

1 INTRODUÇÃO

Nos sistemas de agricultura intensiva, com constantes ciclos de pragas e patógenos durante o desenvolvimento da lavoura, o controle químico tornou-se uma prática constante, especialmente nos estádios avançados da cultura. Segundo Navarini (2008), o adensamento de plantas na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) dificulta a proteção química dos terços médio e inferior. Desse modo, a calda não consegue atingir o alvo adequadamente, reduzindo o residual de controle.

De acordo com Zhu et al. (2008), as folhas funcionam como barreiras aos fungicidas, prejudicando a boa cobertura no interior da planta. Cunha e Peres (2010), afirmam que para vencer essa barreira, os fungicidas precisam de níveis ótimos de cobertura e penetração no dossel da planta, mesmo no caso de produtos sistêmicos. Esta característica é importante não só para os fungicidas, mas para todos os produtos fitossanitários utilizados para a proteção de plantas.

Assim, a escolha correta da ponta e da técnica de aplicação do produto fitossanitário, bem como o momento da aplicação, são algumas das formas de sucesso na boa deposição nos alvos biológicos (CUNHA; PERES, 2010). No entanto, muitas vezes, leva-se somente em consideração o produto a ser aplicado, deixando a técnica de aplicação em segundo plano. É preciso garantir que o produto alcance o alvo de forma eficiente, minimizando-se as perdas (MATTHEWS, 2002; CUNHA, 2008).

Dentre estas técnicas de aplicação, pode-se citar a importância da utilização de um volume de calda adequado para cada cultura, da utilização de pontas que produzam gotas uniformes e de tamanho seguro para as aplicações, além da utilização de pulverizador em bom estado de manutenção (SOUZA et al., 2011).

A possibilidade da redução nos volumes de calda aplicados é um fator importante a ser considerado, conforme as condições de campo. Esta possibilidade permite o aumento da capacidade operacional dos pulverizadores, bem como a diminuição nos custos de aplicação (GARCERÁ et al., 2011; SOUZA et al., 2011). De acordo com Souza et al. (2012), menores volumes de calda podem proporcionar maior capacidade operacional dos equipamentos de pulverização, reduzindo assim os custos operacionais (mão de obra, desgaste de maquinário, quantidade de combustível utilizado, entre outros) e favorecendo o aproveitamento das boas condições climáticas.

No entanto, essa redução de volume requer otimização da tecnologia de aplicação, a fim de manter a eficiência das aplicações.

Nos pulverizadores, componentes importantes são as pontas de pulverização (SIDAHMED, 1998). Segundo Cunha e Peres (2010), no mercado atual há vários tipos de pontas que permitem variadas capacidades de cobertura dos alvos. Rodrigues et al. (2012), afirmam que o conhecimento operacional das pontas de pulverização determina a eficiência das aplicações.

Com o propósito de reduzir o consumo de calda nas aplicações, com consequente redução das perdas para o solo, além de aumentar o contato da gota com o alvo de aplicação, foi desenvolvido um equipamento de pulverização para ser conjugado à barra dos pulverizadores hidráulicos convencionais, denominado de Kit Alvo[®] de Pulverização.

Este equipamento é constituído de uma barra auxiliar, dotada de pontas de pulverização ao longo de sua extensão, acoplada na barra principal do pulverizador, a fim de substituir a mesma. Como cada pulverização exige uma altura ideal de aplicação, o equipamento permite a regulação de sua altura em relação ao solo ou à cultura. Esta característica pode contribuir para a redução dos riscos de deriva mesmo com o uso de gotas finas, visto que a barra trabalha o mais próximo possível do alvo.

