

TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDA NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA: RESULTADOS DE OITO ANOS DE ESTUDOS EM MINAS GERAIS E GOIÁS

FUNGICIDE APPLICATION TECHNOLOGY ON ASIAN SOYBEAN RUST CONTROL: RESULTS OF AN EIGHT-YEAR STUDY IN THE STATES OF MINAS GERAIS AND GOIÁS, BRAZIL

João Paulo Arantes Rodrigues da CUNHA¹; Fernando Cezar JULIATTI¹;
Elton Fialho dos REIS²

1. Professor, Doutor, Instituto de Ciências Agrárias - ICIAG, Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia, MG, Brasil. jpcunha@iciag.ufu.br; 2. Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, Brasil

RESUMO: Diante da importância do controle eficiente e seguro da ferrugem asiática da soja, foi conduzido um projeto de pesquisa de oito anos nesta área focando principalmente a avaliação de métodos de aplicação, pontas de pulverização, volumes de calda e adjuvantes. Este artigo resume os resultados encontrados nestes estudos objetivando avaliar e relacionar os diversos fatores envolvidos na tecnologia de aplicação de fungicidas na cultura da soja. Foram realizados sete ensaios em diferentes áreas, abrangendo as regiões do Triângulo Mineiro e Goiás, conduzidos em lavouras de soja semeadas em safras de verão. Estudaram-se diferentes pontas de pulverização (13), volumes de calda (7), adjuvantes (3) e métodos de aplicação (aéreo e terrestre). As principais variáveis analisadas foram: deposição de calda, severidade da ferrugem, massa de 1.000 grãos e produtividade. A partir da análise dos resultados, observou-se que pontas que produzem gotas médias parecem ser mais adequadas ao controle da ferrugem asiática da soja, evitando também elevados riscos de deriva. Há viabilidade técnica no uso de volumes de calda reduzidos, próximos a 130 L ha⁻¹, na aplicação terrestre. A aplicação aérea também se mostrou viável. A utilização de adjuvantes mostrou-se uma boa ferramenta para auxiliar no controle da ferrugem, contudo seu efeito está relacionado ao tipo de ponta utilizada e ao modo de ação do fungicida, ou seja, ação local ou protetora e mesostêmica ou ação sistêmica. É preciso buscar estratégias que incrementem a deposição de calda na parte inferior da cultura, visto que todos os métodos apresentam dificuldade de cobertura nesta área.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max* L. *Phakopsora pachyrhizi*. Bicos de pulverização. Volume de calda. Pulverizador. Adjuvante.

INTRODUÇÃO

O controle químico da ferrugem asiática da soja (*Glycine max* L. Merrill), causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow, é uma prática cultural bastante frequente nas lavouras brasileiras (SCHERMA et al., 2009). Na ausência deste controle, a ferrugem pode causar grandes prejuízos na produtividade esperada. Neste processo, frequentemente é dada maior importância ao produto a ser utilizado no controle, e menor à forma de utilização (BUENO et al., 2011).

No Brasil, a doença foi inicialmente descrita em Lavras, Minas Gerais, em 1979 (DESLANDES, 1979; JULIATTI et al., 2005). Posteriormente, na safra 2000/01, foi constatada no Estado do Paraná e disseminou-se rapidamente para outros Estados do Brasil. Na safra 2002, a doença foi relatada nos Estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo, e na safra 2003/04 ocorreu de forma generalizada, em quase todo o País, causando

grandes prejuízos (YORINORI et al., 2005). A partir daí iniciou-se uma intensa busca por ingredientes ativos eficazes, chegando-se a vários produtos com bom controle do fungo, principalmente em estudos em condições controladas. Porém, a campo, a dificuldade de controle permaneceu, muito em função da forma como eram aplicados os produtos.

