

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

MATHEUS ARTHUR GÓES LÔBO FARIAS

**INFLUÊNCIA DO TAMANHO DE GOTA E HORÁRIO DE APLICAÇÃO NA
DEPOSIÇÃO E CONTROLE DE PERCEVEJOS NA CULTURA DA SOJA**

Ilha Solteira

2021

MATHEUS ARTHUR GÓES LÔBO FARIAS

**INFLUÊNCIA DO TAMANHO DE GOTA E HORÁRIO DE APLICAÇÃO NA
DEPOSIÇÃO E CONTROLE DE PERCEVEJOS NA CULTURA DA SOJA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia pelo Programa de Pós-graduação em Agronomia.

Prof. Dr. Evandro Pereira Prado
Orientador

Ilha Solteira
2021

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Influência do tamanho de gota e horário de aplicação na deposição e controle de percevejos na cultura da soja

AUTOR: MATHEUS ARTHUR GÓES LÔBO FARIAS

ORIENTADOR: EVANDRO PEREIRA PRADO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA, área: Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. EVANDRO PEREIRA PRADO (Participação Virtual)
Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena - UNESP

Prof. Dr. CARLOS GILBERTO RAETANO (Participação Virtual)
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

Prof. Dr. JULIO CESAR GUERREIRO (Participação Virtual)
Departamento de Ciências Agrônômicas / Universidade Estadual de Maringá - UEM

Ilha Solteira, 23 de agosto de 2021

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

F224i Farias, Matheus Arthur.
Influência do tamanho de gota e horário de aplicação na deposição e controle de percevejos na cultura da soja / Matheus Arthur Farias. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2021
45 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2021

Orientador: Evandro Pereira Prado
Inclui bibliografia

1. Tecnologia de aplicação. 2. Controle de percevejos. 3. Inseto-praga. 4. Piezodorus Guildini. 5. Espectro de gotas.

Raiane da Silva Santos
Raiane da Silva Santos

DEDICATÓRIA

Ao senhor meu Deus, que me mantém persistente nessa jornada da vida.

Aos meus pais, pelo amor incondicional.

A Agatha Argioli, por toda paciência e amor.

Ao amigo, professor e orientador, Evandro Prado, pela inestimável dedicação, ensinamentos e compreensão, pela confiança durante todo processo de desenvolvimento dessa pesquisa.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

O rendimento da cultura da soja pode ser afetado por insetos-praga, sendo o complexo de percevejos as principais pragas que atacam durante a fase reprodutiva da soja. O estudo teve como objetivo verificar como o tamanho de gotas e horário de aplicação afetariam os depósitos da pulverização e a eficiência de controle de percevejos na cultura da soja. A verificação da deposição da pulverização nas folhas e vagens da soja em função do tamanho da gota (fina, média, grossa e muito grossa) em diferentes horários de aplicação (6 horas e 15 horas) foi realizada pela pulverização de inseticida + corante alimentício Azul Brillante. Para avaliação do desempenho do inseticida, com os mesmos tratamentos descritos na avaliação da deposição, as estimativas populacionais dos percevejos foram realizadas aos 0 (pré-aplicação), 3, 6, 9, 12 e 15 dias após a aplicação do inseticida, pelo método do pano-de-batida vertical, com duas amostragens por parcela. Os resultados mostraram que as gotas finas e muito grossas tiveram maior uniformidade de deposição nas vagens. Já nas folhas da soja, a gota média, obteve maior deposição. O controle de percevejo não teve influência entre horários de aplicação e tamanho de gotas, mas com destaque a gota média às 15h, que obteve a eficiência final mais próxima de 80%. Os tratamentos não apresentaram diferença significativa na produtividade, porém a gota média utilizada na aplicação às 6 horas apresentou produção média de 2.693 kg ha⁻¹.

Palavras-chave: tecnologia de aplicação; controle de percevejos; inseto-praga;

Piezodorus guildini, espectro de gotas.

ABSTRACT

The yield of soybean crop can be affected by pest insects, with the stink-bugs complex being the main pests that attack during the reproductive phase of soybean plants. The study aimed to verify how droplet size and application times would affect spray deposition and control efficiency of stink-bugs in soybean crop. Verification of spray deposition on soybean leaves and pods as a function of droplet size (fine, medium, coarse and very coarse) at different application times (6 am and 3 pm) was performed by spraying insecticide + food dye Brilliant Blue. To evaluate the performance of the insecticide, with the same treatments described in the deposition evaluation, the population estimates of the stink-bugs were performed at 0 (pre-application), 3, 6, 9, 12 and 15 days after application of the insecticide, by the vertical ground cloth, with two samplings per plot. The results showed that the fine and very coarse droplets had greater uniformity of deposition on the pods. On the soybean leaves, the medium droplet provided greater spray deposition. The control of the bed bug was not influenced by the time of application and droplet size, but the medium droplet at 15h obtained the final efficiency closest to 80%. The treatments showed no significant difference in soybean yield, but the average droplet used in the application at 6 am showed an average yield of 2.693 kg ha⁻¹.