Entretanto, ainda existem poucos estudos sobre a eficiência real desse equipamento em campo. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a deposição de calda nas plantas de soja e as perdas para o solo em função de diferentes volumes de calda com o uso de uma barra auxiliar de pulverização, e compará-las com o método convencional, empregando pulverizador com apenas a barra principal.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda Pasto do Passarinho, localizada no município de Uberlândia, Minas Gerais, a uma altitude de 970 metros, 19°05'39,1272''S de latitude e 48°08'08,0241''W de longitude. A área possui topografia plana e solo argiloso. O experimento foi instalado em lavoura de soja (espaçamento entre linhas de 0,5 m e 10 plantas por metro), em estádio R6, variedade CD 237RR, na safra 2012/2013. Na safra anterior a área também foi cultivada com soja.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso (DBC), contendo quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 parcelas. Avaliou-se a deposição

de calda em função de dois equipamentos de pulverização (pulverizador de barra convencional e pulverizador de barra dotado com uma barra auxiliar) e dois volumes de calda, conforme descrito na Tabela 1. As pontas, as pressões e os volumes de calda empregados na aplicação com barra convencional foram escolhidos levando-se em consideração os tratamentos usualmente utilizados pelos agricultores na região do ensaio para aplicação de fungicida em soja. Para as escolhas na barra auxiliar, foram consideradas as recomendações de trabalho sugeridas pelo fabricante do equipamento.

TABELA 1. Descrição dos tratamentos avaliados

	Tratamento	Ponta	Pressão (kPa)	Volume de Calda (L ha⁻¹)
1	Barra auxiliar	Cone vazio (MGA 80005)	1020	50
2	Barra auxiliar	Cone vazio (MGA 8001)	1020	100
3	Convencional	Jato plano simples (AD 03)	207	150
4	Convencional	Jato plano simples (AD 03)	345	200

As parcelas experimentais constaram de uma área de 100 m², sendo 10 m de comprimento e 10 m de largura. Como área útil, considerou-se 6 m de comprimento e 6 m de largura, resultando em 36 m².

O equipamento utilizado para as aplicações foi um pulverizador de arrasto hidráulico terrestre da marca Montana, modelo Ranger 3000, dotado de tanque de 3000 L, com uma barra convencional de 18 m de comprimento e, opcionalmente, com barra auxiliar acoplada ao sistema hidráulico. Para facilitar as operações, trabalhou-se apenas com metade da barra. A velocidade de operação em todos os tratamentos foi mantida em 8,0 km h⁻¹. A barra auxiliar (Kit Alvo[®]) foi constituída de um tubo resistente, com tamanho proporcional à barra principal do pulverizador (Figura 1). Trata-se de uma barra auxiliar de pulverização dotada de pontas de pulverização ao longo de sua extensão, voltadas para trás, com espaçamentos regulares entre os bicos, na qual em seu interior há uma rede de canos que comunicam a calda até as pontas. Para o seu funcionamento, a barra original do pulverizador é desativada, e o equipamento é acoplado à barra do pulverizador por meio de bastões flexíveis. A altura em relação ao solo ou à cultura é regulável e depende do tipo de aplicação e do estágio vegetativo da cultura, de modo que a barra auxiliar fique o mais próximo possível do solo.



FIGURA 1. a) Barra auxiliar acoplada ao pulverizador na área de estudo avaliada. b) Detalhe dos bastões flexíveis que promovem a ligação entre a barra auxiliar a barra principal do pulverizador.

Para todos os tratamentos, o espaçamento entre bicos foi de 0,5 m entre si. As pontas de pulverização utilizadas, a pressão de trabalho e o volume de aplicação encontram-se na Tabela 1. Segundo o fabricante, o reduzido volume de calda empregado com a barra auxiliar deve-se ao fato de que a mesma foi desenvolvida para operar com baixos volumes, visto que, pode-se trabalhar com produção de gotas finas, já que a aplicação é realizada diretamente nas folhas da planta.

Antes de iniciar a aplicação, foi conduzido um estudo de caracterização das gotas pulverizadas, visando conhecer melhor os tratamentos, por meio da avaliação das gotas depositadas em papéis sensíveis a água (76 x 26 mm). Desta forma, foram colocados quatro papéis hidrossensíveis em cada parcela antes da pulverização, buscando mantê-los na posição horizontal e voltados para cima. Após a aplicação, estes foram recolhidos e armazenados em envelopes, livres de umidade para posterior quantificação e caracterização dos impactos em cada papel.