A cobertura proporcionada pela aplicação de fungicida sobre o dossel da soja em geral é pouco uniforme, principalmente na parte inferior, resultando em controle ineficiente, mesmo com produtos sistêmicos. Estes produtos, em geral apresentam translocação limitada em plantas de soja (BOLLER et al., 2007) e exigem, igualmente, boa distribuição ao longo do dossel. Assim, para o sucesso da aplicação, é necessário dominar a forma adequada de aplicação, de modo a garantir que o produto alcance o alvo de forma eficiente, minimizando as perdas e reduzindo a contaminação do ambiente. Muitas vezes, parte do produto aplicado se perde, principalmente pela má qualidade

da aplicação, seja ela terrestre ou aérea, sendo este um dos maiores problemas da agricultura moderna a ser superado (TSAI et al., 2005; NUYYTENS et al., 2011). Para Guler et al. (2007) e Yu et al. (2009), o tamanho de gotas e a uniformidade da aplicação são dois parâmetros muito importantes para o controle eficaz de pragas e doenças. Desse modo, a tecnologia de aplicação é uma ferramenta muito importante (BUTZEN et al., 2005). A indústria química e de máquinas agrícolas e componentes tem lançado no mercado novos produtos com o intuito de melhorar a aplicação, dentre eles: novos desenhos de pontas de pulverização, barras auxiliares e adjuvantes.

Problemática semelhante também ocorre com a aplicação aérea, que é uma realidade em boa parte das regiões produtoras de grãos no Brasil. Seu uso tem crescido muito, contudo pouca informação científica existe a respeito de sua eficácia, principalmente em comparação à aplicação terrestre por pulverizadores de barra, o que causa desconfiança por parte de agricultores quanto à sua viabilidade técnica, sobretudo quanto à capacidade de penetração da calda pulverizada no dossel das culturas.

Desta forma, diante da importância do controle eficiente e seguro da ferrugem asiática da soja, foi conduzido um projeto de pesquisa de oito anos nesta área focando principalmente a avaliação de métodos de aplicação, pontas de pulverização, volumes de calda e adjuvantes. Este artigo resume os resultados encontrados nestes estudos objetivando avaliar e relacionar os diversos fatores envolvidos na tecnologia de aplicação de fungicidas na cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios envolvendo a aplicação de fungicidas na cultura da soja (CUNHA et al., 2006; CUNHA et al., 2008; CUNHA; PERES, 2010; CUNHA et al., 2010; ALVES; CUNHA, 2011; CUNHA et al., 2011a; CUNHA et al., 2011b) foram feitos em sete áreas, abrangendo as regiões do Triângulo Mineiro e Goiás (Anápolis-GO, Indianópolis-MG, Monte Alegre de Minas-MG e Uberlândia-MG). Eles foram conduzidos em lavouras de soja semeadas em safras de verão, envolvendo cultivares de largo uso na região, após o início do estágio de florescimento: Emgopa 313, com espaçamento de 50 cm, M-SOY 8008, com espaçamento de 45 cm, M-SOY 8001, com espaçamento de 45 cm, BRS Valiosa RR, com espaçamento de 45 cm, e BRSGO Luziânia RR, com espaçamento de 50 cm. Em todos os ensaios

foram utilizados fungicidas registrados para a cultura, nas doses recomendadas pelos fabricantes (tebuconazole e azoxistrobina + ciproconazol). Os testes em cada área foram distintos e complementares, não sendo considerados como repetições.

Foram estudadas diferentes pontas de pulverização, volumes de calda, adjuvantes e métodos de aplicação. As aplicações terrestres foram feitas empregando pulverizadores hidráulicos de barra e pulverizador costal de pressão constante (CO₂), dotado de uma barra com disposição simultânea de quatro pontas espaçadas de 0,5 m, dependendo do ensaio. No ensaio que envolveu aplicação aérea (CUNHA et al., 2011a), empregou-se uma aeronave modelo Ipanema 201A, equipada com oito atomizadores rotativos de tela, modelo Micronair AU 5000, sistema de balizamento por DGPS e fluxômetro, operando na velocidade de 177 km h⁻¹ e altura de voo em relação ao dossel da cultura de 4 m.

