

ARIANNE MONIZ

**COBERTURA DAS FOLHAS DE SOJA UTILIZANDO DIFERENTES PONTAS DE
PULVERIZAÇÃO**

**Botucatu
2020**

ARIANNE MONIZ

**COBERTURA DAS FOLHAS DE SOJA UTILIZANDO DIFERENTES PONTAS DE
PULVERIZAÇÃO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura).

Orientador: Prof. Dr. Ulisses Rocha Antuniassi

**Botucatu
2020**

M744c Moniz, Arianne
Cobertura das folhas de soja utilizando diferentes pontas de pulverização / Arianne Moniz. -- Botucatu, 2020
55 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu
Orientador: Ulisses Rocha Antuniassi

1. Tecnologia de aplicação. 2. Pontas de pulverização. 3. Cobertura das folhas. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

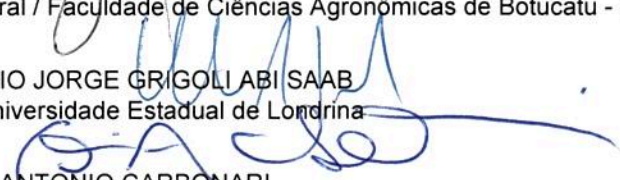
Título: COBERTURA DAS FOLHAS DE SOJA UTILIZANDO DIFERENTES PONTAS DE PULVERIZAÇÃO

AUTORA: ARIANNE MONIZ

ORIENTADOR: ULISSES ROCHA ANTUNIASSI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (ENERGIA NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ULISSES ROCHA ANTUNIASSI
Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu - UNESP


Prof. Dr. OTAVIO JORGE GRIGOLI ABI SAAB
Agronomia / Universidade Estadual de Londrina


Prof. Dr. CAIO ANTONIO CARBONARI
Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu - UNESP

Botucatu, 19 de fevereiro de 2020.

*Ao meu pai Adalberto Moniz,
minha mãe Maria Aparecida Peron Moniz
e minha avó Nini (in memoriam)*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde e por me guiar para caminhos surpreendentes, com muita luz e amor.

Aos meus pais, Adalberto e Cida, por todos ensinamentos, principalmente a simplicidade e honestidade, obrigada por sempre me apoiarem em todos os desafios e por ser tão presente no meu dia a dia.

As minhas irmãs, Alinne e Adrienne, por todo apoio, incentivo e amizade, sempre me trazendo palavras sinceras, que fazem toda a diferença na minha vida.

Ao professor Dr. Ulisses Rocha Antuniassi, pela orientação durante meu mestrado, pelos ensinamentos, conselhos e amizade. Obrigada por me proporcionar um crescimento muito grande como pessoa e profissional.

Ao meu noivo, Rodolfo, pelas incansáveis horas de ensinamentos, pelo apoio, paciência e companheirismo diariamente. Uma pessoa e um profissional que admiro muito.

Aos professores Dr. Kleber Pereira Lanças, Dr. Otávio J. G. Abi-Saab, Dr. Caio Carbonari, por compor as minhas bancas de qualificação e defesa, contribuindo com melhores sugestões para a minha pesquisa.

Aos meus colegas do grupo de pesquisa, Raquel Moreira, Thalyson Medeiros, Mateus Queiroz, Vitor Carvalho, Marcio Santos, Gustavo Pardim, Gustavo Ramos, Michael Althman, Vicente Cornago, Tatiane Mertz, Laryssa Bernardes, Vitor Romani, Tiago Rezende, Andreia Padovani, Danielle Valario e Dante Basso, pela amizade e ajuda durante todo o mestrado e no desenvolvimento da pesquisa.

Aos profissionais da AgroEfetiva, Fernando Carvalho, Alisson Mota, Rodolfo Chechetto e Saulo Gomes, pelos ensinamentos durante todos os anos, paciência e por colaborar muito na pesquisa.

Aos proprietários e colaboradores da Fazenda Fiorelli, por disponibilizar a área experimental para realizar a minha pesquisa, além de todo maquinário, tempo e atenção.

A minha amiga Thais R. Enz, por ser um exemplo de pessoa e profissional, que sempre está do meu lado, me aconselhando e trazendo muita paz.

As minhas amigas da República Maracangalha, pela amizade durante toda minha graduação a pós-graduação, sei que posso sempre contar com todas vocês, apesar da distância e do tempo.

A todos os funcionários e colaboradores da Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP – Campus de Botucatu, pela atenção e ajuda durante meu mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida para o mestrado.

RESUMO

Para uma aplicação de pesticidas com qualidade e segurança, é necessário a escolha adequada da ponta de pulverização, espectro de gotas e volume de calda. 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. A pesquisa foi realizada na Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP/Botucatu e na Fazenda Fiorelli, Tejupá/SP. Para verificar se as pontas de pulverização utilizadas no ensaio possuíam o espectro de gotas similares, foi realizado um pré-ensaio, através da análise do espectro de gotas no analisador de partículas por imagem e em tempo real VisiSize Portable (Oxford Lasers Ltd/UK). A avaliação de cobertura das folhas foi conduzida em dois esquemas fatoriais 3x2, sendo um esquema fatorial utilizando as folhas do extrato superior da planta e outro no extrato médio/inferior e o delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições. Os tratamentos foram compostos por três pontas de pulverização com formato do jato plano, jato plano duplo e jato plano angulado e dois volumes de caldas (100 e 200 L ha⁻¹), na pressão de trabalho de 200 kPa. As caldas de pulverização foram preparadas utilizando o fungicida Sphere Max[®], Aureo[®] e o corante Luxcor LRM 100. Para a avaliação da cobertura das folhas foram realizadas as aplicações no estádio R1 da soja, utilizando o pulverizador Columbia AD18, com velocidade de deslocamento de 7,8 e 3,9 km h⁻¹ para os volumes de calda de 100 e 200 L ha⁻¹, respectivamente. Em cada repetição foram coletadas 10 folhas para cada extrato e armazenadas em sacos de papel. A avaliação da cobertura das folhas foi realizada em sala escura com iluminação fluorescente, após 48 horas da coleta. A análise foi realizada através da avaliação visual de três avaliadores, comparando cada folha com uma escala de notas. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tuckey (p<0,05). Apesar de haver diferenças nos parâmetros do espectro de gotas entre as diferentes pontas de pulverização, a classificação foi de gotas “médias”, para os três modelos de pontas, segundo a norma ASABE S572.2. Ao comparar os volumes de calda no extrato superior, ocorreu 27,59% a mais de cobertura no volume de 200 L ha⁻¹, comparado com o 100 L ha⁻¹ e entre os formatos dos jatos, não houve diferença significativa. No extrato médio/inferior, entre os volumes de calda, 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 (R1), o formato do jato de pulverização não alterou a cobertura do alvo nos extratos superior e médio/inferior. O aumento do volume de calda de 100 para 200 L ha⁻¹ aumentou a cobertura do alvo, para ambos os extratos analisados.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação. Jato plano. Jato plano duplo. Jato plano angulado. Gotas médias. Volume de calda.

ABSTRACT

For a pesticide application with quality and safety, it is necessary to choose the correctly spray nozzle, droplet spectrum and volume of spray solution. The aim of this research was to evaluate interaction between the spray nozzles shaped, with a similar droplet spectrum and volume of spray solution in the coverage in soybean leaves. The research was perform in the Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP/Botucatu and at Fazenda Fiorelli, Tejupá/SP. To verify if the nozzles used in the experiment had a similar droplet spectrum was carry out a pre-test, through the analysis of the droplet spectrum using the VisiSize Portable real-time particle analyzer. The evaluation of leaves coverage was conducted in two 3x2 factorial schemes, one factorial scheme using the leaves of the upper portion of a plant canopy and another in the medium/lower portion of a plant canopy and was use randomized block design, with five replications. The treatments consisted of three spray nozzles with different shaped: pre-orifice low drift flat fan, pre-orifice low drift double flat fan and angled flat fan and two volume of spray solution (100 and 200 L ha⁻¹), at a working pressure of 200 kPa. The spray solutions were prepared using the mixture with Sphere Max[®] fungicide, Aureo[®] and Luxcor LRM 100 dye. For the evaluation of the leaves coverage, the applications were perform at the soybean R1 stage, using the Columbia AD18 sprayer, with the spray velocity of 7.8 and 3.9 km h⁻¹ for the volume of spray solution of 100 and 200 L ha⁻¹, respectively. In each repetition, were collect 10 leaves for each portion of the plant canopy and stored in paper bags. The evaluation of the leaves coverage was perform in a dark room with fluorescent lighting, after 48 hours of collection. The analysis was perform through the visual evaluation of three evaluators, comparing each leaf with a scale of grades. The data were submitted to analysis of variance and the means compared by the Tuckey test (p<0.05). Although there were differences in the parameters of the droplet spectrum between the different spray nozzles, the droplet classification was “medium” droplets, for the three nozzles models, according to the ASABE S572.2 standard. When comparing the volume of spray solution in the upper portion of a plant canopy, there was 27.59% more coverage in the volume of 200 L ha⁻¹, compared to 100 L ha⁻¹ and there were no significant difference between the shaped of the nozzles. In the medium/lower portion of a plant canopy, between the volumes of spray solution, there was 52.32% more coverage in the volume of spray solution of

200 L ha⁻¹, compared to 100 L ha⁻¹ and there were no significant difference between the shaped of the nozzles. When applying fungicides at the beginning of soybean flowering (R1), the shaped of the spray nozzle does not changed the leaves coverage in the upper and middle/lower portion of a plant canopy. The increase in volume of spray solution from 100 to 200 L ha⁻¹ increased the target coverage, for both portion of a plant canopy analyzed.

Keywords: Application technology. Flat fan. Double flat fan. Angled flat fan. Medium droplets. Volume of spray solution.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1	Tecnologia de aplicação de pesticidas.....	17
2.2	Pontas de pulverização.....	21
2.3	Cobertura do alvo e volume de calda.....	24
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1	Local.....	29
3.2	Análise do espectro de gotas.....	29
3.3	Tratamentos.....	31
3.4	Área experimental.....	31
3.5	Coleta das folhas da soja.....	32
3.6	Avaliação da cobertura das folhas.....	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1	Espectro de gotas.....	38
4.2	Cobertura das folhas	43
5	CONCLUSÕES.....	49
	REFERÊNCIAS.....	51

1 INTRODUÇÃO

A população mundial possui aproximadamente 7,7 bilhões de pessoas e está em constante crescimento, com perspectiva de atingir a quantidade de 9,7 bilhões de pessoas em 2050 e 10,8 bilhões em 2100, um crescimento de aproximadamente 40% da população nos próximos 81 anos (UNITED NATIONS, 2019).

Devido a esse constante aumento da população mundial, a preocupação pela produção de alimentos tem recebido grande destaque. Existe também a responsabilidade da produção ser realizada de forma mais sustentável, causando o menor impacto ambiental possível. As técnicas para melhorar a produtividade e qualidade dos produtos agrícolas estão em constante desenvolvimento.

A utilização de pesticidas é uma prática utilizada na agricultura que visa reduzir as perdas de produtividade, através do controle de pragas, doenças e plantas daninhas. Porém, junto com a demanda no emprego desses produtos, há uma crescente cobrança da sociedade quanto a segurança e responsabilidade em seu uso.

A tecnologia de aplicação dos pesticidas é uma prática de grande importância e deve ser realizada corretamente para obter sucesso na operação do manejo fitossanitário. O resultado de uma boa aplicação é atingir o alvo desejado e causar o menor impacto ambiental e social possível.