Para a leitura dos papéis, estes foram digitalizados por meio de um scanner (resolução espacial de 600 dpi não interpolados, com cores em 24 bits) e analisados utilizando-se o programa computacional CIR 1.5 (Conteo y Tipificación de Impactos de Pulverización), específico para essa finalidade. Determinou-se o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), a amplitude relativa (AR) e a percentagem do volume de gotas com diâmetro inferior a 100 μm ($\%<100$).

A amplitude relativa foi determinada utilizando-se a equação 1:

$$AR = \frac{D_{v0,9} - D_{v0,1}}{D_{v0,5}} \quad (1)$$

Em que,

$D_{v0,1}$ - diâmetro de gota tal que 10% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas menores que esse valor, μm ;

$D_{v0,5}$ - diâmetro de gota tal que 50% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas menores que esse valor (DMV), μm , e

$D_{v0,9}$ - diâmetro de gota tal que 90% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas menores que esse valor, μm .

Após o estudo de espectro de gotas, realizou-se o estudo de deposição de calda nas plantas de soja e perdas para o solo. Para a avaliação da deposição e das perdas para o solo, foi adicionado à calda de aplicação um traçador composto do corante alimentício Azul Brilhante (catalogado internacionalmente pela “Food, Drug & Cosmetic” como FD&C Blue n.1), na dose de 300 g ha^{-1} (ajustando-se a quantidade do corante adicionado ao tanque em função do volume de aplicação empregado), para ser detectado por absorvância em espectrofotometria.

Utilizou-se um espectrofotômetro (fotômetro fotoelétrico de filtro), com lâmpada de tungstênio-halogênio para realizar as leituras. A quantificação da coloração foi feita por absorvância em 630 nm, faixa de detecção do corante azul utilizado. De acordo com Pinto et al. (2007), o traçador Azul Brilhante é estável por um período de 5 horas de exposição solar.

Imediatamente após a aplicação da calda em cada parcela, coletaram-se dez folhas nas partes superiores e dez folhas nas partes inferiores de plantas escolhidas ao acaso. As folhas foram acondicionadas em sacos plásticos, separados de acordo com a posição na planta, e armazenadas em caixa térmica para posterior manipulação em laboratório. A determinação de perdas de calda para o solo foi realizada por meio da distribuição ao acaso de duas placas de Petri ($307,72 \text{ cm}^2$ cada) por parcela. Após a pulverização, as mesmas foram recolhidas e acondicionadas em caixa térmica para posterior manipulação.

Em laboratório, adicionou-se 100 mL de água destilada em cada saco plástico contendo as folhas de soja. Nas placas de Petri foram adicionados 50 mL de água destilada. Os mesmos foram fechados e agitados por 30 segundos para a homogeneização do corante presente nas amostras. Em seguida o líquido foi retirado e

transferido para copos plásticos, os quais foram acondicionados em local refrigerado providos de isolamento luminoso por 24 horas para posterior leitura de absorvância no espectrofotômetro.

Com o uso de curvas de calibração, obtidas por meio de soluções-padrão de corante, os dados de absorvância foram transformados em concentração (mg L^{-1}). De posse da concentração inicial da calda e do volume de diluição das amostras, determinou-se a massa de corante retida nas folhas de soja coletadas nas parcelas. O depósito total foi dividido pela área foliar de cada amostra, obtendo-se assim, a quantidade em μg de corante por cm^2 de área foliar. Para as perdas para o solo, o mesmo foi feito em relação área das placas.

As condições ambientais durante as aplicações foram monitoradas por meio de um termo-higro-anemômetro digital (Kestrel® 4000). A temperatura variou de $27,1^\circ\text{C}$ a 30°C ; a umidade relativa do ar variou de 53% até 65,8% e a velocidade do vento variou de $1,6 \text{ km h}^{-1}$ a $6,7 \text{ km h}^{-1}$.