Keywords: application technology; stink-bugs control; insect-pests; *Piezodorus guildini*, droplet spectra.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Pulverização na área experimental	22
Figura 2	- Plantas de soja na área experimental	24
Figura 3	- Frequência acumulada dos depósitos da pulverização ($\mu\text{L g}^{-1}$ MS) proporcionado pelas gotas fina, média, grossa e muito grossa nas folhas das plantas de soja	30
Figura 4	- Produtividade (kg ha^{-1}) de grãos de soja em função do horário de aplicação e tamanhos de gotas	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Descrição dos tratamentos	21
Tabela 2	- Condições meteorológicas das aplicações de deposição e eficiência de controle	25
Tabela 3	- Resultados das análises de regressão das frequências acumuladas dos depósitos proporcionados por diferentes tamanhos de gota nas vagens, utilizando ajuste do modelo logístico	28
Tabela 4	- Resultados das análises de regressão das frequências acumuladas dos depósitos proporcionados por diferentes tamanhos de gota nas folhas de soja, utilizando ajuste do modelo logístico	31
Tabela 5	- Resultados das médias de deposição nas folhas proporcionadas por diferentes tamanhos de gota ($\mu\text{L g}^{-1}$ de MS)	31
Tabela 6	- Deposição em vagens de soja no terço superior e inferior em função da pulverização com diferente tamanho de gotas em dois horários de aplicação	33
Tabela 7	- Média do número e eficiência de percevejo verde-pequeno (<i>P. guildinii</i>) em 2 batidas de pano por tratamento em lavoura de soja tratada com inseticida aplicado por diferentes tamanhos de gotas em dois horários de aplicação	36
Tabela 8	- Média do número e eficiência de percevejo marrom (<i>E. heros</i>) em 2 batidas de pano por tratamento em lavoura de soja tratada com inseticida aplicado por diferentes tamanhos de gotas em dois horários de aplicação	38
Tabela 9	- Média do número e eficiência de controle de ninfas e adultos dos percevejos <i>P. guildinii</i> e <i>E. heros</i> , em 2 batidas de pano por tratamento em lavoura de soja tratada com inseticida aplicado por diferentes tamanhos de gotas em dois horários de aplicação	40

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

A	Absorbância
C_f	Concentração de corante
C_i	Concentração inicial na calda de aplicação
DAA	Dias Após Aplicação
DMV	Diâmetro Médio Volumétrico
E	Eficiência de controle
F	Frequência acumulada
g	Gramma
h	Horas
ha	Hectare
ID	Número de insetos-pragas em parcela tratada
kg	Quilograma
L	Litros
m	Metro
m ²	Metro quadrado
mg	Miligramma
mL	Mililitro
MP	Média de Percevejos
MS	Massa Seca
nm	Nanômetro
R ²	Coeficiente de determinação
T	Número de insetos-praga em controle
V_f	Volume de diluição da amostra
V_i	Volume retido pela planta
µL	Microlitro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	Soja	15
2.2	Espectro de gotas	16
2.3	Condições meteorológicas em pulverização	17
2.4	Percevejos em soja	18
3	Material e métodos	19
3.1	Deposição da pulverização	20
3.1.1	<i>Semeadura e condução</i>	<i>20</i>
3.1.2	<i>Descrição de tratamentos.....</i>	<i>20</i>
3.1.3	<i>Quantificação dos depósitos da pulverização</i>	<i>22</i>
3.2	Eficiência de controle de percevejos	23
3.2.1	<i>Descrição dos tratamentos.....</i>	<i>24</i>
3.2.2	<i>Avaliações de eficiência e produtividade.....</i>	<i>25</i>
3.3	Análises de dados	26
3.3.1	<i>Deposição da pulverização</i>	<i>26</i>
3.3.2	<i>Eficiência de controle</i>	<i>27</i>
4	Resultados e discussão	27
4.1	Deposição da pulverização	27
4.2	Influência do tamanho de gota na eficiência de controle de percevejos	34
5	CONCLUSÃO	42
	REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

Durante a última década, a soja foi estabelecida como uma das principais culturas no Brasil, retomando o lugar de maior produtor mundial, ultrapassando os Estados Unidos. A produção da safra de 2020/2021 foi de 135,9 milhões de toneladas de soja, um aumento de 8,9% em relação à safra anterior (CONAB, 2021). O rendimento da soja pode ser potencialmente maior, porém a cultura é afetada por fatores bióticos, incluindo danos causados por insetos.

Durante o seu ciclo, a cultura da soja está sujeita ao ataque de diferentes espécies de insetos-praga. Em diversos locais onde a soja é cultivada, as plantas sofrem com o ataque de percevejos, sendo mais de 50 espécies que podem causar danos as plantas (DEPIERI; PANIZZI, 2011). Os percevejos da família Hemiptera: Pentatomidae são as pragas mais importantes para a cultura da soja durante a fase reprodutiva, causando danos à qualidade dos grãos e rendimento da cultura (HOFFMANN-CAMPO *et al.*, 2000; Farias *et al.*, 2020).

O percevejo marrom *Euschistus heros* e o percevejo verde pequeno *Piezodorus guildinii*, são importantes espécies que comprometem a cultura caso ultrapassem seus níveis de controle (DEPIERI; PANIZZI, 2011). Dentre as diferentes espécies de percevejos que danificam a soja, o verde pequeno é o mais danoso, comprometendo a qualidade dos grãos e causando maior retenção foliar. Sua distribuição no território brasileiro ocorre desde o Norte ao Sul do país (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999).

Os maiores danos causados pelos percevejos fitófagos ocorre na fase reprodutiva, onde atacam, preferencialmente, sementes jovens em desenvolvimento. Ao introduzir o aparelho bucal nas sementes, os insetos injetam sua saliva que provocam danos nos tecidos e descoloração, além de poderem ocasionar aborto e deformação da semente, afetando diretamente o rendimento da cultura (GIACOMETTI *et al.*, 2016).

Por um determinado período, acreditava-se que a eficácia da aplicação de inseticidas estava relacionada com o tamanho da gota pulverizada, ou seja, quanto maior a deposição ocasionada por gotas finas, melhor seria o controle

das pragas em relação às gotas grossas (DORUCHOWSKI *et al.*, 2017). As gotas de maiores diâmetros, são menos propensas a serem perdidas por deriva, entretanto, possuem menor capacidade de penetração do dossel da cultura, deposição e cobertura do alvo. Com um aumento do volume de aplicação para melhorar a capacidade de penetração, menor será a quantidade de ingrediente ativo disperso na calda de pulverização, o que pode acarretar em uma redução da eficiência de controle da praga (SOSA-GÓMEZ; SILVA, 2010).

