

Influência de pontas de pulverização e adjuvante no controle químico da ferrugem asiática da soja

João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha* e Thiago Cintra Manssano Peres

Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Rua Pará, 1720, Cx. Postal 593, 38400-902, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: jpcunha@iciag.ufu.br

RESUMO. Este trabalho teve como objetivo otimizar o controle químico da ferrugem asiática da soja, avaliando a deposição de fungicida no dossel da cultura ao utilizar diferentes pontas de pulverização, em dois volumes de calda, com e sem a adição de adjuvante à calda. 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, jato plano duplo e jato plano duplo com indução de ar), dois volumes de calda (200 e 250 L ha⁻¹) e presença ou ausência do adjuvante dodecil benzeno. A cultivar de soja M-SOY 8001 foi semeada diretamente. Após a aplicação do fungicida composto pela combinação de 200 g de azoxistrobina + 80 g de ciproconazol por litro, na dose de 0,3 L ha⁻¹, avaliou-se a deposição de calda no dossel da cultura, a severidade da ferrugem, a massa de 1.000 grãos e a produtividade. Concluiu-se que as pontas de jato plano defletor e jato plano duplo apresentaram-se superiores à ponta de jato plano duplo com indução de ar quanto a produtividade. O uso do adjuvante testado resultou em maior densidade de gotas nos terços superior e médio do dossel e maior produtividade. O aumento do volume de calda de 200 para 250 L ha⁻¹ não proporcionou melhor controle da ferrugem asiática e ganho de produtividade.

Palavras-chave: tecnologia de aplicação, *Glycine max* L., Merrill, *Phakopsora pachyrhizi*.

ABSTRACT. Spray nozzle and adjuvant effects on the chemical control of soybean Asian rust. This study aimed to optimize the chemical control of soybean Asian rust through the evaluation of fungicide deposition on the canopy with the use of different spray nozzles and spray volumes, in the presence or not of an adjuvant. A randomized complete-block design with four replications was adopted, in a factorial model (3 x 2 x 2): three spray nozzles (turbo flat fan, twin flat fan, and twin flat fan with air induction) and two spray volumes (200 and 250 L ha⁻¹), with and without the use of dodecylbenzene adjuvant. Soybean cv. M-SOY 8001 was sown in no-tillage plots. After application of the fungicide, composed by a mixture of azoxystrobin+ciproconazole (200 g L⁻¹+80 g L⁻¹), at 0.3 L ha⁻¹ of commercial product, spray deposition on the plant canopy, rust severity, 1000-grain weight and yield were evaluated. The results showed that turbo flat fan and twin flat fan were better than twin flat fan with air induction in yield increase. The adjuvant increased the droplet deposition on top and middle parts of the canopy and soybean yield. The increase of spray volume from 200 to 250 L ha⁻¹ did not provide better Asian rust control and yield increase.

Key words: application technology, *Glycine max* L., Merrill, *Phakopsora pachyrhizi*.

Introdução

O controle químico da ferrugem asiática da soja (*Glycine max* L. Merrill), causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow, tem sido de grande importância para a viabilidade da cultura. Na ausência de controle químico eficiente, a ferrugem pode causar prejuízos que variam entre 10 e 75% da produtividade esperada, como já observado no Brasil no ano de 2001 (NAVARINI et al., 2007). Em geral, é dada maior importância ao produto a ser utilizado no controle, e menor à maneira de utilização desse na lavoura.

Segundo Seixas et al. (2006) e Santos et al. (2007), a ferrugem asiática tem seu controle baseado principalmente em fungicidas. Entretanto, de acordo com Raetano (2007), embora os fungicidas sejam bastante eficientes, o controle dessa doença nem sempre é satisfatório. Isso ocorre principalmente pelo fato da mesma iniciar nas partes mais baixas da cultura e, dessa forma, as aplicações de fungicida precisam vencer a barreira imposta pela massa de folhas e promover uma boa cobertura no interior da planta (ZHU et al., 2008).

No momento em que as plantas atingem grande desenvolvimento vegetativo, as aplicações de

fungicida necessitam da máxima capacidade de cobertura e penetração no dossel da planta, mesmo para produtos com características de ação sistêmica. 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 aplicação.