As variáveis analisadas, dependendo do ensaio, foram: deposição de calda em diferentes partes do dossel da cultura, por meio da técnica de espectrofotometria, cobertura, por análise de papéis hidrossensíveis, severidade da ferrugem, grau de desfolha, massa de 1.000 grãos e produtividade.

Os estudos de deposição envolveram principalmente o emprego do traçador Azul Brilhante para a quantificação da coloração por absorbância. Para determinação da severidade de ferrugem, foi utilizada escala diagramática proposta por Godoy et al. (2006). Com os dados da severidade da doença, procedeu-se à construção de curvas de progresso e determinação de áreas abaixo das curvas de progresso da doença. Os componentes da produtividade foram determinados de forma convencional, por meio da coleta de material em área conhecida e avaliação da umidade dos grãos.

Em todos os ensaios, as condições ambientais de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento foram monitoradas, buscando-se condições propícias a uma aplicação segura de fungicida.

Pontas de pulverização

As seguintes pontas de pulverização foram analisadas em pelo menos um ensaio: jato plano padrão, jato plano de pré-orifício, jato plano de indução de ar, jato plano duplo, jato plano duplo com pré-orifício, jato plano duplo de indução de ar, jato plano defletor, jato plano defletor com indução de ar, jato plano defletor duplo, jato plano defletor duplo com indução de ar, jato cônico vazio, com e

sem indução de ar, e corpo duplo com duas pontas de jato plano defletor.

Volumes de calda

Os seguintes volumes de aplicação foram analisados, em pelo menos um ensaio envolvendo aplicação terrestre: 115, 130, 150, 160, 180, 200 e 250 L ha⁻¹. Dentro de um mesmo ensaio a alteração de volume foi feita, preferencialmente, por meio da velocidade de deslocamento, visando não interferir no tamanho das gotas geradas pelas pontas de pulverização.

Aplicação aérea

Dos sete ensaios, um envolveu o estudo, após a aplicação de um traçador, da deposição nas partes inferior e superior do dossel da cultura da soja promovida pela aplicação terrestre e aérea (CUNHA et al., 2011a). Os tratamentos foram: 1 - Terrestre (Ponta de jato cônico vazio e 180 L ha⁻¹); 2 - Terrestre (Ponta de jato plano defletor duplo com indução de ar e 150 L ha⁻¹); 3 - Terrestre (Ponta de jato plano defletor com indução de ar e 150 L ha⁻¹); 4 - Terrestre (Ponta de jato plano defletor duplo e 150 L ha⁻¹); 5 - Terrestre (Ponta de jato plano defletor e 150 L ha⁻¹); 6 - Aéreo (Atomizador rotativo e 40 L ha⁻¹); 7 - Aéreo (Atomizador rotativo e 30 L ha⁻¹); e 8 - Aéreo (Atomizador rotativo e 20 L ha⁻¹).

Adjuvantes

Durante os ensaios, as caldas foram compostas por água ou água + fungicida ou água + fungicida + adjuvante. Os seguintes produtos foram avaliados: dodecil benzeno, combinado com 172,5 g L⁻¹ de N e 46,0 g L⁻¹ de P2O5, fosfatidilcolina + ácido propiônico e nonil fenol etoxilado (CUNHA et al., 2010; CUNHA; PERES, 2010).

Também foi realizado um ensaio específico para avaliar o efeito de dois óleos minerais associados ao fungicida piraclostrobina + epoxiconazol em anos de elevada epidemia com a cultivar M-SOY 8001 (JULIATTI et al., 2008). Neste estudo foram utilizadas apenas pontas do tipo jato plano padrão com volume de calda de 200 L ha⁻¹, em barra com quatro pontas e sistema de pulverização CO₂. Foram feitas as seguintes avaliações: severidade calculada com base na AACPD (área abaixo da curva de progresso da doença), desfolha, massa de mil grãos (g) e produtividade (kg ha⁻¹).