Os dados de espectro de gotas, deposição de calda e perdas para o solo foram primeiramente submetidos aos testes de Kolmogorov-Smirnov e de Levene com o auxílio do programa SPSS 17.0 (SPSS, 2005), para avaliar a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias respectivamente. Procedeu-se o teste de F por meio da análise de variância e quando pertinente às médias foram comparadas pelo Teste de Tukey, a 0,05 de significância, com a utilização do programa SISVAR (FERREIRA, 2005).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado dos testes de normalidade e homogeneidade para as características estudadas encontram-se na Tabela 2. Observa-se que para as todas as variáveis estudadas os resíduos apresentaram distribuição normal e as variâncias foram homogêneas, com exceção da variável perdas para o solo que apresentaram variâncias heterogêneas. Vale ressaltar que, foram realizadas transformações de dados (raiz de x e raiz de $x+0,5$), entretanto os dados não atingiram homogeneidade, portanto optou-se pela utilização dos dados originais para proceder o teste de médias.

TABELA 2. Resultados dos testes de pressuposições da análise de variância

Variável	Normalidade	Homogeneidade
	Médias (significância)	
Deposição nas folhas Superiores	0,915 (0,079)*	1,126 (0,368) ⁺
Deposição nas folhas Inferiores	0,920 (0,101)*	1,918 (0,167) ⁺
Perdas para o solo	0,963 (0,614)*	8,026 (0,002) ^{ns}
DMV	0,893 (0,031)*	1,975 (0,158) ⁺
AR	0,970 (0,747)*	2,571 (0,090) ⁺
Dv<100 µm	0,935 (0,188)*	1,932 (0,165) ⁺

*Resíduos com distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk a 0,01 de significância. ⁺Variâncias homogêneas, ^{ns}variâncias heterogêneas pelo teste de Levene a 0,01 de significância.

Os dados de DMV, AR e % de gotas < 100 µm encontram-se na Tabela 3. Os menores valores de DMV ocorreram nos tratamentos com o uso da barra auxiliar associado a pontas de jato cônico vazio, bem como a maior porcentagem de gotas menores que 100 µm. Em relação à amplitude relativa (AR), o tratamento com o uso da barra auxiliar no volume de 50 L ha⁻¹ proporcionou o menor valor de AR. Os maiores valores foram observados utilizando-se a barra principal do pulverizador.

TABELA 3. Diâmetro da mediana volumétrica (DMV, µm), amplitude relativa (AR) e percentagem do volume de gotas com diâmetro inferior a 100 µm (%<100) em função da tecnologia de aplicação adotada.

Tratamentos ¹	Volume de calda	DMV (µm)	AR	%<100 (%)
	(L ha ⁻¹)			
Barra auxiliar	50	84,61 b	0,75 a	70,07 c
Barra auxiliar	100	121,88 b	0,86 ab	26,54 b
Convencional	150	349,14 a	1,19 b	3,73 a
Convencional	200	277,63 a	1,18 b	6,49 a
CV (%)		14,61	18,93	28,49
F		85,359*	6,295*	81,111*

¹Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; CV: coeficiente de variação; F: valor de F calculado. *Significativo a 0,05.

Alves e Cunha (2011), avaliando deposição de calda com o uso da barra auxiliar de pulverização comparada com o método convencional de pulverização apenas com a barra principal na cultura da soja, notaram maiores valores de DMV nos tratamentos com o uso da barra auxiliar, contrapondo-se a este trabalho. Contudo os autores avaliaram somente pontas de jato plano standard 11002, com pressões de trabalho

reguladas para a obtenção de um volume de calda de 150 L ha⁻¹, em todas as aplicações, o que explica as diferenças encontradas.

O tamanho homogêneo das gotas pulverizadas e a distribuição uniforme das mesmas favorece uma melhor aplicação. Neste sentido, espectros de gotas mais heterogêneos são notados em amplitudes relativas maiores. Amplitudes relativas tendendo a zero, por outro lado, figuram espectros de gotas mais homogêneos (VIANA et al., 2010). Neste sentido, os tratamentos com uso da barra auxiliar no volume de 50 e 100 L ha⁻¹, apresentaram maior uniformidade de tamanho das gotas quando comparados ao tratamentos com uso apenas da barra principal, o que pode estar relacionado às pontas de pulverização empregadas.

