

**CARACTERIZAÇÃO DA APLICAÇÃO COM DIFERENTES INSETICIDAS E PONTAS DE PULVERIZAÇÃO NA CULTURA DA SOJA**

Lilian Lúcia Costa¹, Ângela Lúcia Costa Gratone Carneiro², Anderson Dias Vaz de Souza³, Dieimisson Paulo Almeida⁴ & Marcelo da Costa Ferreira⁵

¹ Engenheira Agrônoma, Professora do IF Goiano/Morrinhos-GO, lilian.costa@ifgoiano.edu.br

² Discente do curso de agronomia da UEG/Ipameri-GO, angelalucia.costa@gmail.com

³ Discente do curso de agronomia da UEG/Ipameri-GO, andersondias_99@hotmail.com

⁴ Engenheiro Agrônomo, doutorando do programa de pós-graduação da UNESP/Jaboticabal-SP, dieimissonpa@gmail.com

⁵ Engenheiro Agrônomo, Professor da UNESP/Jaboticabal-SP, mdacosta@fcav.unesp.br

Palavras-chave:

ângulo de contato
diâmetro mediano volumétrico
espectro de gotas
molhabilidade
tensão superficial

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o espectro de gotas gerado por dois modelos de pontas de pulverização e as características físico-químicas de duas caldas inseticidas utilizadas na cultura da soja. Nas análises do espectro das gotas pulverizadas, o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2x2), com quatro tratamentos e doze repetições. Os tratamentos foram representados pela aplicação de dois inseticidas (zeta-cipermetrina + bifentrina[®] e acefato[®]) utilizados para o controle de percevejos na cultura da soja, combinados com dois modelos de pontas de pulverização (ADI 11002 e JFC 80015). Para determinação da tensão superficial dinâmica e ângulo de contato das caldas inseticidas e da água pura e de abastecimento público foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado e cinco repetições. A ponta ADI 11002 proporciona maior diâmetro mediano volumétrico e menor porcentagem de gotas de diâmetro $\leq 100 \mu\text{m}$ em relação à ponta JFC 80015. A ponta JFC 80015 apresenta espectro de gotas mais uniforme em relação ao modelo ADI 11002. As pontas ADI 11002 e JFC 80015 com o ingrediente ativo acefato proporcionam maior DMV e menor porcentagem de gotas $\leq 100 \mu\text{m}$ em relação ao ingrediente ativo zeta-cipermetrina + bifentrina. A adição dos ingredientes ativos acefato e zeta-cipermetrina + bifentrina nas caldas reduz a tensão superficial da água e aumentam a molhabilidade.

Keywords:

contact angle
volume median diameter
droplet spectrum
wettability
surface tension

APPLICATION CHARACTERIZATION WITH DIFFERENT INSECTICIDES AND SPRAYING NOZZLES FOR SOYBEAN CROP**ABSTRACT**

The objective of this work was to evaluate the droplet spectra generated by two models of spray nozzles and the physicochemical properties of two insecticidal syrups used in soybean crop. The experimental design used for spray drop spectrum analysis was a completely randomized factorial design (2x2), with four treatments and 12 replications. Treatments were represented by the application of two insecticides (zeta-cypermethrin + bifenthrin[®] and acephate[®]) used to control stink bugs in soybean crops in combination with two spray nozzle models (ADI 11002 and JFC 80015). A completely randomized design and five replications was used to determine the dynamic surface tension and contact angle between the insecticidal syrups and the supply of pure water and public water. The ADI 11002 nozzle provided a larger volume median diameter and a smaller percentage of droplets $\leq 100 \mu\text{m}$ in diameter in comparison to the JFC 80015 nozzle. This nozzle provided a more uniform droplet spectrum than the ADI 11002 model. Both ADI 11002 and JFC 80015 with the active ingredient acephate provided a higher volume median diameter and lower percentage of droplets $\leq 100 \mu\text{m}$ when compared to the active ingredient zeta-cypermethrin + bifenthrin. The addition of the active ingredients acephate and zeta-cypermethrin + bifenthrin in the syrups reduced the surface tension of the water and increased the wettability.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a soja [*Glycine max* (L.) Merrill] constitui-se uma das culturas produtoras de grãos de maior importância econômica. Entretanto, para uma produção com alta qualidade e produtividade, um dos desafios é o controle eficaz de insetos-praga (HARTMAN et al., 2011).