No amplo espectro de estudo da tecnologia de aplicação, as pontas de pulverização são relevantes, pois pertencem a um dos componentes que irão influenciar a qualidade e eficiência de uma aplicação. As pontas de pulverização são responsáveis pela fragmentação do líquido em gotas, formato do jato e vazão da calda de pulverização.

Dentre os diferentes formatos de jatos na aplicação de pesticidas, o mais comum é o jato plano. Pontas com formato do jato plano são recomendadas para aplicações com alvos não complexos, ou seja, existe facilidade das gotas em atingir os alvos. Diferente de situações em que o alvo se torna mais complexo, como por exemplo uma soja em desenvolvimento vegetativo avançado, sendo recomendado o uso de uma ponta com jatos tridimensionais.

Existem diversos modelos e marcas de pontas de pulverização no mercado e que possuem diferentes finalidades de uso. Para obter uma aplicação eficiente e segura em cada situação, é necessário a escolha mais adequada do modelo de ponta.

A cobertura do alvo da pulverização pode ser definida como a área coberta por gotas da calda de pulverização em um alvo desejado (folhas, insetos, solo). Dependendo da densidade, distribuição das gotas e porcentagem de cobertura do alvo, pode alterar diretamente a qualidade da pulverização. No desenvolvimento das culturas, ocorre o fechamento da área devido ao aumento dos galhos e folhas das plantas, acarretando em uma maior dificuldade na cobertura das folhas. Essa dificuldade de obter uma boa cobertura das folhas possui menor importância nas aplicações de pesticidas em fases no início da cultura.

Com isso, são desenvolvidos novas técnicas e equipamentos que tem como finalidade melhorar a qualidade da pulverização, como exemplo, os novos modelos de pontas de pulverização, que possuem diferentes engenharias, como a ponta de jato plano angulado (3D). Esse novo modelo de ponta possui o formato do jato tridimensional, visando melhorar a cobertura do alvo da pulverização, comparado a pontas de jato plano comum. Porém, existem poucas pesquisas relacionadas a esse modelo de ponta e o estudo do comportamento das gotas geradas passa a ser fundamental para o entendimento dessa nova tecnologia.

Outro parâmetro relevante associado à tecnologia de aplicação é o volume de calda aplicado em uma área. Atualmente existe tendência dos produtores em reduzir o volume de calda, com a finalidade de diminuir a quantidade de água consumida nas pulverizações, reduzir custos e aumentar o rendimento da operação. Por outro lado, deve existir um equilíbrio entre a capacidade operacional e a qualidade das pulverizações, pois uma redução exagerada do volume de calda pode afetar diretamente a eficácia na operação.

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 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Tecnologia de aplicação de pesticidas

Devido ao grande crescimento da população mundial a cada ano e a exigência do aumento da produção agropecuária e de energia no mundo, o uso de pesticidas se torna indispensável para a atual produção e o aumento da produtividade. Conforme dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a perspectiva de área cultivada no Brasil para a safra de 2019/2020 é de 63,9 milhões de hectares (CULTURAS..., 2019), sendo 7,2% do território nacional, segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (NOTÍCIAS..., 2017).

Os produtores investem cada vez mais em tecnologia que irá assegurar uma produtividade desejável na colheita. Segundo dados do SINDIVEG (2018), a comercialização total de pesticidas no Brasil em 2018 foi de aproximadamente 10 bilhões de dólares. O Brasil se encontra em sétimo lugar no ranking de uso de pesticidas por área, estando atrás de países como: Japão, Coreia do Sul, Alemanha, França, Itália e Reino Unido (VELINI; CARBONARI, 2019).

Ao analisar a comercialização dos pesticidas por classe, de acordo com o SINDIVEG (2018), os herbicidas são os mais utilizados (32,48%), seguido pelos inseticidas (29,14%), fungicidas (28,20%), tratamentos de sementes (5,76%), outros (3,11%) e acaricidas (1,30%).

Ao levar em consideração a comercialização dos pesticidas por culturas no Brasil, metade do mercado (50,25%) está direcionada para a soja (SINDIVEG, 2018). Segundo dados da CONAB, isso é explicado devido a soja ser a principal cultura produzida no Brasil, ocupando aproximadamente 56% da área de produção agrícola e com produção de 115 milhões de toneladas na safra de 2018/2019 (SOJA..., 2019).

O estudo da aplicação dos pesticidas é indispensável para tornar essa operação viável e segura. Dessa forma, a tecnologia de aplicação corresponde a uma associação de conhecimentos que tem como finalidade obter uma pulverização de qualidade, com grande eficiência na colocação e distribuição dos pesticidas no alvo, sem ocasionar desperdícios, tornando a operação viável financeiramente e com o menor impacto ambiental (RAETANO, 2019).

Essa técnica torna-se mais segura e responsável ao destacar informações como os tipos de pesticidas e técnicas utilizadas, o alvo da aplicação, trabalhadores

envolvidos na atividade, além do ambiente no local da aplicação e ao entorno da área (ANTUNIASSI et al., 2017).

Existem diversos fatores que caracterizam os conhecimentos científicos da tecnologia de aplicação. Segundo os autores Christofolletti (1999) e Antuniassi et al. (2017), a pulverização dos pesticidas é um processo mecânico, o qual ocorre a divisão da calda de pulverização em gotas. Essas gotas são responsáveis por transportar os princípios ativos dos pesticidas até o alvo desejado

Para que ocorra a correta deposição das gotas no alvo, é necessário ter conhecimento de todos os fatores envolvidos na aplicação e associar com a técnica mais adequada para cada finalidade. Existem diversos tipos de alvos (folhas, solo, pragas, entre outros) e com diferentes características físicas e biológicas, como formato, tamanho e posição (CHECHETTO, 2015; BALAN et al., 2006).

Durante o processo de formação das gotas na pulverização, existe diferentes tamanhos de gotas, formando o espectro de gotas. Esse espectro de gotas pode ser determinado através de métodos como a difração de laser ou análise de imagens. Devido a medida ser realizada de forma indireta, a classificação do tamanho das gotas é realizada através de normas, como a ASABE S572.2, a qual utiliza pontas de pulverização de “referência” (ANTUNIASSI et al., 2017; ASABE, 2018). Através dessa norma, as gotas são classificadas como: “extremamente finas”, “muito finas”, “finas”, “médias”, “grossas”, “muito grossas”, “extremamente grossas” e “ultra grossas” (ANTUNIASSI et al., 2017; ASABE, 2018).

Dentre os parâmetros analisados no espectro de gotas, o mais utilizado é o diâmetro mediano volumétrico (DMV), pois é o diâmetro que divide em duas partes a massa de gotas da pulverização, sendo a soma do volume das gotas maiores igual à soma do volume das gotas menores. A amplitude relativa (AR) serve como parâmetro para saber se o espectro de gotas é homogêneo ou não, sendo assim, quanto maior for o índice da AR, o espectro de gotas é menos homogêneo (ANTUNIASSI et al., 2017).

A porção do volume de gotas menores, como gotas com diâmetros inferiores a 100 μm , também caracterizam o espectro de gotas e o potencial de deriva de uma pulverização (MATTHEWS, 2000). Quanto maior for o percentual do volume de gotas com diâmetro menor que 100 μm (V100), maior será a quantidade das gotas consideradas muito finas e que podem acarretar o aumento no risco de deriva (ANTUNIASSI et al., 2017). Outros autores adotam valores diferentes do percentual

de gotas deriváveis, como o percentual do volume de gotas com diâmetro menor que 141 μm (HEWITT, 2008) e 150 μm (ANTUNIASSI et al., 2020).

De acordo com Christofolletti (2001), o tamanho de gotas gerados pela ponta de pulverização, deve possuir diâmetro o qual consiga obter boa cobertura do alvo, sem ocasionar a perda por deriva. Dessa forma, além de ter conhecimento do tipo de alvo, a localização em que se encontra no sistema e o espectro de gotas pulverizado, é importante o entendimento das classes e modos de ações dos produtos a serem utilizados.

Outros fatores relevantes associados à tecnologia de aplicação são as condições meteorológicas, principalmente quando associadas à parâmetros como os tamanhos de gotas gerados na pulverização e o potencial de deriva (ANTUNIASSI et al., 2005). Antuniassi; Boller (2011) explicaram que para uma correta aplicação dos pesticidas, é indispensável o conhecimento das condições meteorológicas no local e no momento da aplicação.

De uma forma geral, Antuniassi; Cunha (2019) afirmam que as condições meteorológicas para realizar uma aplicação mais segura, devem respeitar os parâmetros de temperatura do ambiente menor do que 30° C, umidade relativa do ar superior a 50% e a velocidade do vento em média entre 3 e 10 km h^{-1} . Não é recomendado realizar a aplicação em situações sem vento ou vento menor que 3 km h^{-1} , pois as gotas muito finas podem ficar em suspensão, devido a estabilidade atmosférica, e posteriormente se deslocar para fora da área alvo. Essas situações são comuns principalmente no início da manhã e no final do dia, ocorrendo os fenômenos denominados de inversão térmica e correntes convectivas (ANTUNIASSI et al., 2017).

Por outro lado, ao levar em consideração o tamanho de gotas, existe um critério ainda maior dos limites para esses parâmetros (ANTUNIASSI et al., 2005). Assim, ao utilizar gotas “muito finas ou finas”, existe uma maior atenção com relação às condições meteorológicas (Tabela 1), pois essas gotas podem ocasionar uma maior perda por deriva e evaporação, comparado às gotas “médias ou grossas” (ANTUNIASSI et al., 2017). Dessa forma, para viabilizar a aplicação, se torna indispensável o conhecimento de cada cenário e a adequação do uso de gotas mais seguras (ANTUNIASSI; CUNHA, 2019).

Tabela 1 – Correlação entre condições meteorológicas (temperatura e umidade relativa do ar) e a classe de gotas da pulverização.

Fatores	Classe de gotas		
	Muito Finas ou Finas	Finas ou Médias	Médias ou Grossas
Temperatura	Máxima de 25° C	Máxima de 28° C	Máxima de 30° C
Umidade relativa	Mínima de 70%	Mínima de 60%	Mínima de 50%

Fonte: Adaptado de Antuniassi et al. (2005).

Antuniassi; Boller (2011) complementaram afirmando que outros fatores como a chuva e o orvalho também podem afetar a qualidade das aplicações. Com isso, é fundamental o monitoramento de todos esses parâmetros e em diferentes momentos nas aplicações, reduzindo ao máximo as perdas por deriva.

Por outro lado, é comum a ocorrência de aplicações em condições meteorológicas inadequadas (ANTUNIASSI; CUNHA, 2019). Isso ocorre devido ao tempo reduzido das operações (“janela de trabalho”) de pulverizações, em consequências, por exemplo, do aumento de áreas cultivadas e a falta de funcionários e quantidade adequada de máquinas na propriedade. Essa prática realizada de maneira inadequada pode acarretar um aumento do risco de deriva (NANSEN, et al., 2015; ANTUNIASSI; CUNHA, 2019).

A deriva de pesticidas é um dos principais problemas que comprometem uma boa aplicação, desencadeando diversas outras complicações. Em definição, segundo Matuo (1990), deriva são as gotas que foram aplicadas na pulverização e não atingiram o alvo desejado. Miller (1993) afirmou que a perda por deriva pode ocorrer de diferentes formas, como através da incidência do vento sobre as gotas, com isso, direcionando essas gotas para áreas que não são o alvo da aplicação. Além disso, podendo ocorrer também as perdas por evaporação das gotas, ocasionadas em muitos casos devido a elevadas temperaturas e baixa umidade relativa do ar.