As pontas de pulverização são os componentes mais significativos dos pulverizadores (SIDAHMED, 1998). Atualmente, existem no mercado diferentes tipos, as quais conferem variada capacidade de cobertura do alvo.

Outro fator importante na aplicação do fungicida é o volume de calda empregado (CUNHA; PEREIRA, 2009). Uma aplicação correta tem por objetivo colocar o agrotóxico em um determinado alvo com a maior eficiência possível. Antigamente, isso só poderia acontecer quando a cultura era bem molhada, com grande volume de calda por área. Esse conceito, no entanto, vem mudando, porque esse alto volume pode levar à perda de produto por escorrimento, além de onerar a aplicação.

As técnicas de pulverização precisam oferecer gotas com boa capacidade de penetração e cobertura da massa foliar, mesmo para a aplicação de fungicidas sistêmicos. Já é conhecido que quanto menor a gota na pulverização, maior o risco de deriva, e se a gota for muito grande, a planta pode ter dificuldade em relação à retenção e absorção (CUNHA et al., 2006).

Outra forma de também melhorar a eficiência das aplicações, além da seleção correta das pontas, é a adição de adjuvantes à calda. Os adjuvantes atuam de maneira diferente entre si, promovendo melhoras no molhamento, na aderência, no espalhamento, na redução de espuma e na dispersão da calda de pulverização. Alguns possíveis 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 aspectos físicos, químicos e fisiológicos. Os agrotóxicos possuem afinidades diferentes com os adjuvantes, o que dificulta a generalização quanto à indicação de uso desses produtos (CHOW, 1993).

Segundo Holloway (1994), quando as gotas de pulverização atingem as folhas, essas podem ser retidas, refletidas ou fragmentadas em gotas menores, dependendo principalmente de seu tamanho, velocidade, propriedades físico-químicas intrínsecas à calda e característica da superfície foliar. As propriedades intrínsecas às gotas estão intimamente relacionadas aos componentes da

formulação, destacando a quantidade de adjuvantes na composição da calda.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar o controle químico da ferrugem asiática da soja em função da deposição de calda no dossel da cultura, levando em consideração pontas de pulverização, volumes de calda e adição de adjuvante à calda.

Material e métodos

O presente trabalho foi conduzido na Fazenda Mandaguari, localizada no município de Indianópolis, Estado de Minas Gerais, a altitude de 970 m do nível do mar. Realizou-se a semeadura direta da cultivar de soja M-SOY 8001 (ciclo semiprecoce) em novembro de 2006. O espaçamento de semeadura utilizado foi 45 cm entre fileiras, com 12 plantas por metro. O solo local é classificado como Latossolo Vermelho-Escuro eutrófico, com textura argilosa.

O ensaio foi conduzido no delineamento em blocos casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial ($3 \times 2 \times 2$): três tipos de ponta de pulverização (jato plano defletor TT 110-03, jato plano duplo AD/D 110-03 e jato plano duplo com indução de ar ADIA/D 110-03), dois volumes de calda (200 e 250 L ha⁻¹) e presença ou ausência de adjuvante adicionado à calda.

Foi utilizado como fungicida a combinação de 200 g de azoxistrobina + 80 g de ciproconazol por litro, formulação suspensão concentrada, na dose de 0,3 L ha⁻¹. O fungicida foi aplicado com as diferentes pontas e volumes de calda quatro vezes, em intervalos de aproximadamente 14 dias. A primeira aplicação foi realizada no estágio V₅, quando a soja apresentava severidade de ferrugem de 2%, a segunda, em R₁, a terceira, em R₃ e a quarta, em R₅. O adjuvante comercial utilizado foi o dodecil benzeno, combinado com 172,5 g L⁻¹ de N e 46,0 g L⁻¹ de P₂O₅, empregado na concentração de 100 mL de produto para 100 L de água.

As aplicações foram realizadas utilizando-se um pulverizador autopropelido, com barra de 23 m, contendo 46 bicos espaçados de 0,5 m, e capacidade do tanque de 2.000 L. Equipamento este dotado de controlador eletrônico de pulverização, previamente conferido 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 483 kPa (70 lb pol⁻²) e a velocidade de deslocamento foi 9,0 e 7,5 km h⁻¹, para os volumes de 200 e 250 L ha⁻¹, respectivamente. 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 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 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 de pulverização utilizadas.