As condições ambientais como temperatura, chuva, intensidade e direção do vento podem influenciar diretamente na aplicação dos defensivos agrícolas contribuindo para a sua dispersão (LANGENBACH; CALDAS, 2018). A escolha do produto recomendado e o uso das melhores técnicas de aplicação são imprescindíveis para um bom controle (CUNHA *et al.*, 2017).

Durante uma aplicação, as gotas dos defensivos podem, por meio da deriva, por exemplo, ser carregadas para o solo ou outras áreas do ambiente que não são de interesse. Diversos fatores podem ter papel significativo para ocasionar deriva, dentre eles o diâmetro e espectro de gotas; as condições meteorológicas no momento da aplicação como velocidade e direção do vento, temperatura, umidade relativa do ar, características de formulação do produto; evaporação; viscosidade; altura de aplicação, pontas apropriadas e experiência do operador de máquina (TOBI *et al.*, 2011).

Condições ambientais de baixa umidade relativa e alta temperatura acentuam a evaporação das gotas pulverizadas, deixando-as mais propensas a deriva. Por esse motivo, pulverizações com temperaturas superiores a 30 °C, umidade relativa inferior a 55 % e velocidade do vento excedendo a 10 km/h, devem ser evitadas para reduzir as perdas por deriva (TOBI *et al.*, 2011). Nesses casos, estudos com realização de aplicação em diferentes horários do dia podem ajudar produtores a definir uma melhor estratégia de aplicação para evitar condições meteorológicas desfavoráveis à pulverização de defensivos agrícolas.

O estudo teve como objetivo verificar como o tamanho de gotas e o horário de aplicação afetará os depósitos da pulverização e a eficiência de controle de percevejos-praga na cultura da soja.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Soja

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] tem como centro de origem a Ásia e se disseminou pelas Américas durante o século 17. No Brasil, as primeiras cultivares semeadas foram originárias dos Estados Unidos e, devido as suas características edafoclimáticas, melhor se adaptaram no estado do Rio Grande do Sul (BLACK, 2000).

Durante a década de 70, a cultura ganhou destaque e os estados do Paraná e Rio Grande do Sul se tornaram os principais produtores da época. Posteriormente, com a intensificação das pesquisas no campo de melhoramento genético e fertilidade do solo e o aquecimento do mercado internacional (COSTA, 2020), a cultura foi introduzida no Cerrado e o Brasil começou a se destacar mundialmente (BASTOS, 2020).

A região do Cerrado brasileiro se tornou a região de maior produção nacional de soja, colaborando para que o País se tornasse um dos maiores produtores mundiais (COSTA, 2020). O Brasil, na safra de 2019/20 passou a ocupar a posição de maior produtor mundial de soja, ultrapassando os Estados Unidos, com uma produção de 124.844,5 milhões toneladas (CONAB, 2020).

Na safra de 2020/21 a área plantada foi de 38.529 milhões hectares, um aumento de 4,3% em relação à safra anterior, atingindo uma produção de 135.978,3 milhões de toneladas de grãos de soja, crescimento de 8,9% em relação à safra 2019/20, mantendo o Brasil como o maior produtor mundial (CONAB, 2021). Outros importantes produtores são os Estados Unidos, Argentina e China.

A soja é uma herbácea anual, leguminosa pertencente à família Fabaceae, com grande variabilidade genética no ciclo vegetativo e reprodutivo e, os cultivares disponíveis no Brasil, possuem ciclo variável entre 100 e 160 dias, mas os mais utilizados comercialmente possuem ciclo de 60 a 120 dias. (COSTA, 2020; NUNES, 2021).

Apesar da sua alta produtividade, fatores abióticos e bióticos podem influenciar direta e/ou indiretamente na produção da cultura, sendo

responsáveis por limitações na obtenção de maior produtividade (BERGER-NETO, 2017). Dentre os fatores abióticos alguns fatores ambientais (altitude e latitude), edáficos (morfologia e fertilidade do solo) e climáticos (precipitação, temperatura e umidade) ganham destaque, enquanto que, os fatores bióticos como pragas, doenças e plantas daninhas podem causar estresse e afetar a produtividade.

2.2 Espectro de gotas

A eficiência de uma pulverização está relacionada, dentre outros fatores, pela correta colocação e distribuição do produto fitossanitário em um determinado alvo. Para isso, a tecnologia de aplicação apresenta critérios relacionados à qualidade de uma pulverização, que asseguram melhor segurança e efetividade de controle do alvo desejado.

A escolha da ponta de pulverização é um dos principais componentes da pulverização hidráulica (VITÓRIA; LEITE, 2014) e sua seleção deve estar associada a outros fatores como, volume de calda, condições ambientais, pressão de trabalho, características físico-químicas da calda de pulverização e formulações dos produtos fitossanitários para que se obtenha uma qualidade na pulverização. (CUNHA; BUENO; FERREIRA, 2010; CHECHETTO *et al.*, 2020).

A aplicação ideal requer uma cobertura do alvo adequada, uniforme e uma distribuição homogênea do espectro de gotas, uma vez que esses aspectos vão interferir na qualidade da aplicação.