De uma forma mais detalhada, Antuniassi et al. (2017) diferenciou os tipos de deriva como endoderiva e exoderiva. A endoderiva ocorre dentro da área alvo da aplicação, ou seja, dentro da própria lavoura, através de duas situações: escorrimento da gota devido ao excesso de calda de pulverização ou ainda tamanhos de gotas muito grandes e a perda da gota para outro local dentro da área alvo, como por exemplo quando o alvo deveria ser a folha e a gota acaba atingindo diretamente o

solo. Já a exoderiva acontece fora da área alvo da aplicação, podendo acontecer devido ao transporte das gotas muito finas através da ação do vento.

Segundo Kruger; Antuniassi (2019), a deriva pode acarretar diversos problemas, como injúrias em culturas sensíveis ao pesticida utilizado na aplicação, redução na produtividade e até danos ambientais e sociais.

2.2 Pontas de pulverização

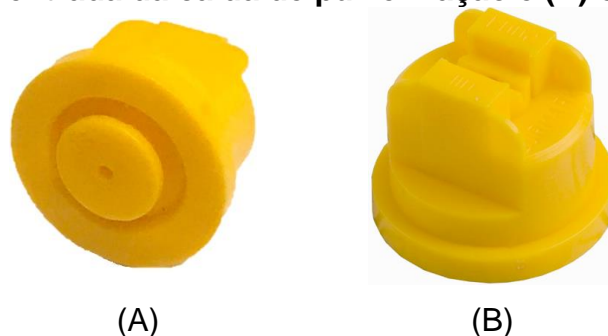
As pontas de pulverização são responsáveis por gerar as gotas em uma aplicação, através da passagem do líquido em um orifício sob uma determinada pressão, com isso é formado uma lâmina líquida, a qual se divide em gotas de diferentes tamanhos (MATTHEWS et al., 2014; ANTUNIASSI et al., 2017).

Através de avaliações do espectro de gotas, é possível caracterizar a população de gotas de uma ponta de pulverização a uma determinada situação, levando em consideração parâmetros como: pressão de trabalho, volume de calda ($L\ ha^{-1}$), tipo de pesticidas, mistura em tanque, entre outros (ANTUNIASSI et al., 2017).

Segundo Raetano; Mota (2019), as pontas de pulverização são classificadas de acordo com: o perfil de deposição (área total ou em faixa), o formato do jato de pulverização (jatos planos ou cônicos), os mecanismos de geração de gotas, a vazão das pontas e o espectro de gotas. No mercado atualmente, existem diversos fabricantes de pontas de pulverização, com diferentes modelos e tecnologias disponíveis (ANTUNIASSI et al., 2017).

De acordo com Antuniassi et al. (2017), existem pontas específicas para diferentes finalidades. Caso exista a necessidade de reduzir o risco de deriva, é recomendado o uso de pontas que irão gerar gotas maiores, tornando a aplicação mais segura, como as pontas de indução de ar ou com pré-orifício (Figura 1). Por outro lado, existem outros modelos de pontas que tem a capacidade de melhorar a cobertura dos alvos devido ao formato do jato e a geração de gotas menores, como as pontas de jatos tridimensionais (jato cônico ou plano duplo) (Figura 2) (ANTUNIASSI; BOLLER, 2011; ANTUNIASSI et al., 2017).

Figura 1 – Modelo da ponta de pulverização de jato plano com pré-orifício. (A) pré-orifício de entrada da calda de pulverização e (B) orifício de saída



Fonte: Lurmark

Figura 2 – Modelo da ponta de pulverização de jato plano duplo com pré-orifício. (A) pré-orifício de entrada da calda de pulverização e (B) orifício de saída



Fonte: TeeJet

A exemplo de novos modelos de pontas de pulverização, existe o modelo de jato plano angulado, denominada 3D (Figura 3). Esse modelo de ponta, foi desenvolvido pela Syngenta[®] em 2016 com a finalidade de reduzir a deriva e aumentar a cobertura na aplicação do herbicida Defy[®] em pré e pós emergência das plantas daninhas (SYNGENTA, 2016).

Figura 3 – Modelo da ponta de pulverização de jato plano angulado



Foto: Arianne Moniz - 2020

O fabricante recomenda o uso de pressões de 200 e 300 kPa, para que ocorra a formação de gotas médias (SYNGENTA, 2016; RAETANO, 2019; ANTUNIASSI; BOLLER, 2019). Diferente de outros modelos de pontas de pulverização, já comumente utilizadas nas aplicações de pesticidas, existem poucos trabalhos publicados para a ponta 3D.

Um dos estudos foi realizado por Negrisoli et al. (2019), onde os autores avaliaram o desempenho da ponta de jato plano angulado (3D), em comparação com os modelos de pontas de jato plano de faixa ampliada e jato plano duplo, em dois volumes de caldas (125 e 250 L ha¹), no controle da ferrugem asiática da soja. No estágio de desenvolvimento V9 da cultura da soja, ao analisar a deposição do produto no extrato superior das plantas, não houve diferença significativa entre os modelos de pontas e os volumes de caldas. No extrato inferior das plantas, ocorreu um maior depósito no volume de calda de 250 L ha⁻¹ (0,62 µL cm⁻³), comparado com o volume de calda de 125 L ha⁻¹ (0,30 µL cm⁻³) para todos os modelos de pontas (NEGRISOLI et al., 2019).

Na avaliação da penetração das gotas no dossel da cultura, comparando dois estádios de desenvolvimento da soja (V9 e R2), houve redução do índice de penetração (Depósito no extrato inferior Depósito no extrato superior⁻¹). Para o modelo de ponta de jato plano angulado (3D), houve redução no índice de 0,40 para 0,09 e 1,36 para 0,11, respectivamente para os volumes de calda de 125 e 250 L ha¹ (NEGRISOLI et al., 2019).

Os autores concluíram que nenhum modelo de ponta causa aumento na penetração das gotas no dossel da cultura, ocorrendo menor depósito de produto e menor cobertura na parte inferior da planta. Além disso, o modelo de ponta 3D não

aumentou o controle da doença em comparação às outras pontas, porém apresentou resultados de controle efetivo (NEGRISOLI et al., 2019).

2.3 Cobertura do alvo e volume de calda

Em aplicações de pesticidas, o espectro de gotas e o volume de calda são parâmetros que irão definir principalmente a eficiência da cobertura do alvo e segurança da operação (ANTUNIASSI; BOLLER, 2011; RAETANO, 2019). De acordo com os autores, a escolha do modelo de ponta de pulverização também resultará em uma melhor cobertura do alvo ou um menor risco de deriva.

A cobertura da pulverização é comentada por Nansen et al. (2015), sendo a área coberta por gotas da calda de pulverização em um alvo desejado (folhas, insetos, solo). Raetano (2019), descreveu que a densidade, distribuição das gotas e porcentagem de cobertura em um alvo está correlacionada diretamente com a qualidade da pulverização.

Além disso, Courshee (1967), correlacionou a cobertura do alvo com outros parâmetros, conforme a Equação 1. Através dessa equação, é possível definir valores em porcentagem de cobertura.

$$C = \frac{15VRK^2}{AD} \quad (1)$$

Onde C é a cobertura (porcentagem da área), V é o volume de aplicação ($L ha^{-1}$), R é a taxa de recuperação (porcentagem do volume aplicado, captado pelo alvo), K é o fator de espalhamento das gotas, A é a superfície vegetal no hectare, D é o diâmetro das gotas (μm).

Com o desenvolvimento da cultura, ocorre o aumento da quantidade de galhos e área foliar das plantas. Em culturas anuais, de uma forma geral, ocorre também o fechamento da entre linha do plantio. Com isso, a dificuldade da aplicação dos pesticidas aumenta, comparado ao momento que a cultura está em menor estágio de desenvolvimento, sendo assim, é recomendado ajustar as técnicas de aplicação, evitando perder a qualidade (RAETANO, 2019).

De acordo com Matuo (1990), o aumento do volume de calda ($L ha^{-1}$) e a redução do tamanho das gotas (RAETANO, 2019) são opções para melhorar a cobertura do

alvo. Antuniassi et al. (2004), complementou que as classes de gotas “muito finas” e “finas” possuem melhor cobertura do alvo e penetração das gotas no dossel da cultura, em relação às gotas muito grossas. Por outro lado, essas gotas “muito finas” possuem um maior risco de deriva, podendo acarretar em perda de qualidade na aplicação e o aumento do risco de deriva (ANTUNIASSI et al., 2017; RAETANO, 2019).

Além disso, 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. Por exemplo, em aplicações de herbicidas sistêmicos, que possuem boa mobilidade na planta, a cobertura do alvo pode ser menor, comparada à herbicidas de ação de contato (com menor mobilidade na planta ou imóveis) (CAVENAGHI; CARBONARI, 2019).

A situação é parecida ao comparar fungicidas com diferentes características de ação, porém, deve-se levar em consideração que mesmo fungicidas sistêmicos, é necessária uma aplicação com boa cobertura do alvo, devido a esses produtos possuir apenas movimento translaminar na maioria das culturas. Enquanto fungicidas de contato exigem boa cobertura e distribuição do produto no alvo, pois possuem pouca ou nenhuma mobilidade na planta (CUNHA et al., 2010; BOLLER et al., 2007).

Uma forma de analisar a cobertura do alvo da pulverização, segundo Raetano (2019), é através do uso de alvos artificiais, como o papel hidrossensível e papel kromekote. Após a pulverização no papel hidrossensível, é realizada a avaliação da cobertura em um programa de análise de imagem, como DepositScan[®] (USDA), Droplet Scan[®], Swath Kit[®], Image J[®], entre outros. Além disso, aplicativos para o celular, como o SnapCard, já foram testados para avaliações da cobertura em alvos artificiais (FERGUSON et al., 2016).

Raetano (2019) complementa que existem dificuldades nesse tipo de análise, sendo interessante o uso dessa ferramenta como uma alternativa prática para avaliação da qualidade da pulverização e não como análise científica.

O uso de alvos naturais, como as folhas, é mais eficiente nas análises de cobertura. Nesse caso, é necessária a adição de corantes marcadores fluorescentes na calda de pulverização, pois após a pulverização, a avaliação visual deve ser realizada em um ambiente escuro com iluminação ultravioleta (RAETANO, 2019).

A cobertura do alvo é um dos fatores que irá definir a qualidade de uma aplicação, porém, esse fator deve estar diretamente associado ao tamanho de gotas e o volume de calda ($L\ ha^{-1}$) (ANTUNIASSI et al., 2017). Além disso, o volume de calda está

diretamente correlacionado a eficiência da pulverização, pois esse parâmetro é que define a autonomia e a capacidade operacional (ROMÁN, 2009). Quanto maior o volume de calda aplicado em uma área, maior será o número de paradas do pulverizador para o reabastecimento de calda de pulverização.

A redução do volume de calda ocorre em decorrência da necessidade de aumentar o rendimento operacional, ou seja, realizar a aplicação de uma maior área, em tempo reduzido. Além disso, existe também a preocupação com o consumo de água destinado ao preparo das caldas de pulverização (ANTUNIASSI et al., 2017; RAETANO, 2019). Deve existir um cuidado ao reduzir o volume de calda nas aplicações. Em um estudo realizado por Creeche et al. (2015), existe diferentes resultados de eficácia de controle das plantas daninhas, dependendo do volume de calda e do tipo de herbicida utilizado (CAVENAGHI; CARBONARI, 2019).

