

COBERTURA DAS FOLHAS DE SOJA UTILIZANDO PONTAS DE PULVERIZAÇÃO COM DIFERENTES FORMATOS DOS JATOS*

ARIANNE MONIZ CHECHETTO¹, ULISSES ROCHA ANTUNIASSI², RODOLFO GLAUBER CHECHETTO³, VITOR CARVALHO RIBEIRO DE ARAÚJO⁴, FERNANDO KASSIS CARVALHO³

* Artigo extraído da dissertação do primeiro autor.

¹ Engenheira Agrônoma, Doutoranda no Programa de Energia na Agricultura, Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu/SP - Brasil, a.moniz@unesp.br

² Engenheiro Agrônomo, Professor Titular, Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu/SP, ulisse.antuniassi@unesp.br

³ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da AgroEfetiva, Botucatu/SP – Brasil.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutorando no Programa de Energia na Agricultura, Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu/SP - Brasil

RESUMO: O objetivo dessa pesquisa foi avaliar a interação entre os formatos dos jatos de pulverização e os volumes de calda, na cobertura nas folhas de soja. Os tratamentos foram compostos por três pontas de pulverização com diferentes formatos dos jatos (jato plano, jato plano duplo e jato plano angulado) e dois volumes de caldas (100 e 200 L ha⁻¹). A análise de cobertura foi realizada através da avaliação visual, comparando cada folha com uma escala de notas, em sala escura com iluminação fluorescente. No extrato superior, ocorreu 27,59% a mais de cobertura no volume de calda de 200 L ha⁻¹, comparado com 100 L ha⁻¹ e entre os formatos dos jatos, não houve diferença significativa. No extrato médio/inferior, ocorreu 52,32% a mais de cobertura no volume de calda de 200 L ha⁻¹, comparado com o 100 L ha⁻¹ e entre os formatos dos jatos não houve diferença significativa. Em aplicação de fungicidas no início do florescimento da soja, o formato do jato de pulverização não alterou a cobertura do alvo e o aumento do volume de calda de 100 para 200 L ha⁻¹ aumentou a cobertura do alvo, para ambos os extratos analisados.

Palavras-chaves: tecnologia de aplicação, gotas médias, fungicida.

COVERAGE IN SOYBEAN LEAVES WITH DIFFERENT SPRAY NOZZLES

ABSTRACT: The aim of this research was to evaluate interaction between the spray nozzles shape and the application volume rate, in the coverage in soybean leaves. The treatments consisted of three spray nozzles (pre-orifice low drift flat fan, pre-orifice low drift double flat fan and angled flat fan) and two application volumes rates (100 and 200 L ha⁻¹). The analysis of coverage was performed through the visual evaluation, comparing each leaf with a scale of grades, in a dark room with fluorescent lighting. In the upper portion of canopy had 27.59% more coverage in the 200 L ha⁻¹ than 100 L ha⁻¹. There were no significant difference between the nozzles, in the upper portion. In the medium/lower portion of canopy, the application volumes rates of 200 L ha⁻¹ had 52.32% more coverage than 100 L ha⁻¹ and there were no significant difference between the nozzles. When applying fungicides at the beginning of soybean flowering, the shape of spray nozzles does not change the leaf coverage in any canopy portion. The change in application volume rates from 100 to 200 L ha⁻¹ increased the leaf coverage, for both portions of the canopy analyzed.

Keywords: application technology, medium droplets, fungicide.

1 INTRODUÇÃO

As pontas de pulverização pertencem a um dos componentes que irão influenciar a

qualidade e eficiência de uma aplicação, sendo responsáveis pela fragmentação do líquido em gotas, formato do jato e vazão da calda de

pulverização (CUNHA, REIS, SANTOS, 2006).

Existem diversos modelos de pontas de pulverização, com características específicas para diferentes finalidades das pulverizações, como as pontas de indução de ar ou com pré-orifício (FERGUSON *et al.*, 2015). Esses modelos de pontas de pulverização podem reduzir o risco de deriva devido ao aumento do tamanho das gotas gerados pelas pontas (CUNHA *et al.*, 2008; FERGUSON *et al.*, 2019). Porém, em pulverizações com a finalidade de obter melhores coberturas dos alvos e penetração das gotas no dossel da cultura, é comum o uso de pontas de pulverização que produzem menores tamanhos das gotas, como as pontas de jato plano de faixa ampliada, jato cônico e jato plano duplo (CARVALHO *et al.*, 2017; CHECHI *et al.*, 2020).