Barra auxiliar

Existem algumas alternativas para se tentar melhorar a penetração de gotas nas regiões

inferiores das plantas. Uma delas é o uso de uma barra auxiliar montada abaixo da barra principal do pulverizador, sendo esta arrastada sobre o solo ou cultura. Entretanto, poucos são os estudos sobre esta tecnologia, visto que se trata de um equipamento relativamente novo e pouco empregado. Dessa forma, um dos ensaios realizados (ALVES; CUNHA, 2011) objetivou avaliar o uso desta barra auxiliar de pulverização e compará-la com o método convencional, empregando um pulverizador com apenas a barra principal. Avaliou-se a deposição e a produtividade da cultivar de soja M-SOY 8001 submetida a três aplicações de fungicida com e sem barra auxiliar. O volume de calda foi semelhante nos tratamentos (150 L ha⁻¹).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pontas de pulverização

Ao se realizar uma análise conjugada dos ensaios, nota-se que em geral as pontas de pulverização tiveram efeito mais pronunciado na deposição de calda no alvo e menor na produtividade. Alguns ensaios não apresentaram diferenciação de produtividade em relação ao uso das diferentes pontas, pois esta está atrelada à ocorrência e agressividade do fungo na área ou ainda é dependente da tolerância ou resistência parcial da cultivar ou ainda da interação da cultivar com o manejo empregado (SILVA et al., 2011). Deste modo, o manejo e o controle são dependentes da cultivar e do momento ou época de aparecimento da doença. A própria variabilidade experimental também pode dificultar que diferenças de depósitos sejam significativamente sentidas na análise da produtividade. Além disso, na parte inferior do dossel, local crítico para o controle da ferrugem, as diferenças de deposição entre pontas costumam ser menores, com densidade de gotas inferior a 60 gotas cm⁻².

Atualmente existem no mercado muitos modelos de pontas. Neste projeto foram testados 13 tipos que se diferem basicamente pela forma do jato (plano, plano duplo e cônico vazio) e tamanho de gota (fina, média e grossa). Embora se deva analisar a generalização com critério, notou-se que as pontas que apresentam gotas médias parecem ser mais indicadas ao controle da ferrugem asiática da soja, dado aos melhores resultados encontrados de deposição e controle da ferrugem. As gotas médias sofrem menos intensamente o fenômeno da deriva e evaporação, tendo um tempo de vida superior às gotas finas. Por outro, apresentam uma capacidade de cobertura do alvo superior às gotas grossas.

Em trabalho realizado por Ozkan et al. (2006), avaliando diferentes pontas de pulverização no controle da ferrugem asiática, encontrou-se superioridade das pontas de jato plano, com espectro de gotas médio, em relação às de jato plano duplo e jato cônico vazio, com espectro de gotas fino, na cobertura do dossel da soja. Villalba et al. (2009), estudando a deposição de calda em pulverização terrestre com várias pontas em cultivares de soja no estágio R1, também não encontraram bom desempenho, em relação à deposição de calda na parte basal, com o emprego de gotas finas em ponta de jato cônico TX6 com volume de calda de 150 L ha⁻¹, corroborando os dados aqui relatados.

Um item importante a ser considerado na recomendação de pontas mais adequadas é o porte e enfolhamento da cultura. Ao se analisar a deposição no dossel inferior em plantas muito enfolhadas, percebe-se que a pulverização hidráulica convencional, independente da ponta, não é capaz de promover uma elevada cobertura. Desta maneira, as aplicações precisam iniciar quando o índice de área foliar (IAF) ainda não é muito elevado.