Segundo Matthews, Bateman, Miller (2014) e Chechetto *et al.* (2020) o procedimento de geração de gotas ocorre com a transferência do líquido, sob pressão, para uma pequena abertura de saída presente nas pontas, com velocidade e energia suficiente para espalhar o líquido, onde o mesmo forma uma fina lâmina líquida e se desintegra em diferentes tamanhos de gotas. Assim, o espectro de gotas é conhecido como essa amplitude entre os diferentes tamanhos de gotas pulverizadas.

O espectro de gotas é determinado por um conjunto de parâmetros sendo eles o diâmetro médio volumétrico (DMV), a amplitude relativa (AR) e a

porcentagem de gotas com diâmetro inferior a 100 μm . Os parâmetros não devem ser analisados isoladamente para caracterizar uma pulverização, entretanto quanto maior o valor da amplitude relativa, maior é a faixa de tamanho das gotas, e menos homogêneo será o espectro de gotas (CUNHA; TEIXEIRA; FERNANDES, 2007).

No geral, gotas classificadas como grandes ($> 400 \mu\text{m}$) podem proporcionar uma baixa cobertura da superfície desejada, possuem baixa capacidade de penetração na cultura e elevam a possibilidade de escorrimento da calda aplicada, entretanto, são menos propensas à perdas por deriva e evaporação. Por outro lado, as gotas finas ($< 200 \mu\text{m}$), embora comportem boa cobertura do alvo, elevam os problemas com deriva e evaporação. (FIGUEIREDO *et al.*, 2007; NUYTTENS *et al.*, 2009)

É indispensável para a aplicação de produtos fitossanitários a determinação do espectro de gotas produzido pelas pontas de pulverização. A escolha da ponta deve levar em consideração o potencial de deriva, características do produto aplicado e os riscos de escorrimento e volatilização (VITÓRIA; LEITE, 2014).

2.3 Condições meteorológicas em pulverização

A utilização de produtos fitossanitários é o principal método de controle de pragas, doenças e plantas daninhas na agricultura atual. O sucesso das pulverizações é totalmente dependente dos critérios técnicos a serem utilizados, para se evitar prejuízos sociais, econômicos e ambientais (MACIEL, 2016).

Entretanto, muitos produtores ainda acabam dando muita importância ao produto fitossanitário utilizado e pouca à técnica de aplicação (BALAN *et al.*, 2008). Segundo Chaim, Valarini e Pio (2000) e Balan *et al.* (2008), as perdas nas aplicações em pulverização podem exceder à 70%, enquanto outros autores averiguaram perdas entre 30% e 50% (BUISMAN *et al.*, 1989; PERGHER, GUBIANI, TONETTO, 1997; BALAN *et al.*, 2008).

Além da perda econômica, há ainda a crescente preocupação em virtude de seu potencial de risco ambiental. Durante a pulverização, o ingrediente ativo

pode ser perdido no ambiente, caso as condições ambientais e horários de aplicação sejam desfavoráveis. Altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar acentuam o processo de evaporação das gotas pulverizadas, sendo assim, é aconselhável que as pulverizações sejam realizadas pela manhã ou período final da tarde (MATUO, 1990; BALAN *et al.*, 2008).

Segundo Vargas e Gleber (2005), as condições ambientais ideais para uma aplicação são: umidade relativa do ar acima de 55%, impedindo a cristalização do produto sobre superfície do alvo; velocidade do vento entre 2 a 10 km h⁻¹ a fim de se evitar o fenômeno de deriva, que provoca o arrastamento das gotas produzidas durante a aplicação para fora da área alvo; e temperaturas em torno de 20 a 30 °C para não ocorrer evaporação e prejudicar absorção do produto.

As condições meteorológicas no momento da aplicação devem ser adequadas à deposição, distribuição, absorção e translocação dos produtos fitossanitários. O clima, além de ser um fator limitante à cultura, também atua sobre o controle de pragas, doenças e plantas daninhas, uma vez que determina as condições ambientais (CONTIERO; BIFFE; CATAPAN, 2018).

2.4 Percevejos em soja

Atualmente, a soja é uma das principais culturas mundiais, apresentando elevada produtividade, no entanto, essa produção poderia ser ainda maior se a perda por pragas fosse minimizada (BUENO *et al.*, 2015). Entre os diferentes insetos que atacam a cultura, os percevejos fitófagos (Ordem: Hemiptera), são uma das pragas mais importantes no Brasil (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999).

Dentre os percevejos, os pentatomídeos (Família: Pentatomidae), são os mais importantes para a cultura da soja. São insetos-praga sugadores e se alimentam diretamente das vagens, afetando diretamente o rendimento da cultura, além da qualidade fisiológica e sanitária dos grãos (CORRÊA-FERREIRA, 2005).

No complexo de percevejos sugadores pertencentes à família Pentatomidae, foram relatadas pelo menos 54 espécies em área de cultivo de soja, sendo o percevejo marrom *E. heros* a espécie mais abundante na

América do Sul, principalmente na região central do Brasil (BUENO *et al.*, 2015). Segundo Corrêa-Ferreira e Peres (2003), as espécies *E. heros*, *P. guildinii* e *Nezara viridula* são as mais abundantes no Brasil.

Os percevejos podem causar diferentes danos no decorrer do ciclo da cultura. A presença da praga na fase reprodutiva ocasiona diminuição dos níveis de óleo e proteína; durante a formação dos grãos, pode ocorrer abortamento, enquanto que na fase de enchimento, os grãos podem sofrer deformações e enrugamento. Ainda, o inseto-praga pode impedir que a planta complete seu ciclo de vida; retarda a maturação fisiológica; causa retenção foliar e pode ser transmissor de patógenos maléficos a cultura (GAZZONI, 1998; FERNANDES *et al.*, 2021). A colheita da cultura também pode ser prejudicada porque ao provocar murcha e má formação dos grãos e vagens, a planta de soja não amadurece e permanece verde na época da colheita (GAZZONI, 1998).