No cenário atual, existem novos modelos e marcas de pontas de pulverização, abrangendo diferentes tipos de aplicações, como a ponta de jato angulado (3D). Esse modelo de ponta possui o formato do jato tridimensional e possibilita o uso de gotas de classe “Média”, dependendo da pressão e vazão utilizada. Apesar da diversidade dos modelos de pontas no mercado, com diferentes características e finalidades, no Brasil ainda é comum o uso de um único modelo para todas as aplicações em uma propriedade, como as pontas de jato plano e jato cônico (CHECHETTO *et al.*, 2014).

Com o desenvolvimento da cultura durante o ciclo, a massa foliar e galhos aumentam, sendo necessário alterar a característica da pulverização, como o modelo de ponta de pulverização, espectro de gotas e o volume de calda (CUNHA *et al.*, 2008). Além disso, o tipo de pesticida utilizado também irá influenciar no modelo de ponta de pulverização mais adequado. Na pulverização dos defensivos agrícolas, o espectro de gotas e o volume de calda são parâmetros que irão definir principalmente a eficiência da cobertura do alvo e a qualidade da pulverização (FERGUSON *et al.*, 2016; ROHRIG *et al.*, 2018). Segundo Nansen *et al.* (2015), a cobertura das gotas na pulverização pode ser determinada como a área

coberta por gotas da calda de pulverização em um alvo desejado, como folhas, insetos, solo).

O aumento do volume de calda ($L\ ha^{-1}$) e a redução do tamanho das gotas melhoram a cobertura do alvo e penetração das gotas no dossel da cultura (ANTUNIASSI *et al.*, 2004). Por outro lado, o uso de classes de gotas “Muito Finas” e “Finas” podem ocasionar um maior potencial de deriva, acarretando em perda da qualidade da aplicação, além de atingir áreas não alvo (CUNHA, REIS, SANTOS, 2006; FERGUSON *et al.*, 2015).

A necessidade de obter uma boa cobertura do alvo deve levar em consideração também ao tipo e característica do pesticida utilizado e o tipo de alvo (CUNHA *et al.*, 2010). Em aplicações com pesticidas de ação sistêmica e com boa mobilidade no alvo, a cobertura pode ser menor, como no caso dos herbicidas 2,4-D, glifosato e dicamba (MONIZ *et al.*, 2020). Diferente de aplicações com pesticidas de ação de contato e com menor mobilidade no alvo, sendo recomendado uma maior cobertura, como os fungicidas protetores.

Existem diversos tipos de alvo na pulverização de pesticidas (OLIVEIRA *et al.*, 2012), como insetos-praga, folhas, galhos e o solo, que possuem diferentes exigências em relação à cobertura do alvo. A ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), uma das principais doenças da cultura da soja, tem o desenvolvimento inicial no extrato inferior do dossel da cultura. Para que o controle dessa doença seja eficiente, deve obter uma boa cobertura do alvo e penetração das gotas no dossel cultura no momento da aplicação do pesticida (ANTUNIASSI *et al.*, 2004).

Deve ser levado em consideração também que durante o desenvolvimento da cultura, ocorre o aumento da massa foliar e galhos das plantas. Com isso, ocorre uma maior dificuldade da cobertura do alvo e penetração das gotas no dossel da cultura, principalmente nos extratos inferiores das plantas (CUNHA *et al.*, 2008).

O objetivo dessa pesquisa foi avaliar a interação entre os formatos dos jatos de pulverização, com espectro de gotas similares e volumes de calda na cobertura nas folhas de soja.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As análises de espectros de gotas e cobertura das folhas foram realizadas no Laboratório de Máquinas para Pulverização do Núcleo de Ensaio de Máquinas e Pneus Agroflorestais (NEMPA), na Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, em Botucatu – SP. O experimento de campo foi instalado na Fazenda Nova Fiorelli, localizada no município de Tejuapá – SP, onde foi realizada a aplicação e coleta das folhas.

A análise do espectro de gotas foi realizada como um ensaio prévio, com a finalidade de verificar se os espectros de gotas das pontas de pulverização utilizadas no experimento possuíam similaridade visando isolar o efeito do tamanho da gota na análise da cobertura das folhas. Analisando os resultados de acordo com a norma ASABE S572.2 (ASABE, 2018), determinou-se que as três pontas apresentavam espectros dentro da classe de gotas “médias” para a pulverização com as caldas preparada para este ensaio (ressalta-se que as classes de gotas apresentadas nos catálogos se referem à pulverização com água).

A avaliação da cobertura das folhas foi conduzida em dois esquemas fatoriais 3x2 (três pontas de pulverização x dois volumes de calda), sendo um esquema fatorial utilizando as folhas do extrato superior da planta e outro utilizando as folhas do extrato médio/inferior da planta. O delineamento utilizado no ensaio foi em blocos casualizados, com cinco repetições.