O uso dos pesticidas nas produções agrícolas tem como finalidade controlar os principais alvos, como: insetos e ácaros, sendo o alvo a própria praga, solo, planta ou semente (GUEDES; PERINI; 2019), plantas daninhas, sendo o alvo a própria planta ou solo (CAVENAGHI; CARBONARI, 2019) e doenças, sendo o alvo as plantas, solo ou sementes (ANTUNIASSI; BOLLER, 2019).

Existem diversos alvos a serem atingidos na aplicação de pesticidas, os quais possuem diferentes características biológicas, localização e comportamento. Além disso, é importante ter o conhecimento do alvo e a real necessidade de realizar o controle (RAETANO, 2019).

Associado a isso, a tomada de decisão para a escolha da correta tecnologia de aplicação utilizada, como o espectro de gotas, modelo de ponta de pulverização e volume de calda ($L\ ha^{-1}$), deve ser considerada inicialmente com base no modo de ação do pesticida a ser aplicado (contato ou sistêmico) e no tipo de alvo a ser atingido (RAETANO, 2019).

Em aplicações em que o alvo é complexo, ou seja, com maior dificuldade das gotas de pulverização atingirem o alvo, é necessária uma maior atenção com relação à cobertura das folhas e a penetração no dossel da cultura (ANTUNIASSI et al., 2017). Antuniassi; Boller (2019) e Raetano (2019) afirmaram que o uso de gotas menores pode facilitar a penetração das gotas no interior da cultura, principalmente se o modo de ação do pesticida for de contato.

Um importante exemplo com relação a necessidade de obter uma boa cobertura do alvo e a penetração das gotas no interior da cultura, mesmo em aplicações de

produtos de ação sistêmica, é com o controle da ferrugem asiática da soja (ANTUNIASSI et al., 2004; ANTUNIASSI; BOLLER, 2019).

Para a cultura da soja, a ferrugem asiática é uma das principais doenças e os danos afetam diretamente na produtividade. Em 2005, houve relatos de perdas de até 75% da produtividade no Brasil, na Austrália 80% e Índia 90% (ALMEIDA et al., 2005). Em pesquisas mais recentes, as perdas de produtividades já foram relatadas de até 100% nas lavouras brasileiras, de acordo com Yorinori et al. (2018). Com isso, as aplicações de fungicidas após o florescimento da soja, se tornaram indispensáveis para a segurança fitossanitária da lavoura (ANTUNIASSI et al., 2004).

Devido ao desenvolvimento das plantas durante o ciclo da cultura, a quantidade de folhas e galhos aumentam e ocorre o fechamento da área com as plantas. Com essa situação, nas aplicações de fungicidas para o controle preventivo da ferrugem asiática, existe uma maior dificuldade das gotas de pulverização atingirem as folhas que estão localizadas no terço inferior das plantas, de acordo com Antuniassi et al. (2004), Cunha et al. (2010) e Antuniassi; Boller (2019).

Com isso, ao utilizar fungicidas para o controle da ferrugem asiática na soja, é recomendado o ajuste da tecnologia de aplicação para obter uma aplicação eficiente e segura. Dessa forma, o uso de gotas finas ou muito finas e/ou o aumento do volume de calda aplicado é comum nesse tipo de aplicação (ANTUNIASSI; BOLLER, 2019).

Caso ocorra a redução da cobertura das folhas, ocorre a deposição de uma menor quantidade de fungicida no terço inferior da planta, portanto, podendo não afetar o fungo causador da doença ou causar um efeito em tempo reduzido e, assim, a doença pode ressurgir nesse local (YORINORI et al., 2018).

O uso do controle químico das pragas (insetos e ácaros) dos sistemas produção agrícola também é muito comum, sendo novamente necessário o ajuste da tecnologia de aplicação para cada situação. As técnicas utilizadas devem levar em consideração aos tipos de pragas (espécie), comportamento, época e localização no sistema agrícola, tipo de cultura e cultivar, índice de área foliar, estrutura das plantas, entre outras variações (GUEDES; PERINI, 2019).

Nas aplicações de inseticidas, também é importante o conhecimento do tamanho de gotas e o volume de calda aplicado na área. Com isso, para obter um controle eficiente das pragas, é fundamental o aumento da cobertura do alvo (inseto, ácaro ou planta) (GUEDES; PERINI, 2019).

De uma forma geral, levando em consideração as principais culturas (algodão, soja, milho e cana) existem diversas pragas que ficam localizadas no interior da cultura (lagartas, percevejos, mosca-branca, pulgão, tripés, entre outras) (GALLO et al., 2002). Com isso, existe uma maior dificuldade nas aplicações dos pesticidas em atingir essas pragas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

As análises de espectro 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 Fazenda Experimental Lageado da Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, em Botucatu – SP. O experimento de campo foi instalado na Fazenda Nova Fiorelli, localizada no município de Tejupá – SP, onde foi realizada a aplicação e coleta das folhas.

3.2 Análise do espectro de gotas

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.

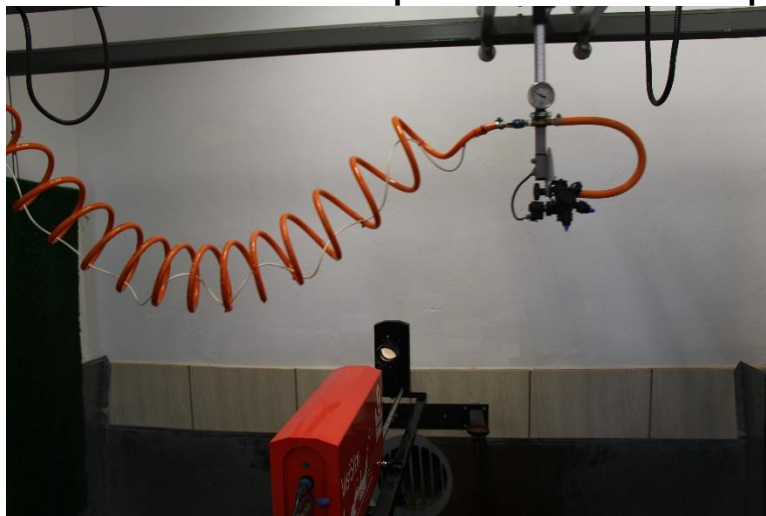
Para esse pré-ensaio foi utilizado um esquema fatorial 3x2 (três pontas de pulverização x dois volumes de calda) e realizado o delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os modelos de pontas de pulverização utilizados foram o jato plano de deriva reduzida (LD11002 - Lurmark), jato plano duplo de deriva reduzida (DGTJ60-11002 - TeeJet) e jato plano angulado (3D 10002 - Hypro) e os volumes de caldas, 100 e 200 L ha⁻¹. Para obter os volumes de calda, foram preparadas diferentes caldas de pulverização, sendo a calda de 100 L ha⁻¹ contendo uma concentração de fungicida maior que a calda de 200 L ha⁻¹.

As caldas de pulverização foram preparadas 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; TACHIBANA; ANTUNIASSI, 2008).

Segundo o catálogo dos fabricantes, os três modelos de pontas de pulverização possuíam a classificação do tamanho de gotas “média”, conforme a norma ASABE S572.2 (ASABE, 2018).

Os parâmetros determinados do espectro de gotas foram o diâmetro mediano volumétrico (DMV), o percentual do volume de gotas com diâmetro menor que 100 μm (V100) e a amplitude relativa (AR). Para isso, foi utilizado o equipamento analisador de partículas por imagem e em tempo real VisiSize Portable (Oxford Lasers Ltd/UK) (Figura 4), no qual foi simulada no laboratório a pulverização com um equipamento formado por um sistema pressurizado conectado à ponta de pulverização. O equipamento apresenta um software responsável pelas análises das imagens.

Figura 4 – Sistema do analisador de partículas e câmara de pulverização



Fonte: Antuniassi, 2020.

O preparo da calda de pulverização foi realizado momentos antes da análise, evitando que ocorresse a decantação dos produtos e do corante no recipiente. Foram preparados dez litros de calda para cada tratamento, levando em consideração os volumes de caldas de 100 e 200 L ha⁻¹ e posteriormente foram colocados em um recipiente de sistema pressurizado.

Primeiramente foi ajustada as pressões de trabalho (200 kPa), sendo conferidas em todas as repetições através de um manômetro instalado no equipamento. Em seguida, foi iniciada a pulverização para preencher todo o sistema (mangueira) com a calda de pulverização e então foi iniciada a leitura. Em cada repetição foi realizada a leitura de 10.000 partículas. Ao final das cinco repetições de cada tratamento, foi realizado a limpeza do sistema para o início do novo tratamento.

Os dados obtidos na análise do espectro de gotas foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tuckey ($p < 0,05$).

3.3 Tratamentos

A avaliação de 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 tratamentos foram compostos por três modelos de pontas de pulverização, com formatos dos jatos diferentes, sendo a ponta de jato plano de deriva reduzida (LD11002 - Lurmark), jato plano duplo de deriva reduzida (DGTJ60-11002 - TeeJet) e jato plano angulado (3D 10002 - Hypro) e dois volumes de caldas, 100 e 200 L ha⁻¹. Para todos os modelos de pontas foram utilizados a pressão de trabalho de 200 kPa.

As caldas de pulverização foram preparadas 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; TACHIBANA; ANTUNIASSI, 2008). O corante foi utilizado com a finalidade de posteriormente realizar a avaliação visual da porcentagem da cobertura em uma sala escura, com iluminação fluorescente.

3.4 Área experimental

A área utilizada no experimento apresentava o sistema plantio direto, sendo assim, não foi realizado nenhum preparo de solo. Inicialmente foi aplicado, 90 dias antes do plantio, 2 t ha⁻¹ de calcário, sem incorporar. Para o controle das plantas daninhas, foi realizada a dessecação da área, 30 dias antes do plantio, utilizando a mistura em tanque de 2,0 L ha⁻¹ de glifosato (Zapp QI 620[®]) e 1 L ha⁻¹ de 2,4-D (U46 Prime[®]).

O plantio foi realizado no dia 07 de novembro de 2019, utilizando a semeadora SPE Top Line Baldan[®], com oito linhas de plantio, espaçadas a 50 centímetros. Foi utilizada a variedade da semente de soja NS 6700 IPRO (Peneira de 5,5 mm) com o tratamento de semente industrial com Standak[®] Top (200 mL⁻¹ 100 kg de semente). Segundo recomendação da Nidera (2019), empresa responsável pela semente, a população de plantas é de 280 a 360 mil plantas por hectare, dessa forma, foram distribuídas 15 sementes por metro. No plantio também foi aplicado sobre a semente

de soja os inoculantes líquido (8 doses ha⁻¹) e turfa (3 doses ha⁻¹) e também distribuído com a semeadora 360 kg ha⁻¹ do adubo 04-30-10 (Nutrien).

Durante todo o desenvolvimento da cultura, foi realizado o monitoramento de pragas e doenças para evitar danos nas plantas, além disso foram realizados os tratos culturais conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Tratos culturais realizados durante o desenvolvimento da soja.