Dos insetos-praga que ocorrem na cultura, os percevejos fitófagos representam um dos grupos mais importantes por se alimentarem diretamente das vagens e grãos, afetando o rendimento e qualidade final do produto (MUSSER et al., 2011; SILVA et al., 2013). O principal método de controle deste inseto é o químico. Os custos envolvidos no processo de produção, bem como a crescente preocupação ambiental, requerem o uso de produtos seguros e de técnicas de aplicação eficientes.

No que diz respeito à qualidade da pulverização, os aspectos mais encontrados na literatura estão relacionados ao diâmetro das gotas e à densidade de cobertura destas sobre o alvo (YU et al., 2009; ALMEIDA et al., 2016). O diâmetro de gotas determina o nível de cobertura, a penetração do produto no dossel da planta, a perda por evaporação e arraste pelo vento, assim como a uniformidade de distribuição do líquido sobre o alvo (FAROOQ et al., 2001). Para YU et al. (2009), o diâmetro de gotas é um dos parâmetros mais importantes que influenciam no controle de insetos-praga.

Assim, deve-se optar por modelos de pontas que proporcionem espectro e distribuição de gotas mais uniforme, ou seja, que se produzam gotas aproximadamente do mesmo tamanho. Para isso, é necessário conhecer as características técnicas das pontas, visando à seleção daquelas que produzam gotas mais uniformes e menos suscetíveis a perdas como deriva (VIANA et al., 2010).

Além do espectro de gotas produzido pelos modelos de pontas disponíveis no mercado, as propriedades físico-químicas da calda, tais como a tensão superficial e ângulo de contato podem interferir tanto na estabilidade da calda quanto na cobertura e, conseqüentemente, na qualidade da aplicação.

A tensão superficial e o ângulo de contato da gota

nas superfícies, normalmente possuem correlação positiva com o espalhamento da gota, ou seja, podem ser inversamente proporcionais em relação ao espalhamento. (XU et al., 2011; DECARO JUNIOR et al., 2014; DECARO JUNIOR et al., 2015). Além disso, a tensão superficial também é fundamental para o desenvolvimento de formulações de produtos fitossanitários. Nas formulações, é importante a presença de compostos capazes de reduzir a tensão superficial, facilitando o contato entre os diversos componentes de um produto formulado, promovendo a diluição do produto em água e aumentando a estabilidade da solução obtida (MACIEL et al., 2010).

Diante do exposto, com o presente trabalho objetivou-se avaliar o espectro de gotas gerado por dois modelos de pontas de pulverização e as características físico-químicas de duas caldas inseticidas utilizadas na cultura da soja.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório do Núcleo de Estudo e Desenvolvimento em Tecnologia de Aplicação - NEDTA, pertencente ao Departamento de Fitossanidade da Universidade Estadual Paulista, *Campus* de Jaboticabal, SP, no qual foram realizadas avaliações do espectro das gotas e da tensão superficial e ângulo de contato das caldas utilizadas.

Nas análises do espectro das gotas pulverizadas, o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2x2) e doze repetições. Os tratamentos foram representados pela aplicação de dois inseticidas, utilizados para o controle de percevejos na cultura da soja, combinados com dois modelos de pontas de pulverização (Tabela 1). A pressão de trabalho e vazão das pontas foram ajustadas para taxa de aplicação de 150 L ha⁻¹.

Os parâmetros avaliados do espectro de gotas foram o diâmetro mediano volumétrico (DMV), o coeficiente de uniformidade das gotas pulverizadas (Coef. Unif.) e a porcentagem de gotas com diâmetros menores ou iguais a 100 µm (% ≤ 100 µm).

Tabela 1. Características das pontas de pulverização e soluções inseticidas utilizados como tratamentos. Jaboticabal, SP, 2015/16.