Os modelos de pontas de pulverização utilizados foram o jato plano de deriva reduzida (LD11002 - Lurmark), jato plano duplo de deriva reduzida (DGTJ60-11002 - TeeJet) e jato plano angulado (3D 10002 - Hypro). Os volumes de calda utilizados foram de 100 e 200 L ha⁻¹ e a pressão de trabalho de 200 KPa.

As caldas de pulverização foram preparadas levando em consideração os volumes de caldas de 100 e 200 L ha⁻¹ e utilizando a mistura do fungicida Sphere Max[®] (trifloxistrobina + ciproconazol), na dose 0,2 L ha⁻¹, adjuvante Aureo[®] (óleo metilado de soja), na dose de 0,25% v v⁻¹ e o corante Luxcor LRM 100 na concentração de 0,15% (ANTUNIASSI *et al.*, 2004). O corante possui a finalidade de

posteriormente realizar a avaliação visual da porcentagem da cobertura em uma sala escura, com iluminação fluorescente.

A variedade de soja utilizada no experimento foi a NS6700 IPRO. O plantio foi realizado no dia 07 de novembro de 2019, com espaçamento de 0,5 m entre linha e adubação de 360 kg ha⁻¹ do adubo 04-30-10 (N-P-K).

As repetições dos tratamentos foram divididas em parcelas, com o dimensionamento de 10 x 20 m de largura e comprimento, respectivamente. Para evitar contaminação entre as parcelas, foi delimitado um espaço de 10 metros entre cada parcela. A coleta das folhas para a avaliação da cobertura das gotas foi realizada em 06 de janeiro 2020, no estádio reprodutivo R1 da soja (início do florescimento), com estande médio das parcelas de 11 plantas por metro e 0,62 m de altura das plantas.

A aplicação foi realizada utilizando o pulverizador Columbia AD18 (Jacto). As pontas de pulverização foram colocadas na barra do pulverizador a 0,5 m de espaçamento entre pontas e realizada a aplicação a 0,5 m de altura acima da cultura. A velocidade de deslocamento do pulverizador foi de 7,8 e 3,9 km h⁻¹ para os volumes de calda de 100 e 200 L ha⁻¹.

As aplicações foram realizadas em dois dias consecutivos, devido a impossibilidade de realizar várias caldas no mesmo dia e nas mesmas condições meteorológicas. Para isso, foi determinado um horário de início (11:00 h) e término (13:30 h) das aplicações, sendo estipulado esse intervalo devido ao orvalho no início do dia (aguardar as folhas secarem) e a ocorrência do aumento da temperatura e redução da umidade relativa do ar após as 13:30. Além disso, foi levado em consideração a velocidade do vento nos dois dias do experimento e o posicionamento das folhas (epinastia foliar).

Em todas as aplicações as condições meteorológicas foram monitoradas e registradas, com velocidade do vento variando de 3,1 a 10,8 km⁻¹, umidade relativa entre 44 e 72% e temperatura de 28,1 a 32,1° C.

Ao final da aplicação de cada parcela, foi aguardado 20 minutos para a secagem das folhas e coletadas 10 folhas em duas posições

das plantas (extrato superior e extrato médio/inferior). O extrato superior foi definido com a coleta das folhas expostas e no topo da planta e o extrato médio/inferior com a coleta das folhas não expostas e dentro do dossel da planta.