O principal método de controle adotado pelos produtores de soja é o controle químico, no entanto, é crucial adotar estratégias de controle de pragas no contexto do manejo integrado de pragas (MIP). O MIP baseia-se no princípio de que determinado nível populacional da praga é tolerável sem que haja perda na produção econômica (BUENO *et al.*, 2015). Diante disso, definiu-se o nível de dano econômico (NDE) que a menor população de praga pode ocasionar na cultura.

Para que se evite que a população de pragas atinja o NDE, causando perdas de rendimento, as práticas de manejo necessitam ser tomadas quando a população chega no nível de controle (NC), momento economicamente correto para iniciar as medidas de controle. Atualmente, o recomendado para o controle de percevejos fitófagos no Brasil é de 2 insetos por metro para a produção de grãos e apenas 1 por metro para produção de sementes (PEDIGO; HUTCHINS; HIGLEY, 1986; PROKOPY E KOGAN, 2009, BUENO *et al.*, 2013; BUENO *et al.*, 2015).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Deposição da pulverização

3.1.1 Semeadura e condução

O experimento foi realizado na área experimental pertencente à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP - Câmpus de Dracena/SP. Inicialmente a área foi dessecada com o herbicida glifosato no dia 6/11/2019 e repetida à aplicação do produto em 29/11/2019 para controle do capim braquiária. As sementes de soja (*Glycine Max L.*) foram submetidas ao tratamento com o produto Standak Top[®] e inoculação com Bradyrhizobium, utilizando inoculante líquido na dosagem de 80 mL e 150 mL respectivamente.

Foi realizada adubação de semeadura na quantidade de 195 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16. A semeadura foi realizada no dia 09/12/2019 de forma direta no solo, utilizando a variedade Intellicrops 1332 da Inquima[®] com espaçamento de 0,45 m e densidade de 18 sementes m⁻¹ para que proporcionasse uma população de aproximadamente 400.000 plantas por hectare. Irrigações complementares por aspersão foram realizadas conforme necessidade da cultura.

As plantas foram monitoradas a partir do estágio R3 de desenvolvimento de acordo com a escala proposta por Fehr *et al.* (1971). Essa fase corresponde ao início do enchimento de grãos, tendo maior incidência de percevejos, causando maiores danos e prejuízos à cultura. As plantas foram submetidas ao tratamento quando apresentaram 2 percevejos por pano-de-batida por parcela.

3.1.2 Descrição de tratamentos

O experimento foi realizado em delineamento experimental de blocos inteiramente casualizados em esquema fatorial 4 × 2 (quatro tamanhos de gota × dois horários de aplicação) e 4 repetições. Cada parcela teve uma área de 32 m² (8 × 4 metros). Optou-se por fazer aplicações em diferentes horários, pois o período da manhã, no geral, possui condições ambientais mais favoráveis para a aplicação (umidade relativa do ar mais alta e temperaturas mais baixa) em relação ao período da tarde e, em conjunto, foi avaliado como os diferentes

tamanhos de gotas se comportam de acordo com as condições ambientais. Os tratamentos utilizados no experimento são descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos

Tratamentos	Fatores		Condições operacionais		
	Ponta	Gota	Pressão (bar)	Horário (h)	Volume (L ha ⁻¹)
T1	BD 01	Fina	1,45	6	77
T2	AD 01	Média	1,45	6	77
T3	ST 01	Grossa	1,5	6	77
T4	AD-IA 007	Muito grossa	3,1	6	77
T5	BD 01	Fina	1,45	15	77
T6	AD 01	Média	1,45	15	77
T7	ST 01	Grossa	1,5	15	77
T8	AD-IA 007	Muito grossa	3,1	15	77

Fonte: Dados de pesquisa, 2020.

Para detectar a quantidade depositada nas folhas das plantas de soja, foi adicionado na calda de pulverização (água + inseticida Connect[®] na dose comercial de 750 mL ha⁻¹ para o controle de percevejo) de cada tratamento o corante alimentício Azul Brilhante na concentração de 1,5 g L⁻¹. A pulverização das plantas foi realizada através de pulverizador costal de pesquisa (Herbicat[®]), pressurizado por CO₂ e equipado com 4 pontas espaçadas em 0,5 m, aplicando um volume de aproximadamente 77 L ha⁻¹ para todos os tratamentos.

O volume foi calculado através da calibração do pulverizador onde se aferiu o volume de cada ponta no tempo de 1 minuto, regulando na pressão adequada e em seguida fez-se a conversão para litros por hectare. A escolha desse volume de aplicação foi devido ao uso por grandes produtores de soja com intuito de aumentar a capacidade operacional dos pulverizadores. A aplicação foi realizada na velocidade de 5 km h⁻¹ com as pontas mantidas a

uma altura de 0,75 m em relação ao topo das plantas, para perfeita sobreposição dos jatos (Figura 1).

Figura 1. Pulverização na área experimental



Fonte: Dados de pesquisa, 2020.

3.1.3 Quantificação dos depósitos da pulverização

Após pulverização e secagem da calda, foram coletadas 10 plantas ao acaso por parcela separando-as entre folhas da parte superior (trifólio) e vagens da parte superior e inferior. A separação das vagens foi realizada da seguinte forma: para a vagem superior, identificou-se a primeira vagem e mediu-se 10 cm abaixo, o mesmo foi realizado para a vagem inferior, coletando da última vagem mais 10 cm acima. As folhas foram coletadas ao acaso no ponteiro da planta. Folhas e vagens foram acondicionadas em sacos plásticos (3 L) previamente identificados. No laboratório foi adicionado nos sacos plástico contendo o vegetal, 70 mL de água deionizada e posteriormente agitada para remoção do corante. A solução de lavagem foi transferida para potes plásticos para quantificação da absorvância. Após extração da solução de lavagem, foi retirado o excesso de líquido remanescente do vegetal, alocadas em saco de papel (perfurados para circulação de ar) e levados a uma estufa de circulação e

renovação de ar. Após 72 horas, a uma temperatura de 65 °C, as folhas/vagens foram retiradas e pesadas, determinando-se a massa seca (MS) em balança analítica.