Ponta	Pressão (kPa)	Ingrediente ativo ¹	Dose ² (g i.a ha ⁻¹)	Formulação ³
ADI 11002	300	Zeta-Cipermetrina + Bifentrina	40 + 32	CE
JFC 8002	450	Zeta-Cipermetrina + Bifentrina	40 + 32	CE
ADI 11002	300	Acefato	750	SP
JFC 8002	450	Acefato	750	SP

¹Adicionou-se óleo mineral a 1% v v⁻¹ (Assist, 750 g L⁻¹, CE); ²i.a. (ingrediente ativo); CE (Concentrado emulsionável); SP (Pó solúvel).

O diâmetro das gotas foi determinado por difração de raio laser durante a passagem das gotas pulverizadas pela região de amostragem de um analisador de tamanho de partículas (Mastersizer, Malvern Instruments Limited), ajustado para avaliar gotas de 0,5 a 900 µm. O coeficiente de uniformidade foi obtido por meio da equação 1:

$$\text{Coef. Unif.} = \frac{Dv0,9 - Dv0,1}{Dv0,5} \quad (1)$$

em que,

Coef. Unif. = Coeficiente de Uniformidade (adimensional);

Dv0,1 e Dv0,9 referem-se ao diâmetro da gota (µm), tal que 10 e 90%, respectivamente, do volume aspergido é composto por gotas de diâmetro inferior a ele; e

Dv 0,5 refere-se ao diâmetro mediano volumétrico (DMV).

A decodificação dos dados, segundo o algoritmo elaborado para a caracterização do diâmetro das gotas por difração de raio laser foram processados e tabelados diretamente pelo programa Mastersizer S[®], versão 2.19.

As caldas de pulverização foram preparadas em um tanque de aço inoxidável com capacidade de 10 litros. O tanque foi pressurizado por meio de ar comprimido controlado com regulador de pressão de precisão, operado manualmente, munido de manômetro analógico calibrado para a função. O acionamento do fluxo de calda foi realizado simultaneamente por meio de interruptor elétrico que comanda a válvula solenoide do circuito hidráulico.

Os dois modelos de pontas foram instaladas em um transportador radial posicionado a 0,4 m do feixe do laser, de acordo com normas da FAO (1998). Para cada modelo de ponta foram analisadas três amostras, e realizadas quatro repetições das leituras dos jatos aspergidos, totalizando doze repetições por tratamento.

Nas avaliações da tensão superficial dinâmica e ângulo de contato das duas caldas inseticidas (Tabela 1), assim como da água ultrapura e água de abastecimento público utilizadas como testemunhas, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Cada unidade experimental foi constituída por uma gota, sendo estas formadas com o auxílio de microseringa graduada com capacidade para 500 µL, dispensando-se volumes de aproximadamente cinco µL para cada repetição.

As medições da tensão superficial e ângulo de contato de cada tratamento foram realizadas a cada segundo durante um minuto, por meio de um tensiômetro automático equipado com câmera digital de alta velocidade e definição e o software SCA20, utilizado para a automação do equipamento e avaliação das imagens obtidas, empregando-se o método da gota pendente para determinar a cinética da tensão superficial e o método da gota séssil para determinar o ângulo de contato.

Os dados obtidos, após confirmação dos pressupostos de normalidade do resíduo (Shapiro-wilk) e homogeneidade de variâncias (Cochran), foram submetidos ao teste F da análise de variância (ANOVA) e, quando significativo ($p < 0,01$ ou $p < 0,05$), as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey. Para análise estatística dos dados da cinética da tensão superficial e ângulo de contato das caldas foram considerados apenas os dados obtidos nos tempos

de um, trinta e sessenta segundos, respectivamente, que caracterizaram o início, o meio e o final das avaliações. Na apresentação gráfica da tensão superficial, considerou-se o resultado obtido durante todo o tempo de avaliação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As pontas ADI 11002 e JFC 80015 analisadas com o ingrediente ativo acefato proporcionou maior diâmetro mediano volumétrico (DMV) do que com o ingrediente ativo zeta-cipermetrina + bifentrina (Tabela 2). Essas diferenças constatadas podem estar relacionadas com fatores intrínsecos às moléculas dos inseticidas e aos inertes adicionados às formulações.

De acordo com as normativas da ASABE (2009) e também confirmado pela análise estatística, o espectro das gotas produzidos pelas pontas ADI 11002 e JFC 80015 estão classificadas na classe média (236-340 μm) e fina (106-235 μm), respectivamente, independente do ingrediente ativo utilizado (Tabela 2).

