podem ser as perdas por deriva; já por outro lado, gotas grandes podem fazer com que o produto não atinja o alvo desejado, o que ocasionará a perda do defensivo. 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), pois aumenta-se consideravelmente a deriva. 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).

Esse trabalho teve a finalidade de estudar mais detalhadamente pontas de jato plano duplo com e sem indução de ar. O uso dessas pontas tem se difundido muito no Brasil para o controle da ferrugem. No entanto, o processo de redução de deriva promovido pela indução de ar (gotas de maior diâmetro, mas com interior oco, resultando em menor peso) e de espalhamento da gota ao impactar com o alvo ainda é pouco conhecido.

Outra forma de também melhorar a eficiência das aplicações, além da seleção correta das pontas, é adicionar um adjuvante à calda. Eles atuam de maneira diferente entre si e podem promover melhoras no molhamento, na aderência, no espalhamento, na redução de espuma e na dispersão da calda de pulverização. Alguns benefícios dos adjuvantes podem ser destacados: aumento da absorção do ingrediente ativo, aumento da retenção no alvo e aumento da persistência (STICKLER, 1992).

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, o que dificulta uma generalização quanto à indicação de uso desses produtos (CHOW, 1993; FAGLIARI et al., 2004).

Segundo Holloway (1994), quando as gotas de pulverização são espalhadas nas folhas, essas podem ser retidas, refletidas ou fragmentadas em gotas menores, dependendo principalmente de seu tamanho, sua velocidade e das propriedades físico-químicas intrínsecas à calda e da característica da superfície foliar. As propriedades, intrínsecas às gotas, estão intimamente relacionadas aos componentes da formulação, com destaque à quantidade de adjuvantes na composição da calda.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na Fazenda Mandaguari, localizada no município de Indianópolis – MG, a altitude de 970 m. Realizou-se a semeadura direta da cultivar de soja M-SOY 8001 (ciclo semi-precoce), utilizando-se espaçamento entre fileiras de 0,45 m e 12 plantas por metro, no mês de novembro de 2006. A área apresenta Latossolo Vermelho-Escuro Eutrófico, com textura argilosa.

O ensaio foi conduzido no delineamento em blocos casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial (3 x 2 x 2): três tipos de ponta de pulverização (jato plano defletor TT 110-02, jato plano duplo AD/D 110-02 e jato plano duplo com indução de ar ADIA/D 110-02), dois volumes de calda (200 e 250 L ha⁻¹) e presença ou ausência de adjuvante adicionado a calda.

Foi utilizado um fungicida, na formulação suspensão concentrada, formado pela combinação de 200 g de Azoxistrobina + 80 g de Ciproconazol por litro, na dose de 0,3 L ha⁻¹. O número e a necessidade de reaplicações foram determinados pelo estágio inicial em que foram detectadas as doenças e pelo residual do produto. O fungicida foi aplicado com as diferentes pontas e volumes de calda quatro vezes, sendo que a primeira aplicação foi realizada em V₄, depois as outras aplicações foram realizadas em intervalos de aproximadamente 14 dias. O adjuvante comercial utilizado foi o Imantic, composto de 172,5 g L⁻¹ de N e 46,0 g L⁻¹ de P₂O₅ segundo o fabricante, na concentração de 100 mL de produto para 100 litros de água.

Para realizar as aplicações, foi utilizado um pulverizador autopropelido, modelo Uniport da Empresa Jacto, com barra de 23 m, contendo 46 pontas espaçadas de 0,5 m, e capacidade do tanque de 2.000 L. O equipamento era dotado de controlador eletrônico de pulverização, modelo JCS-5000 da Empresa Jacto, conferido anteriormente aos testes, por meio da determinação da velocidade de deslocamento e vazão das pontas de pulverização. A altura de aplicação em relação à cultura foi de 0,5 m. A pressão empregada foi de aproximadamente 483 kPa (70 lb pol⁻²) e a velocidade de deslocamento foi de 7 km h⁻¹, para o volume de 200 L ha⁻¹, e de 5 km h⁻¹, para o volume de 250 L ha⁻¹. O controlador realiza automaticamente pequenas alterações de pressão para compensar oscilações ocorridas na velocidade.

Utilizaram-se pontas de pulverização hidráulicas, selecionadas de forma a se obter os volumes de aplicação testados (Tabela 1). As pontas de jato plano duplo apresentam dois

orifícios elípticos em cerâmica que produzem jatos planos defasados de 60°. As pontas com indução de ar possuem um sistema venturi que faz com que as gotas se tornem mais grossas, com bolhas de ar em seu interior. As pontas de jato plano defletor apresentam uma superfície de impacto que produz um jato plano de ângulo ligeiramente superior ao produzido por uma ponta de jato plano padrão.