DIAS APÓS O PLANTIO	ESTÁDIO VEGETATIVO	TRATO CULTURAL
27	V1 e V2	Aplicação de 2 L ha ⁻¹ de glifosato (Xeque mate [®]) e 70 g ha ⁻¹ de clorimuron (Classic [®]) para controle de plantas daninhas
32	V2 e V3	Adubação de cobertura: 100 kg ha ⁻¹ de cloreto de potássio
35	V3 e V4	Aplicação de adubos foliares: CoMo (0,3 L ha ⁻¹) e Niphokam (1 L ha ⁻¹)

As repetições dos tratamentos foram divididas em parcelas, com o dimensionamento de 10 x 20 m de largura e comprimento, respectivamente, totalizando uma área de 200 m² por repetição. Para evitar contaminação entre as parcelas, foi delimitado um espaço de 10 metros entre cada parcela.

3.5 Coleta das folhas da soja

A coleta das folhas para a avaliação da cobertura foi realizada no estágio reprodutivo R1 da soja, momento em que a planta possuía início do florescimento (Figura 5). Após o início da floração da soja e início do fechamento da entre linha de plantio, é comum realizar a primeira aplicação de fungicida na cultura, momento em que pode ocorrer com mais frequência os sintomas de doenças, como a ferrugem asiática (MATSUO et al., 2015).

Figura 5 – Soja no estágio reprodutivo R1, floração da soja (a) e plantas iniciando o fechamento da entre linha do plantio (b)



Para determinar o estande de plantas das parcelas, foi quantificado o número de plantas em 1 metro, em 5 pontos diferentes em cada bloco, totalizando 25 pontos amostrais em toda área experimental, com média de 11 plantas por metro. A altura das plantas também foi mensurada, com média de 0,62 m.

A aplicação foi realizada utilizando o pulverizador Columbia AD18 da marca 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. Antes das aplicações, foi também realizado a coleta da vazão de todas as pontas, evitando utilizar pontas entupidas ou desgastadas.

A ponta de pulverização com o formato do jato plano angulado (3D), possui o jato inclinado a $37,5^\circ$ em relação à vertical, diferente dos outros modelos de pontas que não possuem inclinação, como as pontas de jato plano e plano duplo utilizadas no experimento (PENTAIR, s.d.). As direções dos jatos da ponta 3D foram intercaladas entre as pontas na barra do pulverizador, sendo uma ponta com o jato direcionado para frente e outro para trás, em relação ao sentido do movimento do pulverizador, conforme a Figura 6 (PENTAIR, s.d.; RAETANO, 2019).

Figura 6 – Barra do pulverizador com a ponta de jato plano angulado



Foto: Arianne Moniz - 2020

O preparo da calda de pulverização no tanque do pulverizador foi realizado no momento da aplicação, evitando com que ocorresse decantação do corante e dos produtos (Figura 7). Para cada volume de calda (100 e 200 L ha⁻¹) foi preparado 200 litros de calda no tanque do pulverizador.

Figura 7 – Preparo da calda de pulverização



Foto: Arianne Moniz - 2020

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, respectivamente. O pulverizador iniciou o deslocamento 10 m antes do início de cada parcela, com a finalidade de estabilizar a velocidade de deslocamento. A barra do pulverizador foi mantida, em todas as pulverizações, a 0,50 m acima do dossel da cultura. A pulverização foi ligada logo no início de cada parcela e após percorrer os 20 m, foi desligada.

As aplicações foram realizadas em dois dias consecutivos, devido a impossibilidade de realizar vários tratamentos no mesmo dia e nas mesmas condições meteorológicas. No primeiro dia foi realizada a aplicação dos tratamentos com o volume de calda de 200 L ha⁻¹ e o segundo dia os tratamentos com o volume de calda de 100 L ha⁻¹. Para isso, foi determinado um mesmo horário de início (11:00 h) e término (13:30 h) das aplicações para os dois dias, sendo estipulado esse intervalo devido ao orvalho no início do dia (havia a necessidade de se aguardar as folhas secarem) e a similaridade das condições meteorológicas para aplicação (umidade de ar, temperatura e velocidade do vento). Além disso, foi levada em consideração a mesma condição de posicionamento das folhas (epinastia foliar) para os dois dias de aplicação.

Em todas as aplicações as condições meteorológicas (velocidades do vento, umidade relativa do ar e temperatura) foram monitoradas e registradas, utilizando o termômetro anemômetro digital display Minipa MDA-11 e o termo-higrômetro digital Incoterm. Durante as aplicações de todos os tratamentos, a velocidade do vento variou 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, aguardou-se um período de 20 minutos para a secagem das folhas. Em seguida, foram coletadas 10 folhas em duas posições das plantas (extrato superior e extrato médio/inferior), totalizando 20 folhas por parcela. 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.

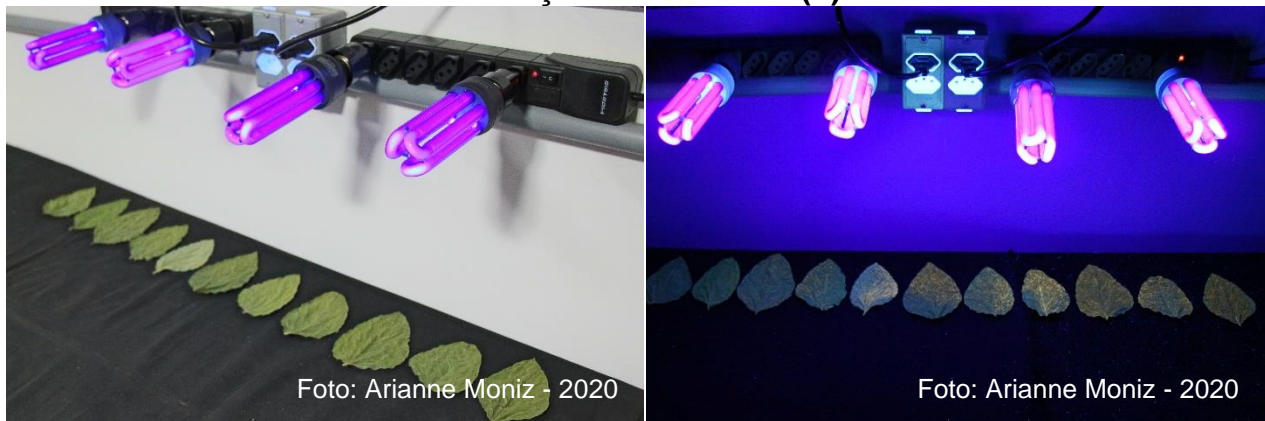
Cada folha foi colocada em um saco de papel individual e devidamente identificada, dessa forma, a folha secou aberta, facilitando a avaliação. Em seguida os 20 sacos de papel de cada repetição foram armazenados em um envelope de papel identificado.

3.6 Avaliação da cobertura das folhas

A avaliação da cobertura das folhas da cultura 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

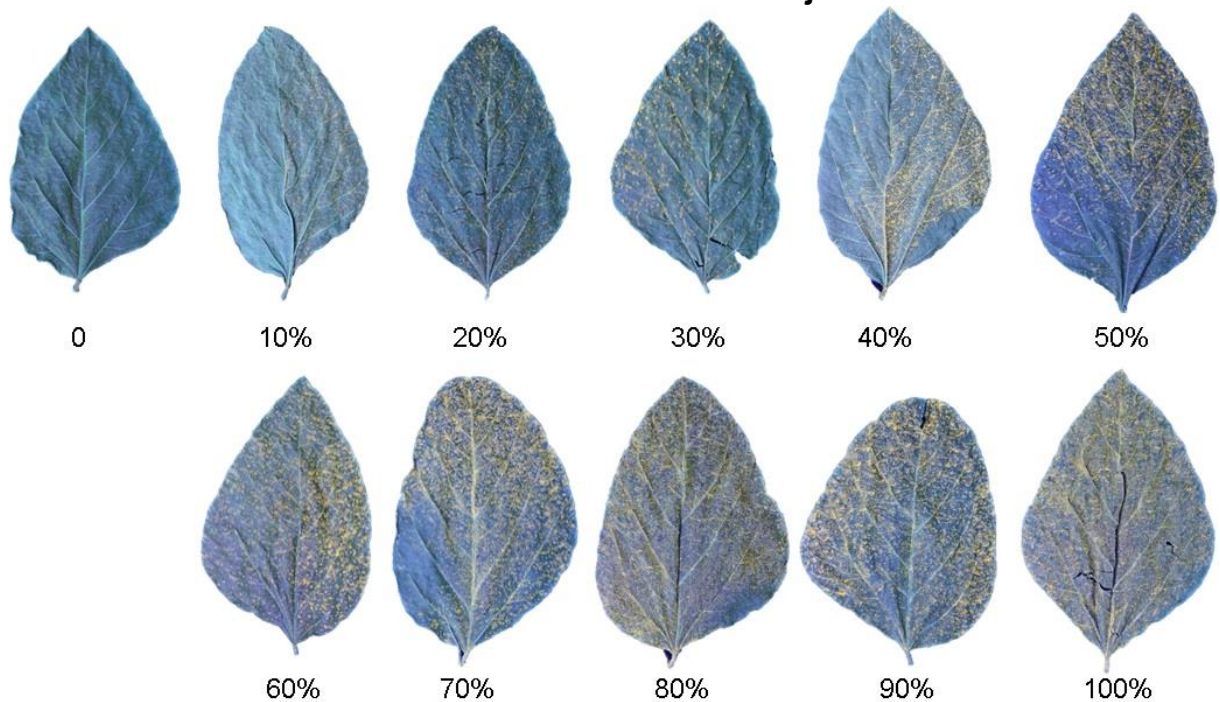
uma sala escura com iluminação fluorescente (Figura 8), contendo quatro lâmpadas (OurLux® Luz Negra 20 W 127V).

Figura 8 – Estrutura utilizada na avaliação das folhas (a) e a sala escura com iluminação fluorescente (b)



De acordo com experimento realizado por 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 (ANTUNIASSI et al., 2017). A determinação da cobertura foi através da avaliação visual de três avaliadores, comparando as folhas com uma escala de notas utilizada como parâmetro (Figura 9), adaptada de Bullock et al. (1968) e Palladini (1990), com valores de 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100%.

Figura 9 – Escala de notas utilizada como parâmetro na avaliação visual da cobertura das folhas de soja



No momento da análise, foi utilizado três avaliadores e não foi permitido observar as notas entre si. A avaliação foi realizada colocando uma folha por vez, abaixo da escala de notas. Após a visualização da folha, os avaliadores registraram a nota em uma planilha e em seguida foi realizada a média aritmética das notas dos três avaliadores.

Os dados obtidos na avaliação da cobertura das folhas foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo Teste Tuckey ($p < 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Espectro de gotas

Na análise de variância dos parâmetros do espectro de gotas, conforme a Tabela 3, os valores do diâmetro mediano volumétrico (DMV) e da amplitude relativa (AR) não houve interações entre os modelos das pontas de pulverização e os volumes de calda ($p > 0,05$). Na análise do percentual do volume de gotas com diâmetro menor que $100 \mu\text{m}$ (V100) houve interação ($p < 0,05$).