Isto é ainda mais importante, se levarmos em conta que a maioria dos fungicidas sistêmicos utilizados em soja possui translocação limitada (BOLLER et al., 2007). O ingrediente ativo precisa ser colocado no alvo sob pena de não controlar a doença. Neste sentido, Tormen et al. (2012) corroboram com esta ideia. Segundo os autores, o IAF afeta a deposição de gotas no seu dossel e deve ser considerado na escolha da ponta de pulverização adequada. Heiffig et al. (2006) trabalharam com diversas populações e espaçamentos entre plantas de soja e ressaltaram que o rápido fechamento nas entrelinhas estabelece condições de menor circulação de ar e maior umidade, o que pode favorecer a incidência de doenças, bem como prejudica a penetração e a cobertura das gotas.

Volumes de calda

Com relação aos volumes de calda, foram avaliados desde 115 até 250 L ha⁻¹. De forma geral, não se detectou melhoria no controle da ferrugem ou aumento de produtividade com a utilização de maiores volumes. Um dos estudos (CUNHA et al., 2006), contudo, mostrou que o volume de 160 L ha⁻¹ permitiu maior uniformidade de deposição de calda ao longo do dossel do que 130 L ha⁻¹, embora isso não tenha se refletido na produtividade.

Diante desses resultados, e do sabido ganho em capacidade operacional do conjunto mecanizado, verifica-se que há viabilidade no uso de volumes de calda reduzidos, próximos a 130 L ha⁻¹. Contudo, essa redução requer incremento da tecnologia de

aplicação e o constante acompanhamento das condições meteorológicas, que podem dificultar o atingimento do alvo.

Adjuvantes

Em um dos estudos realizados (CUNHA; PERES, 2010), o uso de adjuvante resultou em maior densidade de gotas nos terços médio e superior do dossel. No entanto, seu comportamento em relação à qualidade da pulverização variou dependendo da ponta empregada. Em outro estudo (CUNHA et al., 2010), os três adjuvantes testados não influenciaram a deposição da calda, mas reduziram a severidade de ferrugem, tendo seu efeito condicionado ao tipo de ponta empregada. Portanto, é comum neste tipo de ensaio que se encontre interação significativa entre pontas e adjuvantes, o que impede conclusões isoladas. No experimento realizado por Juliatti et al. (2008), avaliando a adição de dois óleos minerais ao fungicida piraclostrobina + epoxiconazol, os autores demonstraram uma melhoria no desempenho do fungicida em relação ao não uso do adjuvante. Houve aumento na massa de grãos e na produtividade, promovidos pelo melhor controle da ferrugem asiática. Neste ensaio, empregou-se apenas ponta de jato plano padrão.

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.

Tendo em vista os resultados apresentados, a adição de adjuvantes às caldas de pulverização pode ser importante quando da aplicação de diversos produtos fitossanitários, porém não deve ser prática generalizada, tendo em vista seu comportamento distinto em cada tipo de aplicação. Esta constatação reforça as conclusões de Downer et al. (1998). Os autores mostraram que o estudo do efeito de adjuvantes na calda de pulverização é específico para cada produto e formulação empregada. Existe grande diferença entre os diversos adjuvantes comerciais. Mesmo produtos considerados semelhantes, como os óleos vegetais, podem variar bastante quanto à forma de ação.

Aplicação Aérea

No estudo comparativo entre aplicação aérea e terrestre (CUNHA et al., 2011a), verificou-se que ambos os métodos apresentaram dificuldade de cobertura da parte inferior do dossel, o que sugere que, independente do método de aplicação, devem-se priorizar as aplicações preventivas em que

ainda não há um total fechamento da cultura, permitindo melhor cobertura do alvo. Neste sentido, os dois métodos mostraram-se viáveis. Dentre os volumes de calda estudados na aplicação aérea, os volumes de 30 e 40 L ha⁻¹ foram semelhantes e superiores ao de 20 L ha⁻¹ quanto a deposição de calda.

Villalba et al. (2009), estudando a deposição em cultivares de soja no estágio R1, encontraram depósitos na região apical quase três vezes superiores aos da região basal. 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.

As diversas pontas empregadas e a aplicação aérea não foram eficientes em promover a transposição da barreira imposta pelas folhas ao jato de pulverização, o que demonstra que tecnologias como a assistência de ar na barra ou a energização das gotas (pulverização eletrostática) precisam ser melhor estudadas para aumentar a eficiência das aplicações.