Tabela 1. Descrição das pontas utilizadas.

| Ponta | Descrição | Fabricante | Classe de gotas* |
|---------------|------------------------------------|------------|------------------|
| TT 110-02 | Jato plano defletor | Teejet | Média-grossa |
| AD/D 110-02 | Jato plano duplo | Magno | Fina-média |
| ADIA/D 110-02 | Jato plano duplo com indução de ar | Magno | Muito grossa |

* Classe de gotas indicada pelo fabricante, podendo variar de acordo com a pressão de operação.

A avaliação da eficácia dos tratamentos no controle da ferrugem da soja foi feita mediante a comparação da severidade da doença, da massa de 1000 grãos e da produtividade entre as parcelas tratadas.

Também foi conduzido o estudo de deposição da calda fungicida pulverizada. Esse estudo foi realizado na quarta aplicação do fungicida (100% de fechamento da área pela cultura – Estágio R₅), nas parcelas com volume de pulverização de 200 L ha⁻¹. Analisou-se a distribuição de fungicida sobre a cultura da soja, por meio da quantificação das gotas depositadas em papéis sensíveis a água (76 x 26 mm). Antes da pulverização, foram marcadas quatro plantas, escolhidas ao acaso em cada parcela e, em cada planta, foram colocadas três etiquetas de papel hidrossensível: uma na parte superior, outra na parte média e a terceira na parte inferior da planta, todas junto a face adaxial da folha. Posteriormente, foi feita a quantificação da deposição em cada etiqueta, procedendo-se a contagem do número de impactos por centímetro quadrado, de forma manual, com auxílio de uma lupa de aumento (10x). Não foram utilizados programas computacionais para contagem de gotas, tendo em vista o baixo contraste das etiquetas em virtude da alta umidade do ar no momento da aplicação.

Foram realizadas duas avaliações de severidade da ferrugem: a primeira aos 100 dias após a emergência (DAE) e a segunda, aos 121 DAE. Para tal, utilizou-se a escala diagramática (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.

A colheita foi realizada ao final do ciclo da cultura, sendo avaliada a massa de 1.000 grãos e a produtividade. Cada tratamento correspondeu à metade da barra do pulverizador por um comprimento de 25 m. Para coleta dos dados de produtividade, foram delimitadas aleatoriamente parcelas experimentais de 10 m², em cada tratamento. A massa dos grãos foi corrigida para o conteúdo de água de 13% (b.u.).

Durante as aplicações do fungicida, monitoraram-se as condições ambientais de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância, utilizando o software Sisvar.

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 54% e velocidade do vento variando entre 3,2 e 6,4 km h⁻¹.

Na Tabela 2, tem-se o efeito das pontas de pulverização e do uso de adjuvante na densidade de gotas depositadas no dossel da cultura da soja. Verifica-se que a interação entre pontas e presença de adjuvante foi significativa nas posições média e superior. Com relação às pontas, a densidade de gotas depositadas nas partes superior e média foi semelhante quando não se utilizou o adjuvante. No entanto, quando o mesmo foi empregado, a ponta TT se destacou, promovendo maior densidade de gotas, em relação as outras pontas. Na parte inferior, a ponta com indução de ar promoveu a pior cobertura, independente do uso de adjuvante.

Tabela 2. Efeito da ponta de pulverização e do uso de adjuvante na densidade de gotas depositadas nas partes inferior, média e superior do dossel da cultura da soja, considerando o volume de pulverização de 200 L ha⁻¹

| Ponta de pulverização | Densidade de gotas (gotas cm ⁻²) | | |
|-----------------------|--|------------------|-------|
| | Água | Água + Adjuvante | Média |
| Parte superior | | | |
| ADIA/D | 120Aa | 139Ac | 130 |
| AD/D | 159Ba | 241Ab | 200 |
| TT | 164Ba | 378Aa | 271 |
| Média | 148 | 253 | |
| CV: 14,4% | | | |
| Parte média | | | |
| ADIA/D | 81Ba | 105Ab | 93 |
| AD/D | 88Ba | 144Aab | 116 |
| TT | 128Ba | 189Aa | 159 |
| Média | 99 | 146 | |
| CV: 21,9% | | | |
| Parte inferior | | | |
| ADIA/D | 47Ab | 42Ab | 45 |
| AD/D | 122Aa | 103Aa | 113 |
| TT | 126Aa | 145Aa | 136 |
| Média | 98 | 96 | |
| CV: 27,6% | | | |

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

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

É possível notar também grande desuniformidade de cobertura. Em virtude do fechamento da cultura, promovido pelo crescimento das plantas de soja, a deposição na parte superior foi maior que na parte inferior. No caso de doenças que têm seu desenvolvimento inicial na parte baixa, como a ferrugem da soja, esse tipo de aplicação pode não ser eficiente, comprometendo o desenvolvimento da cultura.