A diferença de DMV entre os modelos de pontas é justificada em função do projeto das pontas e da pressão de trabalho requeridas para cada modelo. O modelo de ponta ADI 11002 produz jato de pulverização plano e é considerado um modelo redutor de deriva por apresentar um pré-orifício

antecedendo a saída final do líquido pulverizado na ponta. Esse pré-orifício produz perda de carga na pressurização ao reduzir a velocidade de passagem do líquido pelo pré-orifício, resultando em aumento do diâmetro das gotas. Já o modelo JFC 80015 produz jato cônico cheio e espectro de gotas nas classes de tamanho fino e muito fino em todas as vazões deste modelo. Isso significa, em termos práticos, que as caldas inseticidas ao serem pulverizadas com o modelo de ponta JFC 80015 tem maior potencial de cobrir o alvo em condições atmosféricas que propicie ao alvo captar as gotas.

Pontas que produzem maior diâmetro mediano volumétrico de gotas, geralmente também produzem menor porcentagem de gotas com diâmetro $\leq 100 \mu\text{m}$. Isso pode ser observado nos resultados obtidos com o modelo de ponta ADI 11002, o qual apresentou maior DMV e menor porcentagem de gotas com diâmetro $\leq 100 \mu\text{m}$ em relação ao modelo JFC 80015 nas duas caldas (Tabela 2). Observou-se também que os modelos ADI 11002 e JFC 80015 com o ingrediente ativo acefato proporcionaram menor porcentagem de gotas com diâmetro $\leq 100 \mu\text{m}$ em relação ao ingrediente ativo zeta-cipermetrina + bifentrina (Tabela 2).

Oliveira et al. (2015) citam que um dos fatores que indicam o risco de deriva de uma ponta é a porcentagem do volume de gotas com diâmetro \leq

Tabela 2. Médias do diâmetro mediano volumétrico (DMV), da porcentagem do volume pulverizado com gotas de diâmetro menor ou igual a 100 μm ($\% \leq 100 \mu\text{m}$) e do coeficiente de uniformidade das gotas pulverizadas com as caldas e pontas de pulverização estudadas. Jaboticabal, SP, 2016.

Caldas	Ponta de pulverização					
	DMV (μm)		$\% \leq 100 \mu\text{m}$		Coef. Uniformidade	
	ADI 11002	JFC 80015	ADI 11002	JFC 80015	ADI 11002	JFC 80015
ZC + B	257,11 b A	149,56 b B	10,53 b A	18,97 b B	1,69 b B	1,06 a A
Acefato	286,86 a A	159,04 a B	7,47 a A	17,52 a B	1,58 a B	1,15 b A
Teste F						
Caldas (C)	109,00**		97,75**		0,74 ^{ns}	
Pontas (P)	3921,61**		1642,98**		1793,27**	
C x P	29,09**		12,46**		66,24**	
CV (%)	3,05		5,80		3,17	

ZC + B = zeta-cipermetrina + bifentrina. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ^{ns} não significativo e ** significativo a 1 % de probabilidade. CV = Coeficiente de Variação.

100 μm . Isso significa que o modelo de ponta ADI 11002 proporciona maior segurança nas aplicações do que a ponta JFC 80015 em relação ao risco de deriva.

Na literatura consta que a utilização de gotas finas é recomendada quando é necessária maior cobertura e penetração no dossel das plantas e que gotas medianas ou grossas são melhores para aplicação em condições de maior risco de deriva (CUNHA *et al.*, 2007; DE OLIVEIRA *et al.*, 2011; ALMEIDA *et al.*, 2014). Entretanto, pouco se sabe a relação do diâmetro de gota que proporcione cobertura na superfície foliar que resulte no controle adequado de pragas. Almeida *et al.* (2016) citam que a cobertura requerida para a resposta do fenômeno biológico preconizado irá depender também das interações da molécula e da formulação do produto com o alvo.

O coeficiente de uniformidade expressa a uniformidade do espectro das gotas pulverizadas. Assim, o espectro das gotas produzido pela ponta JFC 80015 com as duas caldas inseticidas proporcionou maior uniformidade do espectro de gotas produzidos em relação à ponta ADI 11002 (Tabela 2). Quanto menor o valor do coeficiente de uniformidade, menor será a faixa de tamanho das gotas pulverizadas, ou seja, maior a uniformidade.