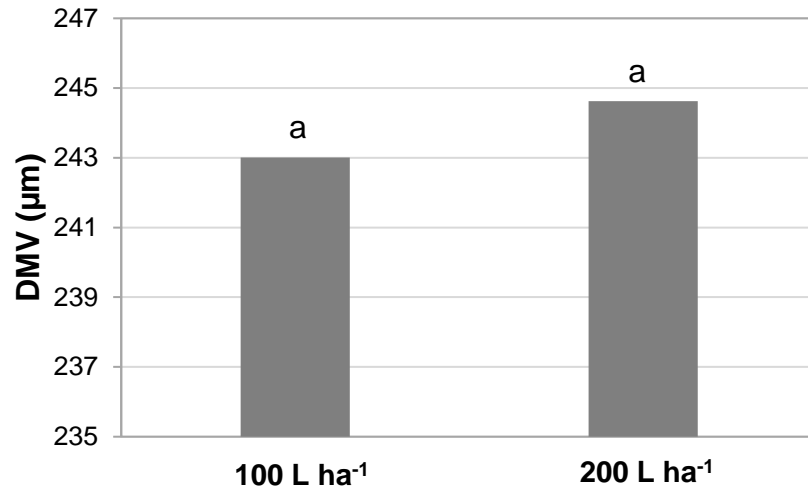
Tabela 3 – Análise de variância (ANOVA) do diâmetro mediano volumétrico (DMV), amplitude relativa (AR) e percentual do volume de gotas com diâmetro menor que $100 \mu\text{m}$ (V100).

	Grau de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	P valor
DMV					
Ponta	2	1268,37	634,19	42,94	<0,05
Calda	1	19,52	19,52	1,32	0,2616
Ponta*Calda	2	6,29	3,15	0,21	0,8096
Resíduo	24	354,45	14,77		
Total	29	1648,64			
CV: 1,58%					
AR					
Ponta	2	0,0717	0,0358	20,43	<0,05
Calda	1	0,0010	0,0010	0,57	0,4595
Ponta*Calda	2	0,0115	0,0057	3,27	0,0556
Resíduo	24	0,0421	0,0018		
Total	29	0,1263			
CV: 3,27%					
V100					
Ponta	2	104,28	52,14	168,42	<0,05
Calda	1	0,32	0,32	1,02	0,3219
Ponta*Calda	2	4,24	2,12	6,84	<0,05*
Resíduo	24	7,43	0,31		
Total	29	116,27			
CV: 8,24%					

*Significativo a 5%

Ao analisar os valores do DMV dos volumes de calda (Figura 10), não houve diferença significativa, com valores de $243,0 \mu\text{m}$ e $244,6 \mu\text{m}$, respectivamente, para os volumes de calda de 100 e 200 L ha^{-1} .

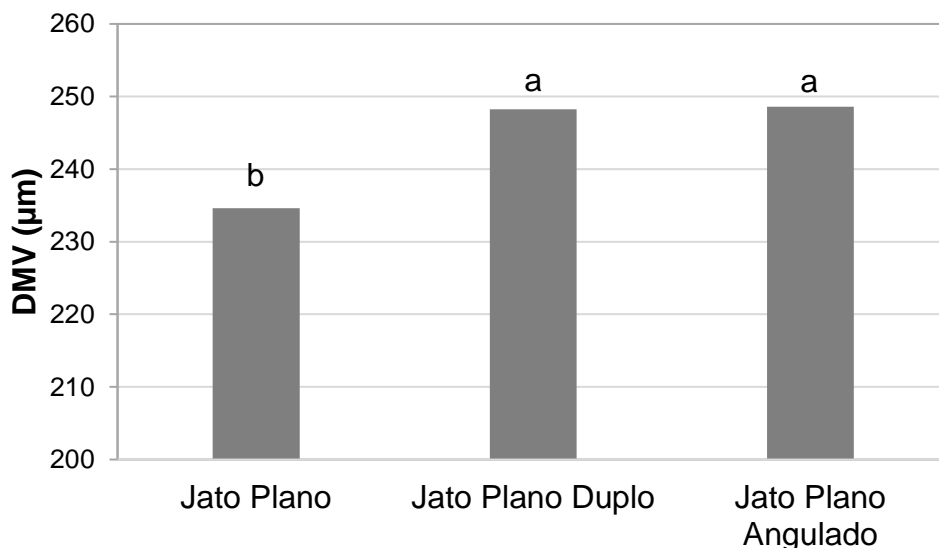
Figura 10 – Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) dos volumes de calda de 100 e 200 L ha⁻¹



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

Apesar dos diferentes modelos de pontas de pulverização possuir a mesma classe de gotas (“médias”), houve uma pequena diferença nos valores do DMV (Figura 11). As pontas de jato plano duplo e de jato plano angulado apresentaram os maiores valores de DMV, 248,2 e 248,6 µm, respectivamente, não apresentando diferença significativa entre eles. Para a ponta de jato plano, o DMV foi 234,6 µm, sendo 5,48 e 5,62% menor, comparado ao jato plano duplo e ao jato plano angulado, respectivamente.

Figura 11 – Diâmetro mediano volumétrico (DMV) dos modelos de pontas de pulverização com o formato do jato plano, jato plano duplo e jato plano angulado

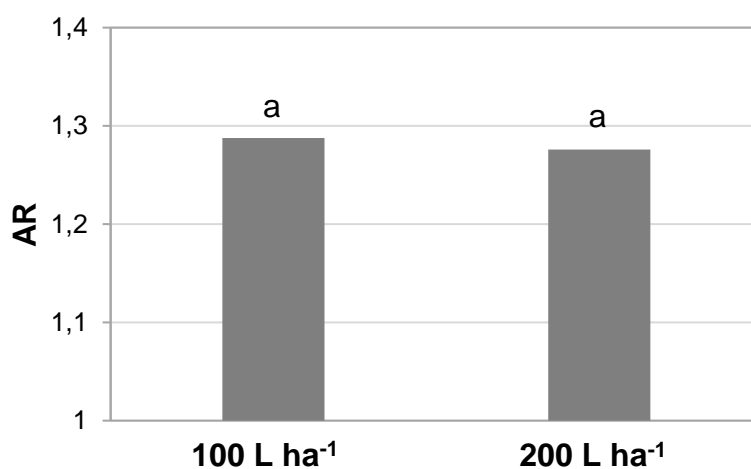


* Letras minúsculas diferentes diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey ($p < 0,05$).

Roehrig (2017), ao analisar a deposição e cobertura das folhas em aplicações com diferentes espectros de gotas, verificou que a deposição e a cobertura das folhas nas de soja são influenciadas dependendo da classe de gotas utilizada. O autor constatou que além do espectro de gotas, o volume de calda também pode interferir na deposição e cobertura das folhas.

Na comparação da amplitude relativa (AR) entre os volumes de calda (100 e 200 L ha⁻¹), não houve diferença significativa, conforme a Figura 12.

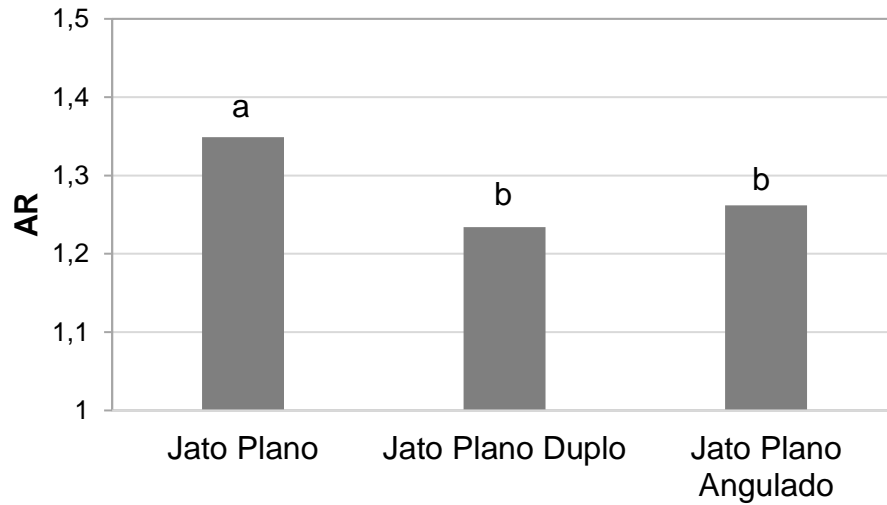
Figura 12 – Amplitude relativa (AR) dos volumes de calda de 100 e 200 L ha⁻¹



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

A ponta de jato plano possuiu o maior valor de AR (1,35), comparado às outras pontas (Figura 13). Os valores da AR das pontas de jato plano duplo e de jato plano angulado foram de 8,89 e 6,67% menor, comparado ao jato plano.

Figura 13 – Amplitude relativa (AR) dos modelos de pontas de pulverização com o formato do jato plano, jato plano duplo e jato plano angulado

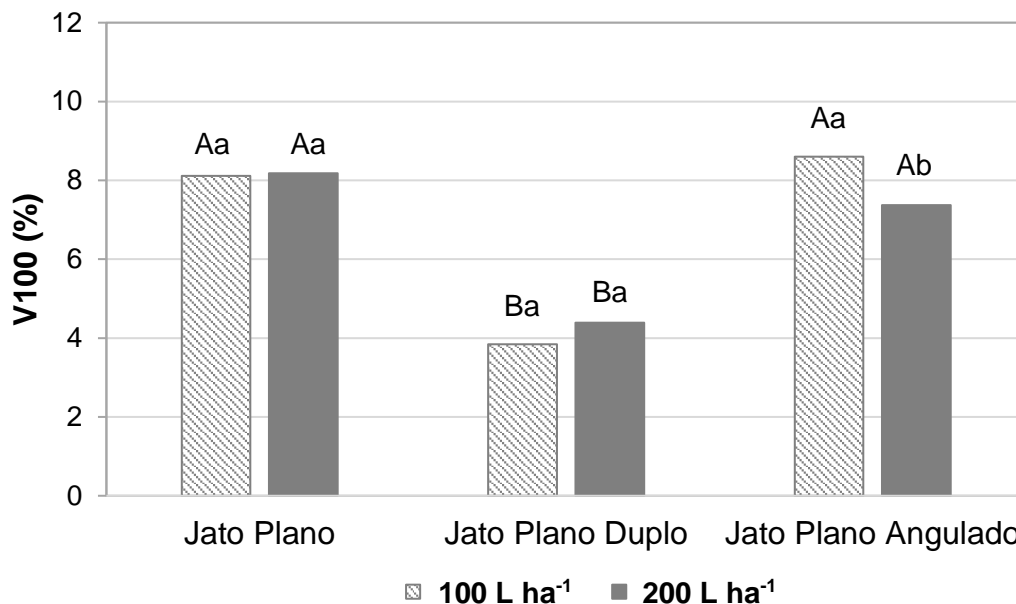


* Letras minúsculas diferentes diferem estatisticamente de acordo com o teste tukey ($p < 0,05$).

A amplitude relativa (AR) serve como parâmetro para saber se o espectro de gotas é homogêneo ou não, sendo assim, quanto maior for o índice da AR, o espectro de gotas é menos homogêneo (ANTUNIASSI et al., 2017). Nessa análise, a ponta de jato plano possuiu um espectro de gotas menos homogêneo, comparado às outras pontas analisadas.

Na análise do percentual do volume de gotas com diâmetro menor que $100 \mu\text{m}$ (V100), houve diferença significativa entre os volumes de calda para a ponta de jato plano angulado (3D) (Figura 14), com o maior valor do V100 no volume de calda de 100 L ha^{-1} (8,60%), comparado ao volume de calda de 200 L ha^{-1} (7,37%). Para as pontas de jato plano e de jato plano duplo, não houve diferença significativa entre os volumes de caldas.