As aplicações convencionais apenas com a barra principal, nos dois volumes estudados, apresentaram porcentagens mais baixas de gotas menores que 100 µm, isto é, menores riscos de sofrer deriva. De acordo com Bueno et al. (2011), quanto menor a porcentagem de gotas sujeitas à deriva, apesar de não haver um valor padrão, menores são riscos de perdas. Cunha et al. (2003), por sua vez, afirmam que valores abaixo de 15% de volume de gotas com diâmetro inferior a 100 µm podem implicar em pulverizações mais seguras. É necessário destacar a maior proximidade da barra auxiliar com o solo e com o terço inferior da cultura. Este fato pode proporcionar menor influência dos ventos sobre as gotas, já que a calda leva menos tempo para ser depositada no alvo. Contudo, é importante ressaltar que neste estudo não foi realizada a avaliação de deriva a campo.

Na Tabela 4, nota-se que a deposição de calda nas folhas superiores e inferiores das plantas de soja foi maior nos tratamentos com uso da barra auxiliar no volume de 100 L ha⁻¹, contudo não se diferiu dos tratamentos com uso apenas da barra principal nos dois volumes estudados. O tratamento com uso da barra auxiliar no volume de 50 L ha⁻¹, apresentou o menor valor de deposição nas folhas. Como a cultura já se apresentava em estágio reprodutivo, com uma alta quantidade de massa foliar, o volume reduzido utilizando a barra auxiliar pode ter sido insuficiente para proporcionar uma boa deposição de calda nas folhas da cultura.

TABELA 4. Quantidade de traçador (µg cm⁻²) nas folhas superiores e inferiores de plantas de soja em função da aplicação com e sem o uso de uma barra auxiliar de pulverização, em diferentes volumes de calda

Tratamentos ¹	Volume de calda	Folhas superiores	Folhas inferiores
	(L ha ⁻¹)	(µg cm ⁻²)	(µg cm ⁻²)
Barra auxiliar	50	0,568 b	0,523 b
Barra auxiliar	100	2,719 a	0,947 a
Convencional	150	1,370 ab	0,741 ab
Convencional	200	1,065 ab	0,716 ab
CV (%)		73,10	24,32
F		3,874*	4,751*

¹Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; CV: coeficiente de variação; F: valor de F calculado. * Significativo a 0,05

A fim de avaliar o efeito de diferentes volumes de aplicação (151,9 e 96,6 L ha⁻¹) e uso da assistência de ar sobre a deposição e penetração da calda na cultura de soja, visando melhor controle da ferrugem asiática da soja, Bauer et al. (2009) notaram que as taxas mais elevadas de aplicação resultaram em maiores índices de depósito.

Cunha et al. (2006), ao avaliar o controle químico da ferrugem asiática e a deposição de calda fúngica na cultura da soja, em função de diferentes volumes de aplicação (115 e 160 L ha⁻¹) e tipos de ponta de pulverização (jato plano padrão, jato plano de pré-orifício, jato plano de indução de ar e jato plano duplo de indução de ar), verificaram que o maior volume proporcionou maior retenção de calda no dossel das plantas, seja na parte superior ou inferior das mesmas. De acordo com estes autores, o incremento do volume de aplicação favorece o aumento de calda retida na planta até certo ponto, a partir do qual a superfície não mais retém o líquido, passando a ocorrer o escoamento, o que não é desejável.

Alves e Cunha (2011) constataram em suas avaliações que o uso da barra auxiliar de pulverização proporcionou maior cobertura nas folhas pela calda fungicida no terço superior da planta, semelhante aos resultados aqui apresentados. No entanto, segundo os autores, a cobertura nas folhas inferiores não foi influenciada pelo uso da barra auxiliar.

Por outro lado, Scudeler et al. (2004), estudando a influência de ponta de pulverização na deposição de calda sobre a cultura da batata, não encontraram diferenças na deposição da pulverização na parte superior das plantas pulverizadas, com pontas de jato cônico JA-4 e pontas com indução de ar AVI 11004. Na parte inferior das plantas, a maior penetração da pulverização foi obtida com maior volume (600 L ha⁻¹) e menores gotas (ponta JA-4).