Comparando-se as caldas dentro de cada modelo de ponta, verifica-se que ADI 11002 proporcionou maior uniformidade no espectro das gotas quando se utilizou o ingrediente ativo acefato (1,58) e a

ponta JFC 80015 quando se utilizou o ingrediente ativo zeta-cipermetrina + bifentrina (1,06) (Tabela 2). Esse resultado evidencia que a uniformidade do espectro produzido é influenciada não somente pelo modelo de ponta utilizado, mas também pela composição da calda de pulverização.

Uma calda fitossanitária caracteriza-se pela mistura que envolve um solvente ou veículo; produto fitossanitário e, em alguns casos, um adjuvante, para que as gotas sejam produzidas na pulverização. Uma vez utilizada água como veículo, a tensão superficial do líquido ou solução é a principal propriedade em que os produtos fitossanitários e/ou tensoativos do adjuvante podem atuar (Iost & Raetano, 2010; Silva-Matte *et al.*, 2014).

Considerando que a tensão superficial da água, veículo mais usado nas aplicações agrícolas, é em torno de $78,0 \text{ mNm}^{-1}$, a adição dos inseticidas nas caldas reduziram a tensão superficial da água (Figura 1).

De acordo com Palladini *et al.* (2005), deve-se considerar que inseticidas, acaricidas e fungicidas podem alterar as propriedades físico-químicas das caldas, pois a maioria dos produtos fitossanitários comercializados contém na sua formulação adjuvantes. Isso pode justificar o fato de a calda com zeta-cipermetrina + bifentrina ter proporcionado maior redução da tensão superficial do que a calda com o ingrediente ativo acefato (Tabela 3 e Figura 1).

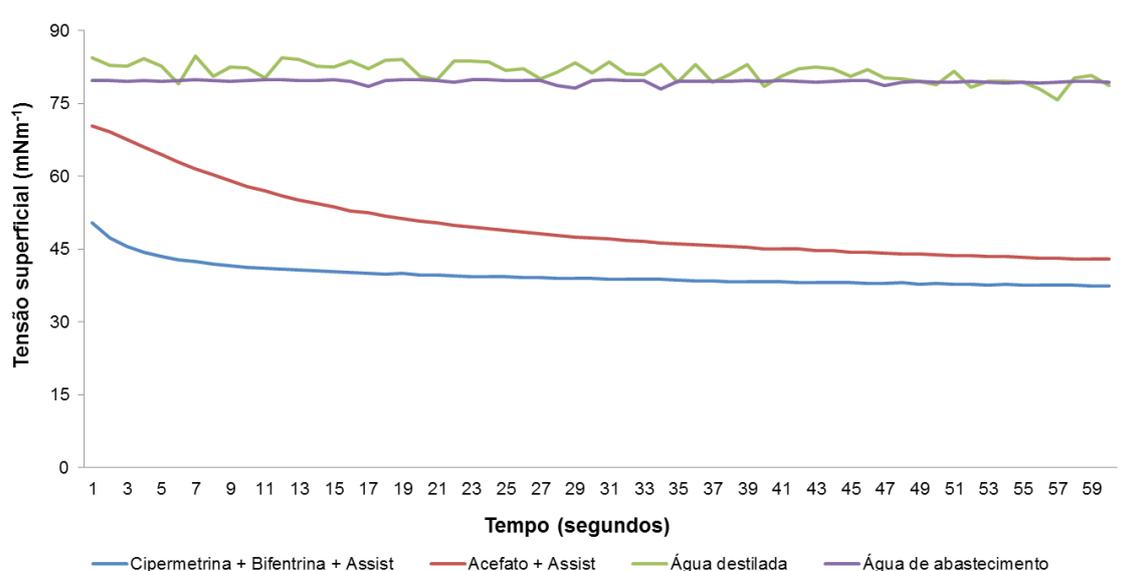


Figura 1. Cinética da tensão superficial da água e das caldas utilizadas. Jaboticabal, SP, 2016.