Barra auxiliar

A barra auxiliar foi avaliada em um único ensaio (ALVES; CUNHA, 2011). Neste, não houve ganho de produtividade com o uso da barra auxiliar, visto a igualdade de tratamentos. Vale ressaltar que esse dispositivo está passando por reformulações recentemente, visando principalmente permitir a redução de volume de calda, o que não foi testado. Portanto, são necessárias mais avaliações da barra auxiliar em condições distintas de aplicação.

Metodologias de estudo de deposição

Com relação à análise das metodologias para estudo de deposição de calda, algumas considerações são importantes, visto que todas elas apresentam limitações que precisam ser consideradas na análise dos dados para definição das melhores condições de aplicação.

Com o uso do traçador Azul Brilhante como referência para o estudo dos depósitos da aplicação, as amostras de folhas são distintas para cada ponto de coleta, principalmente no que diz respeito à posição e inclinação do alvo no interior do dossel, podendo gerar alta variabilidade. A análise de um único alvo, submetido a vários tratamentos com emprego de distintos traçadores (por exemplo, quelatos metálicos) poderia reduzir este problema.

Outro aspecto ligado à espectrofotometria para estudo de deposição em folhagem é que compostos, com leitura em comprimentos de onda

próximos ao utilizado, que não o traçador, podem influenciar nas leituras de absorvância. Um exemplo é a clorofila e impurezas presentes nas folhas.

Com relação ao papel hidrossensível, seu emprego deve ser feito com bastante critério quando do uso de volumes de calda diferentes. Como a marcação da gota no papel é causada pela água, altos volumes podem levar a uma falsa impressão de superioridade do tratamento em comparação a baixos volumes, se não for conjuntamente correlacionada com a concentração do ingrediente ativo na calda. A simples contagem do número de impactos por área, sem levar em consideração a área de cobertura, também pode levar a uma falsa ideia de superioridade com altos volumes. Nestes casos, a utilização de traçadores comparados ao uso desse papel, ou mesmo do ingrediente ativo, mostra-se mais confiável, visto que se trabalha com a mesma dose, embora com volumes de calda diferentes. Outro ponto a ser destacado é que o espalhamento das gotas no papel sensível é heterogêneo e dependente de vários fatores, dificultando a acurácia na mensuração do tamanho das gotas.

CONCLUSÕES

Não há uma clara definição quanto à seleção da ponta de pulverização ideal. Em muitos casos, a variabilidade dos dados intrínseca a este tipo de ensaio dificulta a diferenciação dos tratamentos. De forma geral, pontas que produzem gotas médias parecem ser mais adequadas ao controle da ferrugem asiática da soja, evitando também elevados riscos de deriva. Há viabilidade técnica no uso de volumes de calda reduzidos, próximos a 130 L ha⁻¹.

A aplicação aérea mostrou-se viável, quanto à deposição de calda, em comparação aos tratamentos terrestres realizados.

A utilização de adjuvantes mostrou-se uma boa ferramenta para auxiliar no controle da ferrugem, contudo seu efeito está relacionado ao tipo de ponta utilizada e à calda, o que impede generalizações.

A uniformidade de distribuição da calda, proporcionada pelas aplicações terrestres e aéreas, avaliada ao longo do dossel da soja, foi baixa. É preciso buscar estratégias que incrementem a deposição, principalmente na parte inferior da cultura.