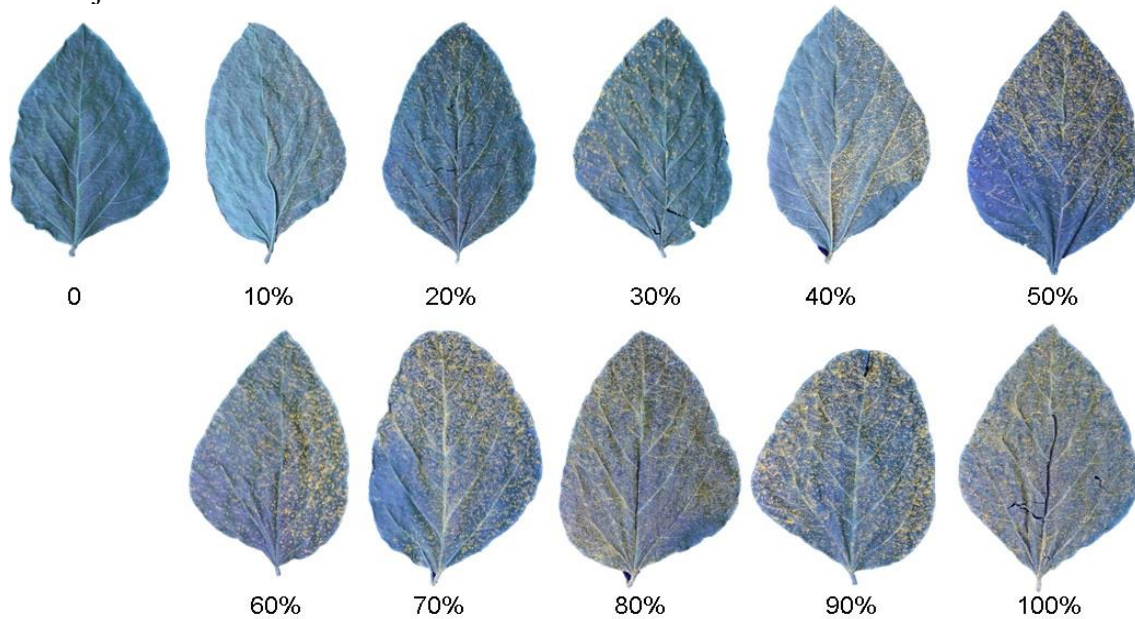
Cada folha foi colocada em um saco de papel individual e devidamente identificada, dessa forma, a folha secou aberta, facilitando a avaliação. Em seguida os 20 sacos de papel de cada repetição foram armazenados em um envelope de papel identificado.

A avaliação da cobertura das folhas foi realizada após 48 horas da aplicação e coleta das folhas, com o intuito de propiciar tempo para as folhas secarem. Para a visualização do

corante utilizado no preparo da calda nas folhas, foi utilizada uma sala escura com iluminação fluorescente, contendo quatro lâmpadas (OurLux® Luz Negra 20 W 127V).

De acordo com Antuniassi *et al.* (2004), a análise da porcentagem de cobertura das folhas foi realizada na face superior das folhas, pois possui maior facilidade de ocorrer a deposição das caldas, comparado à face inferior das folhas. A determinação da cobertura foi através da avaliação visual de três avaliadores, comparando as folhas com uma escala de notas utilizada como parâmetro (Figura 1), adaptada de Bullock, Brooks e Whitney (1968), com valores de 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100%.

Figura 1. Escala de notas utilizada como parâmetro na avaliação visual da cobertura das folhas de soja.



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a Tabela 1, na análise de variância da cobertura das folhas nas plantas de

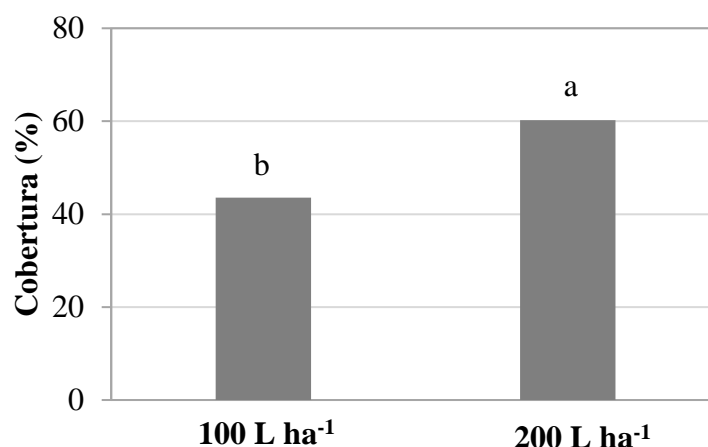
soja em ambos os extratos avaliados (superior e médio/inferior), não houve interações entre os modelos das pontas de pulverização e os volumes de calda ($p > 0,05$).

Tabela 1. Análise de variância (ANOVA) da cobertura das folhas nas plantas de soja no extrato superior e extrato médio/inferior.

	GL	SQ	QM	F calc.	P valor
Extrato superior					
Bloco	4	1240,00	309,99	2,02	0,1297
Ponta	2	755,40	377,70	2,47	0,1103
Calda	1	2067,80	2067,80	13,50	<0,05
Ponta*Calda	2	280,20	140,12	0,91	0,4167
Resíduo	20	3063,20	153,16		
Total	29	7406,60			
CV: 23,85%					
Extrato médio/inferior					
Bloco	4	165,51	41,38	1,37	0,2845
Ponta	2	225,38	112,69	3,69	0,0432
Calda	1	1205,20	1205,20	39,48	<0,05
Ponta*Calda	2	119,68	59,84	1,96	0,1669
Resíduo	20	610,50	30,53		
Total	29	2326,20			
CV: 30,88%					

No extrato superior das plantas de soja, ocorreu maior porcentagem da cobertura das folhas no volume de calda de 200 L ha⁻¹

(60,19%), comparado com o volume de calda de 100 L ha⁻¹ (43,59%) (Figura 2).