Farinha et al. (2009), em quantificação da uniformidade dos depósitos da calda de pulverização em duas cultivares de soja ('CD 208' e 'CD 216'), no estádio R1 utilizando diferentes pontas e volumes de pulverização (jato plano AI 110015 a 150L ha⁻¹, AI 11002 a 200 e 250 L ha⁻¹; jato plano duplo TJ 60 11002 a 150, 200 e 250 L ha⁻¹; jato cônico TX-6 a 150 L ha⁻¹, TX-8 a 200 L ha⁻¹ e TX-10 a 250 L ha⁻¹; e jato plano duplo de baixa deriva DGTJ 11002 a 200 L ha⁻¹), encontraram baixos depósitos quando foi utilizada a ponta jato cônico TX-6 (gotas finas) com 150 L ha⁻¹ de volume de calda, diferentemente dos resultados encontrados neste trabalho, uma vez que, os maiores depósitos foram obtidos com a utilização da barra auxiliar com 100 L ha⁻¹ e pontas de jato cônico vazio, com padrão de gotas finas. Segundo estes autores, esta ponta teria maior probabilidade de penetração em plantas de elevado dossel com a utilização de volumes superiores a 200L ha⁻¹. Vale ressaltar que no presente estudo, a soja encontrava-se em R6 e, portanto, muito mais enfolhada, o que pode explicar a diferença nos resultados.

Com relação às perdas para o solo, por sua vez, não houve diferença entre os tratamentos avaliados, independente do equipamento de pulverização e do volume de calda aplicado (Tabela 5). Embora não tenha ocorrido diferença nos depósitos nas folhas, vale ressaltar que o emprego da barra auxiliar pode proporcionar maiores capacidades operacionais, devido aos menores consumos de calda, o que traduz-se em redução de custos operacionais.

TABELA 5. Perdas para o solo (μg de traçador cm^{-2}) em função da aplicação com e sem o uso de uma barra auxiliar de pulverização

Tratamentos ¹	Volume de calda	Perdas para o solo ($\mu\text{g cm}^{-2}$)
	(L ha ⁻¹)	
Barra auxiliar	50	0,038
Barra auxiliar	100	0,125
Convencional	150	0,081
Convencional	200	0,046
CV (%)		76,80
F		2,549 ^{ns}

¹Teste de F não significativo. ^{ns} não significativo. CV: coeficiente de variação.; F: valor de F calculado.

Raetano e Bauer (2004), avaliando a influência da assistência de ar na deposição da calda de pulverização em plantas de feijoeiro em função de pontas de pulverização de jato cônico vazio (JA-0,5 e JA-1) e jato plano (AXI-110015), e volumes de calda (60 e 100 L ha⁻¹), concluíram que os maiores volumes de aplicação apresentaram níveis significativamente maiores de perdas para o solo, se comparados aos obtidos com o menor volume, em toda a planta, diferentemente dos resultados apresentados neste trabalho.

Normalmente, esperam-se maiores escorrimentos nas aplicações com volumes de calda maiores. Contudo, este parâmetro relaciona-se diretamente com a estrutura do alvo e o índice de área foliar, isto é, quando a área foliar não é suficiente para reter o volume de calda, pode ocorrer escorrimento. De acordo com Derksen e Sanderson (1996), a fim de avaliar a influência do volume de calda na deposição foliar de produtos fitossanitários, verificaram que maiores volumes permitem uma distribuição do produto na planta por meio do escorrimento da parte superior para a inferior, no entanto esta condição aumenta os riscos de contaminação do solo, devido à possibilidade da não retenção da calda nas folhas. Souza et al. (2012), em estudo de deposição do herbicida 2,4-D Amina em plantas infestantes aplicado com três pontas de pulverização (ponta de jato plano duplo de pré-orifício, jato plano defletor e jato plano defletor com indução de ar) e dois volumes de aplicação (80 e 130 L ha⁻¹), afirmaram que alvos com pequeno índice de área foliar podem promover mais facilmente escorrimento e perdas para o solo.

Diante disso, o fato de a cultura estar em estágio avançado de desenvolvimento, com grande cobertura foliar, pode ter feito com que não ocorressem diferenças entre os tratamentos, independente da tecnologia e do volume de aplicação utilizados.

No entanto, estudos ainda devem ser feitos a fim de avaliar se o contato direto entre a barra auxiliar e as plantas de soja não causam danos à cultura.