O inseticida com ingrediente ativo acefato é comercializado na formulação pó solúvel. Esse tipo de formulação é a mais adequada para aplicações de produtos fitossanitários, pois forma uma mistura homogênea, não havendo necessidade de adição de outros produtos para essa finalidade. Já o inseticida com ingrediente ativo zeta-cipermetrina + bifentrina é comercializado na formulação concentrado emulsionável. Nessa formulação, para manter a uniformidade da mistura, geralmente são adicionados agentes emulsificantes (adjuvantes), e isso pode justificar o resultado obtido no presente estudo.

De forma semelhante aos resultados obtidos

para tensão superficial, a calda inseticida com zeta-cipermetrina + bifentrina proporcionou menores valores de ângulo de contato em relação à calda inseticida com o ingrediente ativo acefato (Tabela 4). Esse resultado reforça a relação que existe entre menores valores de tensão superficial e ângulo de contato das gotas, constituindo em maior molhabilidade das superfícies.

Os inseticidas avaliados tiveram ângulo de contato menor do que 90°, indicando, portanto que são substâncias que possuem afinidade com a água e proporcionam maior espalhamento na superfície do alvo (Tabela 4).

Tabela 3. Valores iniciais, médios e finais (1s, 30s e 60s) das medições de tensão superficial em função dos tratamentos.

Tratamentos	Tensão superficial (mNm ⁻¹)		
	Tempo (segundos)		
	1s	30s	60s
zeta-cipermetrina + bifentrina	50,38 a	38,99 a	37,34 a
acefato	70,36 b	47,24 b	42,90 b
Água destilada	82,44 c	81,38 c	78,73 c
Água de abastecimento public	79,69 c	79,67 c	79,48 c
F	456,21**	506,77**	367,55**
DMS	2,96	4,08	4,96
CV(%)	1,98	3,14	3,96

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05); DMS: Diferença mínima significativa; CV (%): coeficiente de variação, ** Teste F significativo (p<0,01).

Tabela 4. Valores iniciais, médios e finais (1s, 30s e 60s) das medições de ângulo de contato (θ°) de gotas em superfície artificial (vidro) em função dos tratamentos. Jaboticabal, SP, 2016.

Tratamentos	Ângulo de contato (θ°)		
	Tempo (segundos)		
	1s	30s	60s
zeta-cipermetrina + bifentrina	86,00 a	72,52 a	67,50 a
acefato	104,99 b	90,21 b	82,84 b
Água destilada	109,56 c	107,78 c	104,81 c
Água de abastecimento public	111,83 c	110,82 c	109,98 c
F	214,12**	544,75**	404,21**
DMS	3,37	3,19	4,17
CV(%)	1,56	1,59	2,17

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05); DMS: Diferença mínima significativa; CV (%): coeficiente de variação, ** Teste F significativo (p<0,01).

CONCLUSÕES

- O modelo de ponta ADI 11002 proporciona maior diâmetro mediano volumétrico (DMV) e menor porcentagem de gotas com diâmetro $\leq 100 \mu\text{m}$ em relação ao modelo JFC 80015.
- O modelo de ponta JFC 80015 possui espectro de gotas mais uniforme em relação ao modelo ADI 11002.
- As pontas ADI 11002 e JFC 80015 com o ingrediente ativo acefato proporciona maior DMV e menor porcentagem de gotas $\leq 100 \mu\text{m}$ em relação ao ingrediente ativo zeta-cipermetrina + bifentrina.
- A adição dos ingredientes ativos acefato e zeta-cipermetrina + bifentrina nas caldas reduz a tensão superficial da água e aumenta a molhabilidade.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos, GO; À Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho pela realização das análises no laboratório de Fitossanidade; À empresa Jacto máquinas agrícolas pela doação das pontas de pulverização e à empresa FMC Agricultural Products pela doação dos inseticidas utilizados no estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D.P.; TIMOSSI, P.C.; LIMA, S.F.; SILVA, U.R.; REIS, E.F. Condições atmosféricas e volumes de aplicação na dessecação de *Urochloa ruziziensis* e vegetação espontânea. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v.13, n.3, p.245-251, 2014.