Figura 2. Cobertura das folhas no extrato superior das plantas nos volumes de calda de 100 e 200 L ha⁻¹.

* Letras minúsculas diferentes diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey (p<0,05).

Cunha, Reis e Santos (2006), avaliando a deposição da calda de pulverização aplicada na cultura da soja, em função de diferentes volumes de aplicação e de modelos de pontas de pulverização, constataram que maiores volumes de calda proporcionaram um maior depósito no alvo, estando de acordo com presente trabalho. O aumento do volume de calda, acarreta em uma maior distribuição do

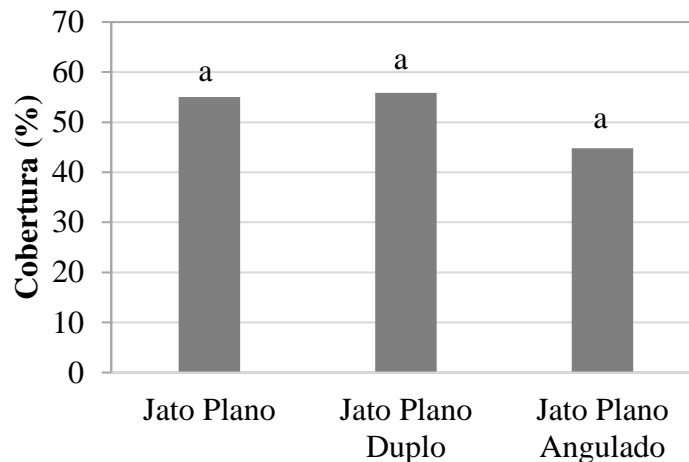
produto, o que é desejado principalmente em aplicações de fungicidas protetores.

Roehrig (2017), avaliando a cobertura e deposição das gotas nas folhas de soja em aplicações com diferentes volumes de calda (40, 70, 100, 130 e 160 L ha⁻¹) e utilizando gotas “Médias”, constatou que ao aumentar o volume de calda, a deposição das gotas aumentava, conforme resultado encontrado nessa pesquisa.

Ao analisar a cobertura das folhas no extrato superior para os diferentes formatos dos jatos (Figura 3), os valores foram de 44,81;

55,00; 55,85%, respectivamente, para o jato plano angulado, jato plano e jato plano duplo, não havendo diferença significativa entre eles.

Figura 3. Cobertura das folhas no extrato superior das plantas no formato do jato plano, jato plano duplo e jato plano angulado.



* Letras minúsculas diferentes diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey ($p < 0,05$).

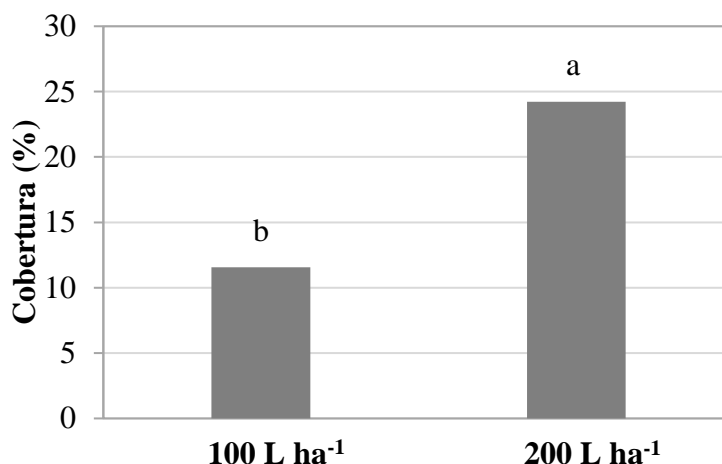
Cunha, Reis e Santos (2006) avaliaram a deposição da calda de pulverização aplicada na cultura da soja, em função de diferentes volumes de aplicação e modelos de pontas de pulverização. Foram utilizados pontas de jato plano, jato plano de pré-orifício, jato plano duplo com de indução de ar e jato plano com indução de ar, todas possuindo o mesmo formato do jato, porém com diferentes classes das gotas. Os autores verificaram que a ponta de jato plano obteve a distribuição da calda de pulverização nas plantas mais homogênea, comparada com outros modelos de ponta. Isso pode ser explicado devido a classe da gota ser “fina”, diferentes dos outros modelos de pontas que possuíam classes de gotas maiores (“Médias” e “Muito Grossas”).