Os estudos de deposição na folhagem da soja baseados na detecção do traçador Azul Brilhante por espectrofotometria podem levar a uma alta variabilidade dos dados, o que sugere a necessidade do emprego de metodologias mais

apuradas para esta finalidade.

financeiro que permitiu o desenvolvimento deste projeto de pesquisa. A todos os colegas envolvidos nos ensaios de campo, pelo auxílio na condução dos trabalhos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à FAPEMIG, pelo suporte

ABSTRACT: Asian soybean rust is a serious disease of soybeans. In this way, a research project was conducted focusing primarily on evaluating methods of application, spray nozzles, spray volumes and adjuvants on chemical control of rust. This article summarizes the results of a eight-year study to evaluate factors involved in technology application of fungicides on soybeans. Seven experiments were conducted in different areas, including regions of Goiás and Triângulo Mineiro (Brazil), on soybean crops sown in summer. It was studied different spray nozzles (13), spray volumes (7), adjuvants (3) and application methods (aerial and ground). The main evaluated variables were: spray deposition, disease severity, weight of 1,000 grains and yield. It was observed that medium droplets seem more appropriate to control Asian rust, also avoiding high risk of drift. There are technical feasibility in using reduced spray volumes (near 130 L ha⁻¹) in the ground application. Aerial application also proved feasible. The use of adjuvants proved to be a good tool to assist in controlling the disease, but its effect is related to the type of nozzle used and action mode of fungicides, if them not penetrate in the sub epidermis parts of leaves (topic or mesostemic action) or to penetrate inside the leaves (systemic fungicides action). It is necessary to find strategies to increase the spray deposition at the bottom part of the crop canopy, since all methods have difficulty covering this area.

KEYWORDS: *Glycine max* L. *Phakopsora pachyrhizi*. Spray nozzle. Spray volume. Sprayer. Adjuvant.

REFERÊNCIAS

- ALVES, G. S.; CUNHA, J. P. A. R. Deposição de calda em diferentes posições da planta e produtividade da cultura da soja com o uso de barra auxiliar de pulverização. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1-8, 2011.
- BOLLER, W.; FORCELINI, C. A.; HOFFMANN, L. L. Tecnologia de aplicação de fungicidas - parte I. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 15, p. 243-276, 2007.
- 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. 30, n. 2, p. 171-175, 2008.
- BUENO, M. R.; CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, G. S. Estudo do espectro de gotas produzidas nas pulverizações aérea e terrestre na cultura da batata. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 54, n. 3, p. 225-234, 2011.
- BUTZEN, S.; MARCON, A.; MCINNES, B.; SCHUH, W. Asian soybean rust: fungicide application technology. **Crop Insights**, Johnston, v. 15, n. 1, p. 1-6, 2005.
- CUNHA, J. P. A. R.; COELHO, L.; ARAUJO, R. G. C. Spray nozzle and adjuvant effects on fungicidal control of soybean asian rust. **Interciencia**, Caracas, v. 35, n. 10, p. 765-768, 2010.
- CUNHA, J. P. A. R.; FARNESE, A. C.; OLIVET, J. J.; VILLALBA, J. Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 343-351, 2011a.
- 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.
- CUNHA, J. P. A. R.; PERES, T. C. M. Influência de pontas de pulverização e adjuvante no controle químico da ferrugem asiática da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 4, p. 597-602, 2010.