Ponta	Descrição	Fabricante	Classe de gotas*
TT 110-03	Jato plano defletor	Tecjet	Média-grossa
AD/D 110-03	Jato plano duplo	Magno	Fina-média
ADIA/D 110-03	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, massa de 1.000 grãos e produtividade. Também se avaliou a 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 calda 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 à água (76 x 26 mm). Antes da pulverização, foram marcadas quatro plantas, escolhidas ao acaso em cada parcela. Em cada uma delas, junto à face adaxial da folha, foram colocadas três etiquetas de papel hidrossensível, uma em cada terço (superior, médio e inferior) da planta. Posteriormente, foi feita a quantificação da deposição em cada etiqueta, procedendo-se a contagem do número de impactos por centímetro quadrado, com auxílio de uma lupa de aumento (10x). Não foram utilizados programas computacionais para contagem de gotas, tendo em vista o baixo contraste obtido em virtude da alta umidade do ar no momento da aplicação.

A severidade foi quantificada com auxílio da escala diagramática proposta por Godoy et al. (2006). As avaliações foram realizadas aos 100 e 121 dias após a emergência (DAE) em dez plantas aleatoriamente marcadas em cada parcela. Para cada planta selecionada, avaliaram-se três trifólios, provenientes de cada terço. As médias dessas avaliações constituíram a severidade média da doença na parcela.

A colheita foi realizada ao final do ciclo da cultura, sendo avaliada a massa de 1.000 grãos e a produtividade. Cada parcela correspondeu à metade

da barra do pulverizador por um comprimento de 25 m, perfazendo 287,5 m². Somente para coleta dos dados de produtividade, foi delimitada aleatoriamente uma área de 10 m², em cada parcela. A massa dos grãos foi corrigida para o conteúdo de água de 13% (b.u.).

Os dados obtidos de deposição, severidade de ferrugem, massa de 1.000 grãos e produtividade foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Durante as aplicações do fungicida, monitoraram-se as condições ambientais de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento. 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 55% e velocidade do vento entre 3,2 e 6,4 km h⁻¹.

Resultados e discussão

De acordo com a Tabela 2, observa-se o efeito das pontas de pulverização e do 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 nos terços médio e superior das plantas. Com relação às pontas, a densidade de gotas depositadas nos terços superior e médio 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. No terço 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 nos terços inferior, médio e superior do dossel da cultura da soja, cultivar M-SOY 8001 no estágio R₅, considerando o volume de calda de 200 L ha⁻¹.

Ponta	Densidade de gotas (gotas cm ⁻³)		
	Água	Água + Adjuvante	Média
Terço superior			
ADIA/D	A120a*	A139c	130
AD/D	B159a	A241b	200
TT	B164a	A378a	271
Média	148	253	
CV: 14,4%			
Terço médio			
ADIA/D	B81a	A105b	93
AD/D	B88a	A144ab	116
TT	B128a	A189a	159
Média	99	146	
CV: 21,9%			
Terço inferior			
ADIA/D	A47b	A42b	45
AD/D	A122a	A103a	113
TT	A126a	A145a	136
Média	98	96	
CV: 27,6%			

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

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 gotas grossas penetrarem no dossel das plantas.

É possível notar também grande desuniformidade de cobertura em relação aos terços das plantas, sendo a deposição no terço superior maior que no 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. Boschini et al. (2008) também indicaram 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.

Não ocorreram condições de vento 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 comparada às pontas de apenas um orifício para o mesmo volume nominal, promove maior pulverização do líquido, gerando gotas de menor diâmetro.