Negrisola *et al.* (2019), estudaram a performance da ponta de jato plano angulado, com relação à deposição da calda de

pulverização e o controle da ferrugem asiática. No experimento foram utilizados três modelos de pontas de pulverização, com diferentes formatos dos jatos (jato plano, jato plano duplo e jato plano angulado). Os autores verificaram que no extrato superior não houve diferença na deposição da calda entre os formatos dos jatos, estando de acordo com o presente trabalho. Em todas as aplicações houve controle da doença, independente do modelo de ponta, porém, não havendo incremento no controle ao utilizar o modelo de ponta de jato plano angulado, comparado aos outros formatos dos jatos.

No extrato médio/inferior das plantas de soja, a maior porcentagem de cobertura das folhas ocorreu no volume de calda de 200 L ha⁻¹ (24,23%), comparado com 100 L ha⁻¹ (11,55%), com diferença de 52,32% entre os volumes de calda aplicados (Figura 4).

Figura 4. Cobertura das folhas no extrato médio/inferior das plantas nos volumes de calda de 100 e 200 L ha⁻¹.



* Letras minúsculas diferentes diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey ($p < 0,05$).

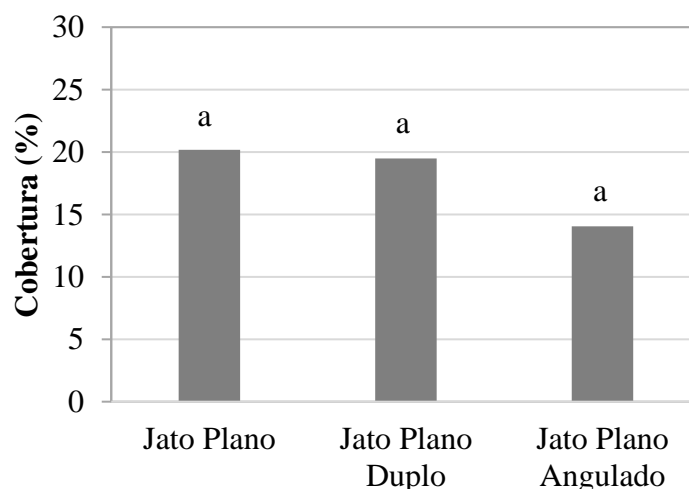
Em estudo realizado por Negrisoli *et al.* (2019), analisando o depósito da calda de pulverização utilizando os mesmos formatos dos jatos do presente trabalho (jato plano, jato plano duplo e jato plano angulado), no extrato médio/inferior, houve também a redução do depósito ao diminuir o volume de calda, estando de acordo com os resultados encontrados nessa pesquisa.

Roehrig (2017), avaliando a cobertura e deposição das gotas na folha de soja em aplicações com diferentes volumes de calda, verificou que houve aumento da deposição das gotas em todos os extratos das plantas (superior,

médio e inferior), assim como os resultados do presente trabalho. Em um dos experimentos avaliados pelo autor, ao aumentar o volume de calda de 60 para 100 L ha⁻¹, houve incremento na cobertura no extrato superior de 67,3%. No extrato médio/inferior, houve um aumento da cobertura de 2,15 vezes no volume de calda de 100 L ha⁻¹, comparado com 60 L ha⁻¹.

Na análise da cobertura das folhas no extrato médio/inferior para cada formato do jato (Figura 5), os valores foram de 14,04; 19,47; 20,17%, respectivamente, para o jato plano angulado, jato plano duplo e jato plano, não havendo diferença significativa entre eles.

Figura 5. Cobertura das folhas no extrato médio/inferior das plantas no formato do jato plano, jato plano duplo e jato plano angulado.



* Letras minúsculas diferentes diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey ($p < 0,05$).

A diferença não estatística dos valores das porcentagens de cobertura das folhas entre os diferentes formatos dos jatos, principalmente para o extrato médio/inferior, pode ser explicada devido ao estande das plantas não estar completamente fechado, possuindo espaços entre a linha de plantio, que facilitaram a entrada das gotas dentro do dossel da cultura.