Não ocorreram condições propícias à deriva durante as aplicações do fungicida, o que auxiliou os resultados obtidos. Possivelmente, em condições de vento acentuado, as gotas pequenas produzidas principalmente pela ponta de jato plano duplo seriam arrastadas pelo vento, dificultando ainda mais uma boa deposição. Salienta-se que esta ponta, por possuir dois orifícios de saída, de tamanho menor quando comparado às pontas de apenas um orifício para o mesmo volume nominal, promovem uma pulverização maior do líquido, gerando gotas de menor diâmetro.

De maneira geral, o uso de adjuvante promoveu aumento de densidade de gotas depositadas nas partes superior e média do dossel, mas não melhorou a deposição na parte inferior. 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 de adjuvantes. A redução na tensão superficial do líquido pode levar a redução no tamanho das gotas, no entanto, a extensão desta redução irá depender do tipo de ponta. Butler-Ellis et al. (2001) mostram que a relação entre as propriedades físicas do líquido e a formação do jato é bastante complexa, e ainda não é bem compreendida.

Na Tabela 3 tem-se os resultados de severidade, massa de 1000 grãos e produtividade. A interação entre os três fatores (ponta, volume e adjuvante) não foi significativa. Observou-se que, na avaliação de severidade, o volume de aplicação e a presença de adjuvante não influenciaram, contudo, a severidade na segunda avaliação foi maior nas parcelas tratadas com a ponta de jato plano com indução de ar. Como a deposição de fungicida nas folhas foi menor com a ponta de indução de ar, o controle da ferrugem foi menos eficiente, o que refletiu na redução da produtividade.

Tabela 3. Efeito da ponta de pulverização, do uso de adjuvante e do volume de pulverização na severidade de ferrugem, massa de 1000 grãos e produtividade da cultura da soja.

| Tratamento | Severidade 1 (%) | Severidade 2 (%) | Massa de 1000 grãos (g) | Produtividade (kg ha ⁻¹) |
|--|------------------|------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| Ponta de pulverização | | | | |
| ADIA/D | 39,4a | 66,9a | 119,2c | 2508,7b |
| AD/D | 38,5a | 61,3b | 134,9a | 2894,3a |
| TT | 36,3a | 62,5ab | 128,4b | 2775,5a |
| Calda de pulverização | | | | |
| Água | 35,0a | 59,6a | 123,7b | 2639,0b |
| Água + Adjuvante | 41,0a | 67,5a | 131,3a | 2813,3a |
| Volume de pulverização (L ha ⁻¹) | | | | |
| 200 | 38,3a | 63,8a | 127,1a | 2712,7a |
| 250 | 37,7a | 63,3a | 127,9a | 2739,6a |
| CV (%) | 19,8 | 8,2 | 4,3 | 10,4 |

* Médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Com relação à massa de grãos, o uso de adjuvante e da ponta de jato plano defletor promoveu o seu maior incremento. As maiores produtividades foram obtidas com o uso de adjuvante e das pontas de jato plano defletor e jato plano duplo. A ponta de jato plano com indução de ar gera gotas de maior diâmetro em relação às outras duas, o que reduz a cobertura das folhas, resultando em menor controle da doença. Segundo Ryckaert et al. (2007), alguns adjuvantes alteram a permeabilidade da superfície vegetal, aumentando a penetração do defensivo e seu poder residual. Dessa forma, pode-se ter um melhor controle das doenças, com a obtenção de maiores produtividades. Por outro lado, deve-se estar atento ao nível de resíduo do ingrediente ativo próximo a colheita, tendo em vista que o mesmo pode ser aumentado com o uso de adjuvantes.

A variação do volume de aplicação não influenciou os resultados. Dessa forma, recomenda-se utilizar o menor volume testado, objetivando aumentar a capacidade operacional dos pulverizadores e reduzir os custos operacionais.

A aplicação do fungicida impediu um avanço acentuado da doença em todas as parcelas, evidenciando que o controle das doenças fúngicas foi necessário, independente do tipo de ponta ou do volume de calda. O controle da doença resultou em maior área foliar verde remanescente e menor desfolha, com conseqüente manutenção do potencial produtivo.