Figura 14 – Percentual do volume de gotas com diâmetro menor que 100 μm (V100) para os volumes de calda de 100 e 200 L ha⁻¹ e o formato do jato plano, jato plano duplo e jato plano angulado



* Letras minúsculas quando diferentes nos volumes de calda (L ha⁻¹) e letras maiúsculas diferentes nos formatos dos jatos de pulverização diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey ($p < 0,05$).

A diferença no valor do V100 da ponta de jato plano angulado entre os volumes de calda 100 e 200 L ha⁻¹ pode ser explicada devido a variação de concentração dos produtos na calda de pulverização, pois a calda contendo 100 L ha⁻¹, possui uma concentração maior de produtos, comparado à calda de 200 L ha⁻¹.

Ao comparar os valores do V100 entre as pontas de pulverização, a ponta com o de jato plano duplo possuiu o menor valor do V100, para ambos os volumes de calda, com valores de 3,84 e 4,39%, respectivamente para os volumes de calda de 100 e 200 L ha⁻¹. Para as pontas de jato plano e de jato plano angulado, os valores do V100 não apresentaram diferença significativa entre elas, em ambos os volumes de calda.

A redução do valor do V100 para a ponta de jato plano duplo pode ser explicado devido a esse modelo de ponta possuir um pré-orifício. Modelos de pontas de pulverização com pré-orifício e com indução de ar, proporcionam uma redução no potencial de deriva, reduzindo o valor do V100 (CUNHA et al., 2008).

Cunha et al., (2005), ao comparar o espectro de gotas de diferentes modelos de pontas de pulverização, constataram que a ponta de jato plano com pré orifício apresentou redução do valor do V100, comparado às pontas de jato plano e jato cônico vazio.

Apesar de haver algumas diferenças significativas nos parâmetros analisados do espectro de gotas entre as diferentes pontas de pulverização, analisando-se 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). As diferenças estatísticas observadas podem ser creditadas à alta precisão e resolução do método de análise de gotas utilizado.

4.2 Cobertura das folhas

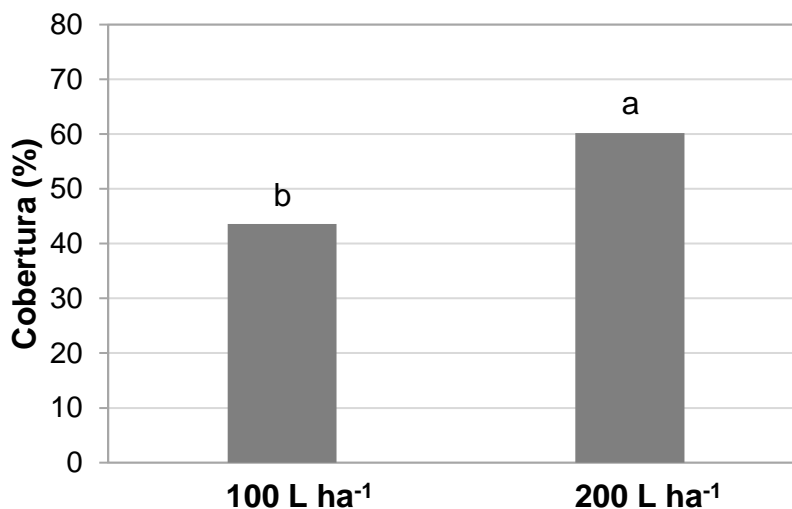
Para a análise de variância da cobertura das folhas nas plantas de soja em ambos os extratos avaliados (superior e médio/inferior) (Tabela 4), não houve interações entre os modelos das pontas de pulverização (formatos dos jatos) e os volumes de calda (100 e 200 L ha⁻¹) (p>0,05).

Tabela 4 – Análise de variância (ANOVA) da cobertura das folhas nas plantas de soja no extrato superior e extrato médio/inferior.

	Grau de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	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 15).

Figura 15 – 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 ($p < 0,05$).

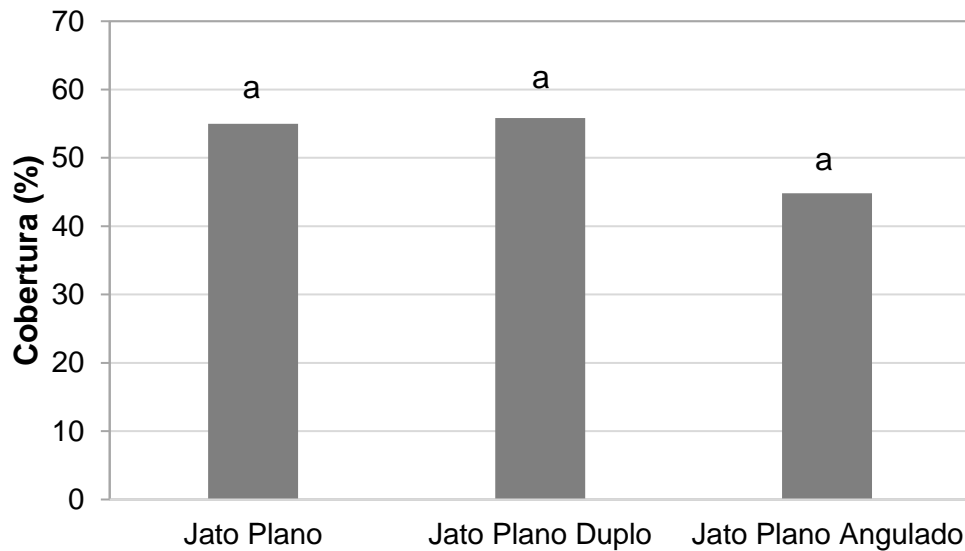
Cunha et al. (2006), avaliando a deposição da calda de pulverização aplicada na cultura da soja, em função de diferentes volumes de aplicação e de modelos de pontas de pulverização, constataram que maiores volumes de calda proporcionaram um maior depósito no alvo, estando de acordo com presente trabalho. O aumento do volume de calda, acarreta em uma maior distribuição do produto, o que é desejado principalmente em aplicações de fungicidas protetores (CUNHA 2006; ANTUNIASSI; BOLLER, 2019).

Antuniassi et al. (2017b), avaliando o efeito do tamanho de gotas e o volume de aplicação no controle da ferrugem asiática da soja, utilizando o fungicida mancozeb, verificaram que nas aplicações com o maior volume de calda, o controle da doença foi mais eficiente, em ambos tamanhos de gotas (“fina” e “média”).

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 formatos do jato plano, jato plano duplo e jato plano angulado (Figura 16), 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 16 – 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 ($p < 0,05$).

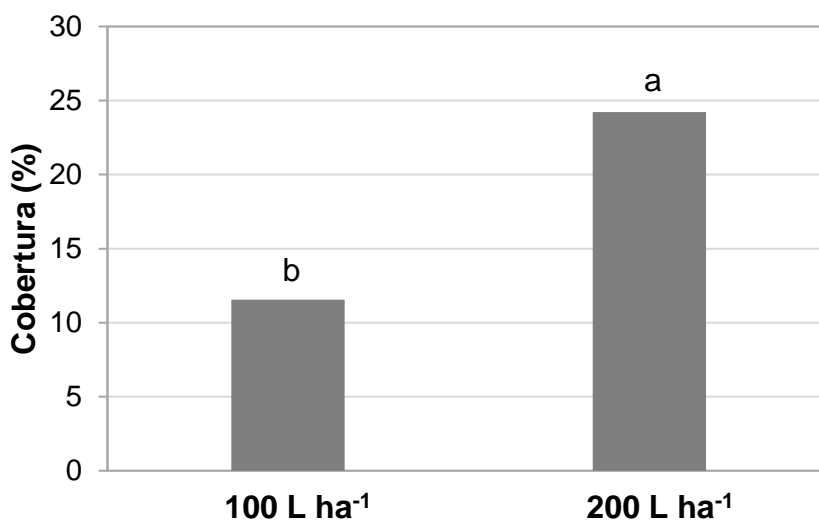
Em muitos trabalhos publicados, os autores estudaram a cobertura das folhas ou a deposição da calda de pulverização, analisando diferentes modelos de pontas, porém, com diferentes classes de gotas. Cunha et al. (2006) avaliaram a deposição da calda de pulverização aplicada na cultura da soja, em função de diferentes volumes de aplicação e modelos de pontas de pulverização. Foram utilizados quatro modelos de pontas de pulverização (jato plano padrão, jato plano de pré-orifício, jato plano duplo com de indução de ar e jato plano com indução de ar), ambas possuindo o mesmo formato do jato, porém com diferentes classes das gotas. Os autores verificaram que a ponta de pulverização 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”).

Negrisoni 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, ocorreu maior porcentagem da cobertura das folhas no volume de calda de 200 L ha⁻¹ (24,23%), comparado com o volume de calda de 100 L ha⁻¹ (11,55%), diferença de 52,32% entre os volumes de calda (Figura 17).

Figura 17 – 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 ($p < 0,05$).

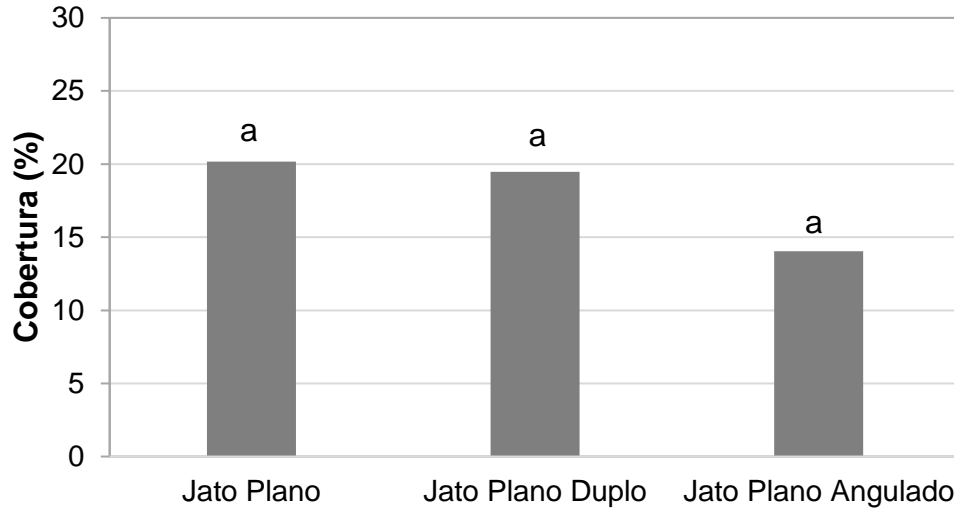
Em estudo realizado por Negrisoli et al. (2019), analisando o depósito da calda de pulverização utilizando os mesmos formatos dos jatos do presente trabalho (jato plano, jato plano duplo e jato plano angulado), no extrato médio/inferior, houve também a redução do depósito ao diminuir o volume de calda,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

Ao analisar a cobertura das folhas no extrato médio/inferior para cada formato do jato (jato plano, jato plano duplo e jato plano angulado) (Figura 18), 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 18 – 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 estante 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 (CUNHA et al., 2006; ANTUNIASSI et al., 2017). Por outro lado, ao utilizar gotas mais finas, o risco de deriva aumenta também (ANTUNIASSI et al., 2017).

Negrisoni et al. (2019), ao comparar a deposição de diferentes modelos de pontas de pulverização, constataram que no volume de calda de 250 L ha⁻¹, a ponta de jato

plano possuiu maior deposição em comparação à ponta de jato angulado (3D), não se diferenciando da ponta de jato plano duplo, não estando de acordo com essa pesquisa.