A absorvância das soluções de lavagem foi quantificada em espectrofotômetro (Bioespectro® modelo SP 220) no comprimento de onda 630 nm (SCUDELER *et al.*, 2004). Nas concentrações prévias do corante de 15; 7,5; 3,75; 1,875; 0,9375 e 0,46875 mg L⁻¹ foi determinado pela equação 1 com R² igual a 0,9995:

$$C_f = (7,5902 \times A) + 0,0769 \quad (1)$$

Em que:

C_f : concentração de corante, mg L⁻¹;

A: absorvância.

Com os valores de concentração do corante na calda, concentração do corante detectada em espectrofotômetro e volume de diluição da amostra, foi possível estabelecer o volume retido nas folhas e vagens pela equação 2:

$$V_i = \frac{C_f \times V_f}{C_i} \quad (2)$$

Em que:

V_i : volume retido pela folha/vagem (mL);

V_f : volume de diluição da amostra (mL);

C_i : concentração inicial na calda de aplicação (mg L⁻¹).

O volume retido nas folhas e vagens em mL foi dividido pela sua respectiva MS, obtendo-se assim a quantidade em mL g⁻¹ de MS.

3.2 Eficiência de controle de percevejos

3.2.1 Descrição dos tratamentos

O experimento foi realizado na área experimental (Figura 2) pertencente à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP - Câmpus de Dracena/SP no delineamento experimental de blocos inteiramente casualizados em esquema fatorial $4 \times 2 + 1$ [quatro tamanhos de gota (fina, média, grossa e muito grossa) \times dois horários de aplicação (6 e 15 h) + 1 controle (sem aplicação de inseticida)] com 4 repetições. A semeadura e condução das plantas de soja foram realizadas nas mesmas condições do item 3.1.1. As características dos tratamentos são as mesmas apresentadas na Tabela 1 com a adição do tratamento controle.

Figura 2. Plantas de soja na área experimental



Fonte: Dados de pesquisa, 2020.

O inseticida utilizado foi o Connect[®] (Imidacloprido 100g L^{-1} + Beta-ciflutrina $12,5\text{g L}^{-1}$) na dose de 750 mL do produto comercial por hectare. As pulverizações foram realizadas nas mesmas condições apresentadas no item 3.1.2. O controle foi iniciado quando foram encontrados aproximadamente 2 percevejos adulto ou ninfas com mais de $0,5\text{ cm}$ por pano-de-batida. A população de insetos atingiu o nível de controle no estágio R5 de desenvolvimento da cultura, só assim, as aplicações foram realizadas.

Para determinar o nível de controle da população de percevejos foram realizados monitoramentos semanais a partir do início do desenvolvimento de vagens (estádio R3 – FEHR *et al.*, 1971) até o fim da maturação fisiológica (R7), por amostragens pelo pano-de-batida vertical.

As avaliações quantificando a população de percevejos foram realizadas aos: 0 (pré-aplicação), 3, 6, 9, 12 e 15 dias após a aplicação (DAA) do inseticida através do método do pano-de-batida vertical, com duas batidas no pano por parcela, totalizando 8 por tratamento.

Temperatura, velocidade do vento e umidade relativa do ar foram monitoradas no momento das pulverizações através de Termo-higro-anemômetro luxímetro digital portátil (modelo THAL-300) e estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2. Condições meteorológicas das aplicações de deposição e eficiência de controle

Condição	Deposição		Eficiência de controle	
	6 horas	15 horas	6 horas	15 horas
Temperatura média (°C)	21,2	31,1	19,2	32,4
Umidade relativa (%)	70	50	65	45
Velocidade do vento (m/s)	2,25	3,5	2,0	2,5

Fonte: Dados de pesquisa, 2020.

3.2.2 Avaliações de eficiência e produtividade

A avaliação da eficiência do inseticida no controle de percevejos da soja, considerando as técnicas de aplicação, foi feita mediante a comparação do número de insetos encontrados em 8 batidas no pano por tratamento e da produtividade.

Com os valores do número de insetos encontrados por tratamento, foi calculada a eficiência de controle pela fórmula de Abbott (1925), como mostra a equação 3:

$$E = 100 \times \left[\frac{(TC - TI)}{TC} \right] \quad (3)$$

Em que:

E: eficiência de controle em %;

TC: número de insetos-praga no tratamento controle;

TI: número de insetos-pragas nos tratamentos com inseticida.

No final do ciclo da soja, em cada parcela, foram colhidas 3 linhas centrais por 2 metros de comprimento de forma manual e, em seguida, as plantas foram trilhadas. Após a trilhagem, foi feita a correção da umidade dos grãos para 13% (b.u.), os quais foram pesados em balança digital e os valores estipulados em kg ha^{-1} .

3.3 Análises de dados

3.3.1 Deposição da pulverização

Os dados de deposição (folhas e vagens) foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando significativo, suas médias comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Para verificar a uniformidade de distribuição da deposição da pulverização de cada tratamento os valores obtidos foram padronizados, ordenados, e a partir deles calculados a distribuição normal de probabilidade dos dados representada pela fórmula $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{\left(-\frac{x^2}{2}\right)}$, os quais foram tomados por x'_i para X'_i observações. Os dados foram utilizados para ajuste da regressão logística pela Equação 4:

$$Y = \frac{A}{1 + e^{b-cx}} \quad (4)$$

Em que:

a: assíntota máxima da curva;

- b: deslocamento da curva ao longo do eixo x (valor em módulo);
- c: inclinação da curva;
- x: dados de deposição.