4 CONCLUSÕES

O uso de a barra auxiliar com pontas de jato cônico vazio promoveu os menores valores de DMV e AR, contudo levou a maior porcentagem de gotas sujeitas a deriva. O

inverso ocorreu para as aplicações com barra convencional e pontas de jato plano simples.

A deposição de calda nas folhas superiores e inferiores das plantas de soja foi maior utilizando-se a barra auxiliar no volume de 100 L ha⁻¹, não se diferindo das aplicações convencionais, demonstrando a viabilidade do uso desse equipamento.

Não houve diferença com relação às perdas de calda para o solo independente da tecnologia adotada.

REFERÊNCIAS

- ALVES, G. S.; CUNHA, J. P. A. R. Deposição de calda em diferentes posições da planta e produtividade da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com o uso de barra auxiliar de pulverização. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.7, n. 12, p. 1-8; 2011.
- BAUER, F. C.; FERNANDES, C. D.; PEREIRA, F. A. R.; FILHO, D. B.; MARQUES, D. C. **Deposição e penetração da calda em cultura de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com utilização de diferentes volumes de aplicação e assistência de ar**. Publicatio UEPG: Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias, Ponta Grossa, v. 15, n. 2, p. 107-111, 2009.
- 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**, Uberlândia, v. 54, n. 3, p. 225-234, 2011.
- CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; COURRY, J. R.; FERREIRA, L. R. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 325- 332, 2003.
- CUNHA, J. P. A. R.; DOS REIS, E. F.; DE OLIVEIRA SANTOS, R. 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. Simulação da deriva de agrotóxicos em diferentes condições de pulverização. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1616-1621, 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.

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.

FARINHA, J. V.; MARTINS, D.; 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.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. In *Revista Symposium*, v. 6, n 2, p. 36-41, 2008.

GARCERÁ, C.; CHUECA, P.; MOLTÓ, E. Effect of spray volume of two organophosphate pesticides on coverage and on mortality of California red scale *Aonidiella aurantii* (Maskell). **Crop Protection**, London, v. 30, n. 6, p. 693–697, 2011.

MATTHEWS, G. A. The application of chemicals for plant disease control. In: WALLER, J. M.; LENNÉ, J. M.; WALLER, S. J. **Plant pathologists pocketbook**. London: CAB, 2002. p. 345-353.

NAVARINI, L. **Resposta de cultivares de soja ao controle químico de ferrugem asiática**. 2008, 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Rurais – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

PINTO, J. R.; LOECK, A. E.; SOUZA, R. T.; LOUZADA, R. S. Estabilidade à exposição solar dos traçantes azul brilhante e amarelo tartrasina utilizados em estudos de deposição de pulverização. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 1, p. 105-107, 2007.

RAETANO, C. G.; BAUER, F. C. Deposição e perdas da calda em feijoeiro em aplicação com assistência de ar na barra pulverizadora. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 2, p. 309-315, 2004.

RODRIGUES, G. J.; TEIXEIRA, M. M.; ALVARENGA, C. B. de. Desempenho operacional de pontas hidráulicas na determinação de parâmetros da pulverização hidropneumática. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 8-15, 2012.

SCUDELER, F.; FUGIKAWA, L. H.; RAETANO, C. G. Influência do tipo de ponta de pulverização e do volume de aplicação na deposição do traçador cobre na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., Botucatu, 2004, **Anais...** Botucatu: Unesp, 2004.

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.

SOUZA, L. A.; CUNHA, J. P. A. R.; PAVANIN, L. A. Eficácia e perda do herbicida 2,4-D amina aplicado com diferentes volumes de calda e pontas de pulverização. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 2, p.1149-1156, 2011.

SOUZA, L. A.; CUNHA, J. P. A. R.; PAVANIN, L. A. Deposição do herbicida 2,4-D Amina com diferentes volumes e pontas de pulverização em plantas infestantes. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 78-85, 2012.

STATISTICS, S. P. S. S. Version 17.0. **Chicago: SPSS Inc**, 2008.

VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, M. C.; TEIXEIRA, M. M.; ROSELL, J. R.; TUFFI SANTOS, L. D.; MACHADO, A. F. L. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 439-446, 2010.

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.