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 quatros modelos de pontas e nas duas posições avaliadas das plantas (superior e inferior), concordando com o presente trabalho.

Cunha et al. (2011), analisando a deposição de calda na cultura da soja em aplicações terrestres e aéreas, verificaram que para ambas modalidades de aplicações, existe uma baixa uniformidade de distribuição da calda no dossel da cultura.

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 et al. (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.

Apesar de observar pequenas diferenças significativas entre os espectros de gotas das pontas de pulverização analisadas, 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.

5 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.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; YORINORI, J.T.; SILVA, J.F.V.; HENNING, A.A.; GODOY, C.V.; COSTAMILAN, L.M.; MEYER, M.C. Doenças da soja (*Glycine max*). *In*: KIMATI, H. et al. **Manual de Fitopatologia**, v.2. Doenças de plantas cultivadas. São Paulo: Ceres, 2005. p. 576.
- ANTUNIASSI, U. R., CARVALHO, F. K., MOTA, A. A. B., CHECHETTO, R. G. **Entendendo a tecnologia de aplicação**. Botucatu: FEPAF, 2017.
- ANTUNIASSI, U. R., MOREIRA, R. B., CHECHETTO, R. G., CARVALHO, F. K., MOTA, A. A. B., OVEJERO, R. F. L. Understanding performance analysis of drift reduction technologies under laboratory conditions. **Aspects of Applied Biology** **144**, p. 191-196, 2020.
- ANTUNIASSI, U. R.; BAILO, F. H. R., BIZARDI, I. R. Sistema de suporte a decisão para seleção de pontas de pulverização em sistemas de aplicação de defensivos. **Agronegócio, Tecnologia e Inovação**, Londrina, v.1, p.1-2, 2005. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro De Agroinformática, Londrina, 2005.
- ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. Tecnologia de aplicação de fungicidas. *In*: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2011. p. 221-222.
- ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. Tecnologia de aplicação para fungicidas. *In*: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. 2ª ed. rev. amp. - Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2019. p. 283-302.
- 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.
- ANTUNIASSI, U. R.; CUNHA, J. P. A. R. Boas práticas na tecnologia de aplicação dos defensivos agrícolas. *In*: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. 2ª ed. rev. amp. - Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2019. p. 355-366.
- ANTUNIASSI, U.R., FURLAN, S.H., MOTA, A.A., CARVALHO, F.K., CHECHETTO, R.G., SOUSA, S.F.G. Efeito do tamanho de gotas e taxa de aplicação no controle da ferrugem asiática da soja com mancozeb. *In*: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 50, 2017, Uberlândia /MG. **Anais** [...]. Uberlândia: SBF, 2017b v.1 p.1.
- ASABE. **Spray Nozzle Classification by Droplet Spectra**; ASABE: St. Joseph, MI, USA, 2018.
- BALAN, M. G.; ABI SAAB, O. J. G.; SASAKI, E. H. Distribuição da calda na cultura da videira por turboatomizador com diferentes configurações de pontas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 731-738, 2006. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782006000300003&script=sci_arttext. Acesso em: 01 jan. 2020.

BOLLER, W.; FORCELINI, C. A.; HOFFMANN, L. L. Tecnologia de aplicação de fungicidas - parte I. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 15, p. 243-276, 2007.

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.

CAVENAGHI, A. L.; CARBONARI, C. A. Tecnologia de aplicação de herbicidas para o controle de plantas daninhas. In: ANTUNIASSI, U. R.; BOOLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. 2ª ed. rev. amp. - Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2019. p. 261-282.

CHECHETTO, R. G. **Métodos de coleta de deposição para ensaios de deriva em aplicações aéreas**. 2015. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015.

CHRISTOFOLETTI, J. C. Considerações sobre tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. **Botem técnico: TeeJet South American**, 5, 14 p., 1999.

CHRISTOFOLETTI, J. C. Pulverização ou aplicação? **A Granja**, Porto Alegre, n. 625, p. 35-37, jan. 2001.

COURSHEE, J.H. Application and use of foliar fungicides. In: TORGESON, D.C. ed. **Fungicide – An advanced treatise**, New York, Academic Press, p. 239-86, 1967.

CREECH C. F.; HENRY, R. S.; WERLE, R.; SANDELLI, L. D.; HEWITT, J.; KRUGER, G. R. Performance of postemergence herbicides applied at different carrier volume rates. **Weed Technology**, Cambridge, v. 29, n. 3, p. 611-624, 2015. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-technology/article/performance-of-postemergence-herbicides-applied-at-different-carrier-volume-rates/5B4A0A76AD7E37C5F5BB3FFA46CC8422>. Acesso em out. 2019.

CULTURAS. **Planilha de Custo de Produção**: culturas de 1ª safra, Brasília, DF, mar. 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-producao/itemlist/category/406-planilhas-de-custos-de-producao-culturas-de-1-safra>>. Acesso em out. 2019.

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.redalyc.org/pdf/1953/195314928007.pdf>. Acesso em: 01 jan. 2020.

CUNHA, J.P.A.R.; FARNESE, A.C.; OLIVET, J.J.; VILLALBA, J. Deposição da calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. **Eng. Agríc.** Jaboticabal, v. 31, p. 343-351, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162011000200014&script=sci_arttext. Acesso em: 10 jan. 2020.

CUNHA, J.P.A.R.; MOURA, E.A.C.; JÚNIOR, J.S.; ZAGO, F.A.; JULIATTI, F.C. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem asiática. **Eng. Agrícola.** Jaboticabal, v. 28, n. 2, p., p. 283-291, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162008000200009&script=sci_arttext. Acesso em: 10 jan. 2020.

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. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782006000500003&script=sci_arttext. Acesso em 15 out. 2019.

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, p. 1069-1074, 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782005000500013&script=sci_arttext. Acesso em: 15 set. 2019.

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**. v. 128, p. 193–198, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016816991630182X>. Acesso em: 10 out. 2019.

GALLO, D. et al. Pragas das plantas e seu controle. *In*: GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. 1ª ed., Piracicaba, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz – FEALQ, 2002. p. 397-898.

GUEDES, J. V. C.; PERINI, C. R. Tecnologia de aplicação de inseticidas em culturas anuais. *In*: ANTUNIASSI, U. R.; BOOLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. 2ª ed. rev. amp. - Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2019. p. 303-318.

HEWITT, A. J. Droplet size spectra classification categories in aerial application scenarios. **Crop Protection**, v. 27, n. 9, p. 1284–1288, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219408000689>. Acesso em: 01 out. 2019.

KRUGER, G. R.; ANTUNIASSI, U. R. Deriva na pulverização em culturas anuais. *In*: ANTUNIASSI, U. R.; BOOLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. 2ª ed. rev. amp. - Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2019. p. 319-329.

MATSUO, E.; LOPES, E. A.; SEDIYAMA, T. Manejo de Doenças. *In*: SEDIWAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. **Soja do plantio à colheita**, Viçosa, MG, Ed. UFV, 2015. p. 288-309.

MATTHEWS, G. A. **Pesticide application methods**. 3.ed., London, Blackwell Science, 2000, 432 p.

MATTHEWS, G. A.; BATEMAN, R.; MILLER, P. Formulation of pesticides. *In*: **Pesticide application methods**. 4 ed. Oxford: John Wiley & Sons, 2014.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990.

MILLER, P. C. H. Spray drift and its measurement. *In*: MATTHEWS, G. A.; HISLOP, E. C. **Application technology for crop protection**. London, CAB International, 1993.

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. **Agron. Sust. Dev.** v. 35, p. 1075–1085. 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-015-0309-y>. Acesso em: 01 out. 2019.

NEGRISOLI, M.M.; RAETANO, C.G.; SOUZA, D.M.; SOUZA, F. M. S.; BERNARDES, L. M.; JUNIOR L. D. B.; RODRIGUES D. M.; SARTORI, M. M. P. Performance of new flat fan nozzle design in spray deposition, penetration and control of soybean rust. **Eur J Plant Pathol**, v. 155, p. 755-767, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10658-019-01803-1#citeas>. Acesso em: 10 set. 2019.

NIDERA. **Semente de soja NS 6700 IPRO**, São Paulo, SP, s.d., Folheto informativo, 2019. Disponível em: <http://www.niderasementes.com.br/produto/ns-6700-ipro.aspx>. Acesso em out. 2019.

NOTÍCIAS. **Lavouras são apenas 7,6% do Brasil**, segundo a NASA, Brasília, DF, dez. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/dados-da-nasa-demonstram-que-apenas-7-6-da-area-do-brasil-e-ocupada-por-lavouras> >. Acesso em jan. 2020.

PALLADINI, L.A. **Efeito de condições operacionais de um turboatomizador na cobertura de folhas de citros**. 1990. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, 1990.
PENTAIR. **Pentair Hypro 3D Spray Nozzles**. s.d., London, UK. Disponível em: <https://www.pentair.com/en/products/spray-nozzles/agricultural-spray-nozzles/3d.html>>. Acesso em out. 2019.

RAETANO, C.G. Introdução ao estudo da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. *In*: ANTUNIASSI, U. R.; BOOLER, W. **Tecnologia de aplicação para**

culturas anuais. 2ª ed. rev. amp. - Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2019. p. 17-27.

RAETANO, C.G; MOTA, A.A.B. Pontas de pulverização. *In*: ANTUNIASSI, U. R.; BOOLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. 2ª ed. rev. amp. - Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2019. p. 67-89.

ROMÁN, R. A. A.; CORTEZ, J. W.; FERREIRA, M. C.; OLIVEIRA J. R. G. Cobertura da cultura da soja pela calda fungicida em função de pontas de pulverização e volumes de aplicação. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 3, p. 223-232, 2009. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/14529>. Acesso em: 01 dez. 2019.

SINDIVEG. **Comercialização de Defensivos Agrícolas no Brasil**: dados 2018, São Paulo, SP, 2018. Disponível em: <http://www.sindiveg.org.br>. Acesso em: 31 out. 2019.

SOJA. **Acompanhamento da Safra Brasileira**: grãos, Brasília, DF, v. 6, set. 2019. Safra 2018/2019, Décimo segundo levantamento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 10 out. 2019.

SYNGENTA. **Defy 3D Nozzles Technote**: Inclined flat fan nozzle for optimum spray coverage, United Kingdom, 2016. Disponível em: <<https://syngenta-au.my.salesforce.com/sfc/p/#900000000atoO/a/900000008gxf/SFdik58N0BmDc92cetlLFeJV1QV8AB3dFUo6pAi0t1M>> Acesso em jan. 2020.

TACHIBANA, A.; ANTUNIASSI, U. R. Avaliação de sistemas de aplicação de defensivos para a citricultura. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, vol. 23, n. 1, p. 01-17, 2008.

UNITED NATIONS. **World Population Prospects 2019**, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, Online Edition, rev. 1, 2019. Disponível em: <<https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>>. Acesso em out. 2019.

VELINI, E. D.; CARBONARI, C. A. Brasil: Informando corretamente sobre o uso e os riscos dos agrotóxicos. *In*: ANTUNIASSI, U. R.; BOOLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. 2ª ed. rev. amp. - Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2019. p. 367-373.

YORINORI, J.T.; YUYAMA, M.M.; SIQUERI, F.V.; JÚNIOR. I.P.A. Doenças da soja. *In*: **Boletim de Pesquisa 2017/208**, n. 18, Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso – Fundação MT, Rondonópolis, 2018.