Além dos estudos da cobertura das folhas e deposição da calda de pulverização, comparando diferentes modelos de pontas e classes de gotas, diversos autores correlacionam os extratos das plantas (superior, médio e inferior), diferente desse ensaio. Antuniassi *et al.* (2004), avaliaram a cobertura das folhas de soja em aplicações utilizando três modelos de pontas de pulverização com três classes de gotas (“Muito Fina”, “Fina” e “Muito Grossa”). Os autores verificaram que gotas “Muito Finas” e “Finas” ocasionaram maiores coberturas nos extratos médios e inferiores das plantas. Em geral, ao reduzir o tamanho das gotas na pulverização, a cobertura do alvo aumenta, por outro lado, ao utilizar gotas mais finas, o risco de deriva aumenta também (FERGUSON *et al.*, 2015).

Cunha *et al.* (2008), analisou o efeito de quatro pontas de pulverização (jato cônico vazio com indução de ar, jato cônico vazio, jato

plano duplo defletor e jato plano duplo com pré-orifício) no controle químico da ferrugem asiática. Os autores verificaram que em aplicações nos estádios R3 e R5 da soja, a porcentagem de cobertura das folhas não possuiu diferença significativa para os quatro modelos de pontas e nas duas posições avaliadas das plantas (superior e inferior), concordando com o presente trabalho.

Além das pesquisas avaliando o desempenho de pontas de pulverização em aplicações de fungicidas na cultura da soja, outras culturas como o feijão, também tem grande importância. Cunha, Teixeira e Vieira (2005), constataram que o uso de diferentes modelos de pontas (jato plano, jato plano antideriva e jato cônico), não influenciaram no controle da antracnose, mancha angular e ferrugem do feijoeiro, assim como essa pesquisa.

Na situação em que a soja estava no momento da aplicação (estádio R1), os diferentes formatos dos jatos de pulverização não geraram diferença significativa na cobertura das folhas de soja. Cenário distinto para os dois volumes de caldas analisados, havendo maior cobertura nas folhas da soja ao aumentar o volume de calda de 100 para 200 L ha⁻¹.

4 CONCLUSÕES

Na análise de variância, não houve interação entre os formatos dos jatos de pulverização e os volumes de calda analisados.

Os diferentes formatos dos jatos não possuem diferença significativa na cobertura das folhas de soja no início do florescimento (R1) para os extratos superior e médio/inferior.

Na análise dos volumes de calda, houve diferença significativa na cobertura das folhas de soja para ambos os extratos. O aumento do volume de calda de 100 para 200 L ha⁻¹ aumentou a cobertura nas folhas.

5 AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos a primeira autora.

6 REFERÊNCIAS

- ANTUNIASSI, U. R.; CAMARGO, T. V.; VELINI, E. D.; CAVENAGHI, A. L.; FIGUEIREDO, Z. N.; BONELLI, M. A. O. Controle de ferrugem da soja através de aplicações aéreas e terrestres. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS*, 3, 2004, Botucatu. **Anais** [...]. Botucatu: UNESP, 2004. p. 48-51.
- ASABE. **Spray Nozzle Classification by Droplet Spectra**. St. Joseph: ASABE, 2018.
- BULLOCK, R. C.; BROOKS, R. F.; WHITNEY, J. D. A method of evaluating pesticide application equipment for Florida citrus. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 61, n. 6, p. 1511-1514, 1968.

Disponível em:

<https://academic.oup.com/jee/article-abstract/61/6/1511/972606?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 01 jan. 2020.

CARVALHO, F. K.; ANTUNIASSI, U. R.; CHECHETTO, R. G.; MOTA, A. A. B.; JESUS, M. G.; CARVALHO, L. R. Viscosity, surface tension and droplet size of sprays of different formulations of insecticides and fungicide. **Crop Protection**, Guildford, v. 101, p. 24-28, 2017. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.07.014>.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219417302077>. Acesso em: 25 maio 2023.

CHECHETTO, R. G.; MOTA, A. A. B.; ANTUNIASSI, U. R.; CARVALHO, F. K.; VILELA, C.M.; SILVA, A. C. A.

Caracterização da taxa de aplicação e pontas de pulverização utilizadas no estado de mato grosso. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 26, n. 1, p. 89-97, 2014. Disponível em:

<https://www3.ufrb.edu.br/magistra/index.php/magistra/article/view/442>. Acesso em: 23 maio 2023.

CHECHI, A.; ROEHRIG, R.; PITON, B.; LUZ, M. R.; DEUNER, C. C.; FORCELINI, C. A.; BOLLER, W. The combined use of spray volumes and droplet sizes in the chemical control of Asian soybean rust in cultivars with different leaf area indices. **Crop protection**, Guildford, v. 136, p. 105212, 2020. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105212>.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219420301459>. Acesso em: 23 maio 2023.

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 asiática. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 283-291, 2008. DOI:

<https://doi.org/10.1590/S0100-69162008000200009>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/eagri/a/cRGbftqdJrbmDcLPJbtrfnm/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 23 maio 2023.