ALMEIDA, D.P.; AGOSTINI, A.R. ; YAMAUCHI, A.K.F. ; DECARO JUNIOR, S.T. ; FERREIRA, M.C. Application Volumes and Sizes of Droplets for the Application of Diquat Herbicide in the Control of *Eichhornia crassipes*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 34, n.1, p. 171-179, 2016.

ASABE. AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL

ENGINEERS. S572.1. **Spray nozzle classification by droplet spectra**. In: ASABE Standard, MAR2009. St. Joseph, 2009. p. 1-3. <<https://pubs.ext.vt.edu/442/442-031/442-031_pdf.pdf>>

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C. Avaliação do espectro de gotas de pontas de pulverização hidráulicas utilizando a técnica da difração do raio laser. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. esp., p. 10-15, 2007.

DECARO JR, S.T.; FERREIRA, M.C.; LASMAR, O.; CAMPOS, H.B.N. Relationship among variables of sprays applied at reduced volumes in a coffee plantation. **Aspects of Applied Biology**, Oxford, v. 122, n.1, p.415-422, 2014.

DECARO JR, S.T.; FERREIRA, M.C.; LASMAR, O. Physical characteristics of oily spraying liquids and droplets formed on coffee leaves and glass surfaces. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 588-600, 2015.

DE OLIVEIRA, M. A. P.; ANTUNIASSI, U. R. Eficácia do flutriafol e do flutriafol + tiofanato metílico aplicados com gotas finas ou médias no controle da ferrugem asiática da soja. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 26, n. 1, p. 94-112, 2011.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Agricultural pesticide sprayers**. Rome, 1998. v. 2, p. 62.

FAROOQ, M.; BALACHANDAR, R.; WULFSOHN, D.; WOLF, T. M. Agriculture sprays in cross-flow and drift. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 78, n. 4, p. 347-358, 2001.

HARTMAN, G. L.; WEST, E. D.; HERMAN, T. K. Crops that feed the World 2. Soybean-worldwide production, use and constraints caused by pathogens and pests. **Food Security**. Verfügung, v.3, n.1, p. 5-17, 2011.

IOST, C.A.R.; RAETANO, C.G. Tensão superficial

dinâmica e ângulo de contato de soluções aquosas com surfatantes em superfícies artificiais e naturais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 670-680, 2010.

MACIEL, C.D.G. ; GUERRA, N.; OLIVEIRA NETO, A. M.; POLETINE, J. P.; BASTOS, S. L. W.; DIAS, N. M. S. Tensão superficial estática de misturas em tanque de glyphosate + chlorimuron-ethyl isoladas ou associadas com adjuvantes. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 673-685, 2010.

MUSSER, F.R.; CATCHOT, A.L.; GIBSON, B.K.; KNIGHTEN, K.S. Economic injury levels for southern green stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in R7 growth stage soybeans. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 30, n.1, p. 63-69, 2011.

OLIVEIRA, R. B.; ANTUNIASSI, U. R.; GANDOLFO, M. A. Spray adjuvant characteristics affecting agricultural spraying drift. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n.1, p. 109 -116, 2015.

PALLADINI, L. A.; RAETANO, C. G.; VELINI, E. D. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 62, n. 5, p. 440-445, 2005.

SILVA, A.J.; CANTERI, M.G.; SILVA, A.L. Haste

verde e retenção foliar na cultura da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 39, n.3, p.151-156, 2013.

SILVA-MATTE, S.C.; COSTA, N.V.; PAULY, T.; COLTRO-RONCATO, S.; OLIVEIRA, A.C.; CASTAGNARA, D.D. Variabilidade da quebra da tensão superficial da gota pelo adjuvante (Aureo®) em função de locais de captação de água. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 7, n. 24, p. 264-270, 2014.

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.

XU, L.; ZHU, H.; OZKAN, H. E.; BAGLEY, W. E.; KRAUSE, C. R. Droplet evaporation and spread on waxy and hairy leaves associated with the type and concentration of adjuvants. **Pest Management Science**, Malden, USA, v. 67, n.7, p. 842-851, 2011.

YU, Y.; ZHU, H.; FRANTZ, J.; REDING, M. E.; CHAN, K. C. Evaporation and coverage area of pesticide droplets on hairy and waxy leaves. **Biosystems Engineering**, Amsterdam, v. 101, n. 3, p. 1-11, 2009.