Para representar a frequência acumulada (F) da deposição da calda pulverizada foi adotado o valor de aproximadamente 1 para o parâmetro “a” do modelo, que representa a assíntota máxima da curva. De forma geral, o deslocamento da curva ao longo do eixo x é representado pelo módulo do parâmetro “b”, e a inclinação da curva em relação à frequência acumulada, pelo parâmetro “c”. A precisão do ajuste dos dados do modelo Logístico foi avaliada por meio do coeficiente de determinação (R^2) e pelas significâncias do teste F. Para realizar essas análises, foi utilizado o programa estatístico R.

3.3.2 Eficiência de controle

Os valores do número de percevejos e produtividade foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Deposição da pulverização

A Tabela 3 apresenta os resultados da análise de regressão dos valores de deposição encontrados nas vagens das plantas de soja, localizadas na parte superior e inferior da planta, que foram submetidas à aplicação em dois horários diferentes (6 e 15 h) com quatro tamanhos de gotas.

Tabela 3. Resultados das análises de regressão das frequências acumuladas dos depósitos proporcionados por diferentes tamanhos de gota nas vagens, utilizando ajuste do modelo logístico

Parâmetro	Tamanho de Gota			
	Fina	Média	Grossa	Muito grossa
Parte superior				
A	1,0100	1,0100	1,0100	1,0100
B	4,1800	3,0000	2,6700	3,6900
C	1,2200	0,7900	0,6500	1,0700
R ²	0,9371	0,8980	0,9236	0,8770
Parte inferior				
A	1,010	1,010	1,010	1,010
B	2,870	3,4800	3,120	2,570
C	1,8800	2,3900	1,9300	1,5500
R ²	0,8868	0,8113	0,9350	0,8053
Média				
A	1,0100	1,0100	1,0100	1,0100
B	2,7500	2,2300	2,0800	2,6400
C	1,1000	0,8400	0,7300	1,0320
R ²	0,9386	0,8673	0,8955	0,8950

Fonte: Dados de pesquisa, 2020.

A inclinação da curva da frequência acumulada evidencia a uniformidade da deposição, ou seja, quanto maior o valor do parâmetro “C” mais inclinada é a curva e conseqüentemente maior a uniformidade de deposição (Tabela 3).

As gotas finas e muito grossas apresentaram maior uniformidade de deposição na avaliação das vagens na parte superior da planta de soja e na média de ambas as avaliações (Tabela 3).

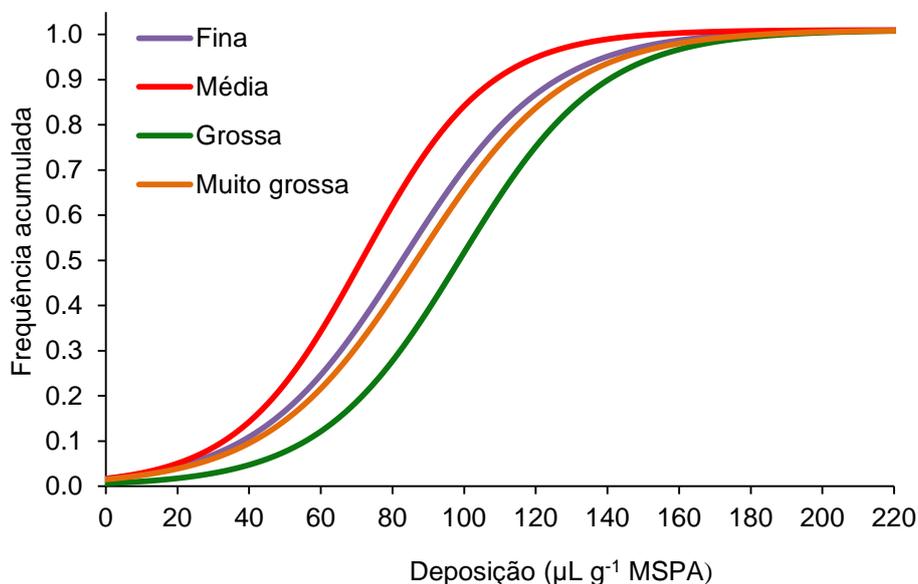
Cunha, Marques e Alves (2016), em seu trabalho, verificaram que a ponta ATR, promoveu melhor deposição nas plantas de soja, fator esse, associado à produção de gotas finas. As gotas de menor DMV (Diâmetro Médio Volumétrico), são mais propensas à perda por deriva, entretanto, possuem maior facilidade de penetração, enquanto que, as gotas mais grossas possuem maior facilidade de depósito na parte superior da planta, encontrando resistência do dossel para penetração.

A gota média e a gota grossa proporcionaram os melhores valores de uniformidade de deposição nas vagens localizadas na parte inferior da planta em comparação as outras gotas (Tabela 3).

No entanto, segundo os dados obtidos por Cunha, Marques e Alves (2016), usando-se diferentes tipos de pontas, que proporcionem diferentes tamanhos de gota, o terço inferior das plantas de soja, permanecem sendo mais difíceis de serem pulverizadas. Um fator que pode contribuir para melhorar esse problema é a pressão de trabalho utilizada, que está diretamente relacionado ao tamanho da gota e a energia contida na mesma, facilitando sua penetração no dossel da planta.