- 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.
- CUNHA, J. P. A. R.; SILVA, R. A. M.; OLIVET, J. J. Avaliação de pontas e volumes de pulverização na aplicação de fungicida na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista de la Facultad de Agronomía**, Luz, v. 28, n. 3, p. 344-359, 2011b.
- DESLANDES, J. A. Ferrugem da soja e de outras leguminosas causadas por *Phakopsora pachyrhizi* no Estado de Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 4, n. 2, p. 337-339, 1979.
- DOWNER, R. A.; HALL, F. R.; THOMPSON, R. S. Temperature effects on atomization by flat-fan nozzles: implications for drift management and evidence for surfactant concentration gradients. **Atomization and Sprays**, New York, v. 8, n. 3, p. 241-254, 1998.
- GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 63-68, 2006.
- GULER, H.; ZHU, H.; DERKSEN, R. C.; YU, Y.; KRAUSE, C. R. Spray characteristics and drift reduction potential with air induction and conventional flat-flan nozzles. **Transactions of the ASABE**, St. Joseph, v. 50, n. 3, p. 745-754, 2007.
- HEIFFIG, L. S.; CÂMARA, G. M. S.; MARQUES, L. A.; PEDROSO, D. B.; PIEDADE, S. M. S. Fechamento e índice de área foliar na cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p. 285-295, 2006.
- JULIATTI, F. C.; JULIATTI, B. C. M.; SAGATA, E.; LUCAS, B. V.; SILVA, F. O.; SANTOS, J. A. Efeito de adjuvantes oleosos (Assist e Dash) ao fungicida piraclostrobina + epoxiconazole no controle da ferrugem da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 30., 2008, Rio Verde. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2008. p. 162-165. (Embrapa Soja. Documentos, 304, ISSN 1516-781X)
- JULIATTI, F. C.; POLIZEL, A. C.; BALARDIN, R. S.; VALE, F. X. R. Ferrugem da soja – Epidemiologia e manejo para uma doença reemergente. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 13, p. 351-395, 2005.
- NUYTTENS, D.; DE SCHAMPHELEIRE, M.; BAETENS, K.; BRUSSELMAN, E.; DEKEYSER, D.; VERBOVEN, P. Drift from field crop sprayers using an integrated approach: results of a five-year study. **Transactions of the ASABE**, St. Joseph, v. 54, n. 2, p. 403-408, 2011.
- OZKAN, H. E.; ZHU, H.; DERKSEN, R. C.; GULER, H.; KRAUSE, C. Evaluation of various spraying equipment for effective application of fungicides to control asian soybean rust. **Aspects of Applied Biology**, Warwick, v. 77, n. 1, p. 1-8, 2006.
- SCHERMA, H.; CHRISTIANO, R. S. C.; ESKER, P. D.; DEL PONTE, E. M.; GODOY, C. V. Quantitative review of fungicide efficacy trials for managing soybean rust in Brazil. **Crop Protection**, London, v. 28, n. 9, p. 774-782, 2009.
- SILVA, J. V.; JULIATTI, F. C.; SILVA, J. R. V.; BARROS, F. C. Soybean cultivar performance in the presence of soybean Asian rust, in relation to chemical control programs. **European Journal of Plant Pathology**, Wageningen, v. 131, n. 3, p. 409-418, 2011.
- STAINIER, C.; DESTAIN, M. F.; SCHIFFERS, B.; LEBEAU, F. Droplet size spectra and drift effect of two phenmedipham formulation and four adjuvants mixtures. **Crop Protection**, London, v. 25, n. 12, p. 1238-1243, 2006.

TORMEN, N. R.; SILVA, F. D. L.; DEBORTOLI, M. P.; UEBEL, J. D.; FÁVERA, D. D.; BALARDIN, R. Deposição de gotas no dossel e controle químico de *Phakopsora pachyrhizi* na soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 7, p. 802-808, 2012.

TSAI, M.; ELGETHUN, K.; RAMAPRASAD, J.; YOST, M. G.; FELSOT, A. S.; HEBERT, V. R.; FENSKE, R. A. The Washington aerial spray drift study: Modeling pesticide spray drift deposition from an aerial application. **Atmospheric Environment**, Oxford, v. 39, n. 33, p. 6194-6203, 2005.

VILLALBA, J. F.; DAGOBERTO, M.; COSTA, N. V.; DOMINGOS, V. D. Deposição da calda de pulverização em cultivares de soja no estádio R1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1738-1744, 2009.

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 from 2001 to 2003. **Plant Disease**, St. Paul, v. 89, n. 6, p. 675-677, 2005.

YU, Y.; ZHU, H.; OZKAN, H. E.; DERKSEN, R. C.; KRAUSE, C. R. Evaporation and deposition coverage area of droplets containing insecticides and spray additives on hydrophilic, hydrophobic, and crabapple leaf surfaces. **Transactions of the ASABE**, St. Joseph, v. 52, n. 1, p.39-49, 2009.