Os resultados encontrados concordam com os apresentados por Cunha et al. (2006). No entanto, esses autores, estudando o controle químico da ferrugem da soja, não

encontraram diferença na produtividade entre parcelas tratadas com pontas de pulverização de jato plano padrão, jato plano com pré-orifício, jato plano com indução de ar e jato plano duplo com indução de ar. Provavelmente, isso ocorreu em virtude da baixa pressão da doença observada no trabalho conduzido por esses autores, diferentemente deste trabalho, em que a ferrugem mostrou-se bastante severa, com incidência inicial antes do florescimento.

Além disso, o fato de se ter trabalhado com um pulverizador autopropelido pode ter colaborado para uma maior turbulência do jato, modificando os resultados obtidos quando comparado a experimentos com a aplicação de fungicida com pulverizador costal.

5 CONCLUSÕES

As pontas de jato plano defletor e jato plano duplo mostraram-se superiores à ponta de jato plano duplo com indução de ar, quanto ao controle químico da ferrugem.

A produtividade da soja foi inferior quando se utilizou gotas muito grossas na pulverização do fungicida, uma vez que as gotas não atingiram totalmente o dossel do vegetal, não realizando um controle da ferrugem asiática eficiente.

O uso do adjuvante testado proporcionou maior cobertura na parte média e superior do dossel da cultura da soja e maior produtividade. No entanto, seu comportamento em relação à qualidade da pulverização variou dependendo da ponta empregada.

O aumento do volume de pulverização de 200 para 250 L ha⁻¹ não promoveu aumento de deposição e ganho de produtividade.

REFERÊNCIAS

- ANTUNIASSI, U. R.; CAMARGO, T. V.; VELINI, E. D.; CAVENAGHI, A. L.; FIGUEIREDO, Z.; BONELLI, M.A.P.O. Controle da ferrugem da soja através de aplicações aéreas e terrestres. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGRATÓXICOS, 3., 2004, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: Fepaf, 2004. p. 92-95.
- ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação para o controle da ferrugem asiática. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF., v. 31, p.121, 2006. Suplemento.
- 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.
- BUTLER-ELLIS, M.C.; TUCK, C.R.; MILLER, P.C.H. How surface tension of surfactant solutions influences the characteristics of spray produced by hydraulic nozzles used for pesticide application. **Colloids and Surface**, London, v.180, p.267-276, 2001.
- CARRERO, J. M. **Maquinaria para tratamientos fitosanitarios**. Madrid: Mundi-Prensa, 1996. 159 p.
- 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.
- 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.36, n.5, p.1360-1366, 2006.
- 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.
- 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**, Brasília, DF, 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**, Brasília, DF, v.31, n.1, p.63-68, 2006.
- HOLLOWAY, P.J. Physicochemical factors influencing the adjuvants - Enhance spray deposition and coverage of foliage-applied agrochemicals. In: HOLLOWAY, P.J.; REES, R.T.; STOCK, D. (Ed.). **Interactions between adjuvants, agrochemicals and target organisms**. Berlin: Springer-Verlag, 1994. p.83-106.

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

JULIATTI, F. C. Produtos fitossanitários. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.31, p.119, 2006. Suplemento.

JULIATTI, F. C.; POLIZEL, A. C.; HAMAWAKI, O. T. **Workshop brasileiro sobre ferrugem asiática**. Uberlândia: EDUFU, 2005. 232 p.

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 Phytopathol**, Botucatu, v.33, n.2, p.182-186, 2007.

KIMATI, H.; AMORIN, L.; RESENDE, J. A. M.; BERGAMIN, F. A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Ceres, 2005. 663 p.

RYCKAERT, B.; SPANOGHE, P. HAESAERT, G.; HEREMANS, B.; ISEBAERT, S. STEURBAUT, W. Quantitative determination of the influence of adjuvants on foliar fungicide residues. **Crop Protection**, London, v. 23, p.1589-1594, 2007.

SALYANI, M. **Optimization of sprayer output at different volume rates**. St. Joseph: ASAE, 1999.6p. (ASAE Paper No. 99-1028).

SEIXAS, C. D. S.; GODOY, C. V.; FERREIRA, L. P.; YORINORI, J. T.; HENNING, A. A.; ALMEIDA, A. M. R. Manejo das doenças da soja nas regiões Sul e Sudeste. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.31, p. 60-61, 2006.

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.

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

STICKLER, W.E. The importance of adjuvants to the agricultural chemical industry. In: FOY, C.L. (Ed.). **Adjuvants for Agrochemicals**. New York: Marcell Dekker, 1992. p.247-249.

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.