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. DOI:

<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000500003>.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cr/a/D4TsMGq73h99Y9PhSSmNBQb/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 23 maio 2023.

CUNHA, J. P. A. R.; SILVA, L. L.; BOLLER, W.; RODRIGUES, J. F. Aplicação aérea e terrestre de fungicida para o controle de doenças do milho. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 366-372, 2010. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rca/a/Br6kwydsVrNGB5p3FTrgTSp/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 23 maio 2023.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F. Avaliação de pontas de pulverização hidráulicas na aplicação de fungicida em feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1069-1074, 2005. DOI:

<https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000500013>.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cr/a/zkk3BqTMLCYXvLWjhVHHgHM/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 23 maio 2023.

FERGUSON, J. C.; CHECHETTO, R. G.; O'DONNELL, C. C.; DORR, G. J.; MOORE, J. H.; BAKER, G. J.; POWIS, K. J.; HEWITT, A. J. Droplet-size effects on control of *Chloris spp.* with six post herbicides. **Weed Technology**, Cambridge, v. 33, n. 1, p. 153-158, 2019. DOI:

<http://dx.doi.org/10.1017/wet.2018.99>.

Disponível em:

<https://www.cambridge.org/core/journals/weed-technology/article/abs/dropletsize-effects-on-control-of-chloris-spp-with-six-post-herbicides/992A44076A72DAD2BAADB0C42EF1E12C>. Acesso em: 23 maio 2023.

- FERGUSON, J. C.; CHECHETTO, R. G.; O'DONNELL, C. C.; FRITZ, B. K.; HOFFMANN, W. C.; COLEMAN, C. E.; CHAUHAN, B. S.; ADKINS, S. W.; KRUGER, G. R.; HEWITT, A. J. Assessing a novel smartphone application - SnapCard, compared to five imaging systems to quantify droplet deposition on artificial collectors. **Computers and Electronics in Agriculture**, Nova Iorque, v. 128, p. 193-198, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2016.08.022>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016816991630182X>. Acesso em: 23 maio 2023.
- FERGUSON, J. C.; O'DONNELL, C. C.; CHAUHAN, B. S.; ADKINS, S. W.; KRUGER, G. R.; WANG, R.; URACH FERREIRA, P. H.; HEWITT, A. J. Determining the uniformity and consistency of droplet size across spray drift reducing nozzles in a wind tunnel. **Crop Protection**, Guildford, v. 76, n. 1, p. 6, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.06.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026121941530048X>. Acesso em: 23 mai. 2023.
- MONIZ, A.; CARVALHO, F. K.; CHECHETTO, R. G.; MOTA, A. A. B.; ANTUNIASSI, U. R. Tecnologias contra a deriva. **Revista Cultivar Máquinas**, Pelotas, ano 18, n. 204, p. 22-28, 2020.
- NANSEN, C.; FERGUSON, J. C.; MOORE, J.; GROVES, L.; EMERY, R.; GAREL, N.; HEWITT, A. Optimizing pesticide spray coverage using a novel web and smartphone tool SnapCard. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v. 35, p. 1075-1085. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0309-y>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-015-0309-y>. Acesso em: 23 maio 2023.
- NEGRISOLI, M. M.; RAETANO, C. G.; SOUZA, D. M.; SOUZA, F. M. S.; BERNARDES, L. M.; BEM JUNIOR L. D.; RODRIGUES D. M.; SARTORI, M. M. P. Performance of new flat fan nozzle design in spray deposition, penetration and control of soybean rust. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 155, p. 755-767, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01803-1>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10658-019-01803-1>. Acesso em: 23 mai0 2023.
- OLIVEIRA, G. M.; BALAN, M. G.; FONSECA, I. C. B.; SAAB, O. J. G. A. Sentidos de aplicação e pontas de pulverização no percentual de cobertura em alvos artificiais, para diferentes situações de orientação de alvo e vento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 4, p. 581-586, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000400001>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/hFVmkJ3hGQCZfyDcxDnWMvJ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 23 mai. 2023.
- ROEHRIG, R. **Comportamento da ferrugem asiática da soja frente a cobertura da superfície foliar e a deposição de fungicida no dossel da planta**. 2017. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.
- ROEHRIG, R.; BOLLER, W.; FORCELINI, C. A.; CHECHI, A. Use of surfactant with different volumes of fungicide application in soybean culture. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 38, n. 4, p. 577-589, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v38n4p577-589/2018>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/LC5XTWrH6FbDZBLZCjdCcPm/>. Acesso em: 23 maio 2023.