De maneira geral, o uso do adjuvante promoveu aumento de densidade de gotas depositadas nos terços superior e médio do dossel, mas não melhorou a deposição no terço 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 do adjuvante. A redução na tensão superficial do líquido pode levar à redução no tamanho das gotas, no entanto, a extensão desta redução irá depender do tipo de ponta. Butler-Ellis et al. (2001) indicaram 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, têm-se os resultados de severidade, massa de 1.000 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 com 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 calda na severidade de ferrugem, massa de 1.000 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 calda (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

*A primeira avaliação de severidade foi realizada aos 100 DAE (Estágio R₀) e a segunda, aos 121 DAE (Estágio R₂). **Médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Com relação à massa de 1.000 grãos, o uso do adjuvante e da ponta de jato plano defletor promoveu o seu maior incremento. As maiores produtividades foram obtidas com o uso do adjuvante e das pontas de jato plano defletor e jato plano duplo. A ponta de jato plano duplo 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. Esse resultado pode ser melhor entendido observando-se a Tabela 2. A ponta com indução de ar promoveu menor densidade de gotas no terço inferior da cultura, o que refletiu na produtividade que também foi inferior à encontrada com as demais pontas.

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 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 à colheita, tendo em vista que o mesmo pode ser aumentado com o uso de adjuvantes.

A variação do volume de calda não influenciou a severidade de ferrugem, a massa de 1.000 grãos e a produtividade. Dessa forma, recomenda-se utilizar o menor volume testado, objetivando aumentar a capacidade operacional dos pulverizadores e reduzir os custos operacionais.

Os resultados obtidos 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 apresentou-se bastante severa, com incidência inicial antes do florescimento, no estágio V₄. A primeira aplicação do fungicida foi realizada quando a soja já apresentava severidade de ferrugem de 2%, o que aumentou a pressão da doença na área, permitindo maior diferenciação dos tratamentos.

Além disso, o fato de se ter trabalho com um pulverizador autopropelido pode ter colaborado para maior turbulência do jato, modificando a penetração do jato pulverizado no dossel da cultura, quando comparado a experimentos com a aplicação de fungicida com pulverizador costal.

Conclusão

As pontas de jato plano defletor e jato plano duplo apresentaram-se superiores à ponta de jato plano duplo com indução de ar, quanto a produtividade da cultura da soja.

O uso do adjuvante testado resultou em maior densidade de gotas nos terços médio e superior do dossel e maior produtividade. No entanto, seu comportamento em relação à qualidade da pulverização variou dependendo da ponta empregada.

O aumento do volume de calda de 200 para 250 L ha⁻¹ não proporcionou melhor controle da doença, não resultando em ganho de produtividade.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – Fapemig, pelo suporte financeiro que permitiu o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa.

Referências

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**, v. 30, n. 2, p. 171-175, 2008.

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 Surfaces**, v. 180, n. 3, p. 267-276, 2001.

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.; PEREIRA, R. G. Efeito de pontas e volumes de pulverização no controle químico de doenças do milho. **Ciência Agrônômica**, v. 40, n. 4, p. 533-538, 2009.

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**, v. 36, n. 5, p. 1360-1366, 2006.

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

HOLLOWAY, P. J. 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.

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

RAETANO, C. G. Assistência de ar e outros métodos de aplicação a baixo volume em culturas de baixo fuste: a soja como modelo. **Summa Phytopathologica**, v. 33, supl., p. 105-106, 2007.

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**, v. 26, n. 10, p. 1589-1594, 2007.

SANTOS, J. A.; JULIATTI, F. C.; SANTOS, V. A.; POLIZEL, A. C.; JULIATTI, F. C.; HAMAWAKI, O. T. Caracteres epidemiológicos e uso da análise de agrupamento para resistência parcial à ferrugem da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 443-447, 2007.

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**, v. 31, supl., 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**, v. 41, n. 3, p. 531-536, 1998.

STAINIER, C.; DESTAIN, M. F.; SCHIFFERS, B.; LEBEAU, F. Droplet size spectra and drift effect of two phenmedipham formulations and four adjuvant mixtures. **Crop Protection**, v. 25, n. 12, p. 1238-1243, 2006.

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.

ZHU, H.; DERKSEN, R. C.; OZKAN, H. E.; REDING, M. E.; KRAUSE, C. R. Development of a canopy opener to improve spray deposition and coverage inside soybean canopies. 2. Opener design with field experiments. **Transactions of the ASABE**, v. 51, n. 6, p. 1913-1922, 2008.

Received on April 17, 2008.

Accepted on February 18, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.