A Figura 3 apresenta as análises de deposição proporcionadas pelos diferentes tamanhos de gota nas folhas superiores da planta de soja. As gotas fina, grossa e muito grossa apresentaram comportamentos semelhantes na deposição da calda nas folhas da planta, entretanto a que proporcionou valores de deposição mais distantes da média foi a gota muito grossa.

Figura 3. Frequência acumulada dos depósitos da pulverização ($\mu\text{L g}^{-1}$ MS) proporcionado pelas gotas fina, média, grossa e muito grossa nas folhas das plantas de soja



Fonte: Dados de pesquisa, 2020.

Os valores de deposição evoluíram de 0 a 220 $\mu\text{L g}^{-1}$ MS, estabilizando-se a 160–180 $\mu\text{L g}^{-1}$. A partir das inclinações, as gotas médias uniformizaram com maior concentração de deposição entre 50 e 120 $\mu\text{L g}^{-1}$ MS. Em contraste, gotas muito grossas se concentraram em um maior intervalo: 40 a 140 $\mu\text{L g}^{-1}$ MS. Portanto, gotas médias foram tão eficientes quanto às demais, em termos de uniformidade de deposição (Figura 3).

O uso do modelo logístico permitiu a partir da análise das frequências acumuladas, identificar as gotas de maior uniformidade na distribuição dos depósitos da pulverização nas folhas da cultura (Tabela 4). A partir dos dados analisados, a gota média proporcionou maior uniformidade de deposição nas folhas da cultura, seguida da gota grossa.

Tabela 4. Resultados das análises de regressão das frequências acumuladas dos depósitos proporcionados por diferentes tamanhos de gota nas folhas de soja, utilizando ajuste do modelo logístico

Parâmetro	Tamanho de gota			
	Fina	Média	Grossa	Muito grossa
A	1,010	1,0100	1,0100	1,0100
B	4,070	4,0800	5,0500	4,1800
C	0,0490	0,0569	0,0510	0,0480
R ²	0,9409	0,9562	0,9386	0,8784

Fonte: Dados de pesquisa, 2020.

Na Tabela 5, podemos observar as médias de deposição das diferentes gotas nas folhas da planta, aplicadas em diferentes horários. Nota-se que a gota grossa proporcionou maiores valores de deposição, seguida da muito grossa. Verificando o efeito do horário de aplicação nos valores de deposição, não houve diferença significativa entre eles, mostrando uma independência.

Tabela 5. Resultados das médias de deposição nas folhas proporcionadas por diferentes tamanhos de gota (uL g⁻¹ de MS)

Tratamento	06h	15h	Média
Fina	79,1	82,8	80,9 C
Média	68,4	74,0	71,2 C
Grossa	104,2	94,1	99,1 A
Muito grossa	90,1	84,7	87,4 B
Média	85,5 a	83,9 a	
	F _{trat./P}	11.897 /<0.001	
	F _{horário/P}	0.099 0.7537	
	F _{trat. x horário/P}	1.221 0.3023	
	CV (%)	18.77	

Médias seguidas por mesma letra, não diferem entre si pelo teste Scott-knott (p<0,05).

Fonte: Dados de pesquisa, 2020.

Graziano *et al.* (2017), afirmaram que não houve relação entre condições meteorológicas com deposição e cobertura do alvo nas diferentes porções da planta de soja, embora às 18 horas tenham observado uma redução da deposição nas porção média e inferior da planta.

A orientação de folhas, ao amanhecer, é horizontal, enquanto que ao entardecer se mantém na vertical (pontas viradas para cima), e ao anoitecer, retorna ao seu estado original (GRAZIANO *et al.*, 2017). Por isso, o horário de aplicação pode influenciar na penetração das gotas na copa da cultura e, conseqüentemente, influenciar o controle químico.

Pelas perspectivas deste estudo: às 14 h, as plantas se posicionavam verticalmente, portanto, ficavam mais permeáveis ao fluxo e deposição de gotas de DMV de 100 a 250 μm em face adaxial de folhas e vagens de porção superior; quando dispostas horizontalmente, às 6 h, estas dificultaram a penetração de gotas finas a médias, em relação a grossas e muito grossas, capazes de atravessa-las pelo extrato superior, cobrindo-as mais em regiões médias e próximas ao solo, conforme os estudos prévios de Butts *et al.* (2019), Ferreira *et al.* (2020b) e Samples *et al.* (2021) sobre eficiência de herbicidas pela qualidade de espectro de pulverização.

Tecnologia de indução de ar poderia melhor posicioná-las ao objeto-alvo (BERGER–NETO *et al.*, 2017) por eventualidades de abertura de dossel e expansão do diâmetro das gotas pela coalescência de gotas (DORR *et al.*, 2013; CREECH *et al.*, 2018). Ângulos de pulverização não-verticais contribuíram, ainda mais, ao tratamento fitossanitário, pois, depositam gotas finas a médias em regiões de difícil acesso (JENSEN, 2007).

A Tabela 6, referente à avaliação da deposição nas vagens, mostra que às 6 horas, no terço superior e inferior da planta, a gota muito grossa e fina apresentou os maiores valores de deposição, onde na comparação de médias, as gotas finas e grossas obtiveram resultados de 2,37 e 2,24 respectivamente.

Tabela 6. Deposição em vagens de soja no terço superior e inferior em função da pulverização com diferente tamanho de gotas em dois horários de aplicação

Tratamentos	Terço da planta			Terço da planta		
	Superior	Inferior	Média	Superior	Inferior	Média
	6 horas			15 horas		
Fina	3,07	1,67	2,37 A	3,75	1,35	2,55 C
Média	2,74	1,29	2,02 B	4,78	1,61	3,20 B
Grossa	2,53	1,36	1,94 B	5,57	1,85	3,71 A
Muito grossa	3,11	1,37	2,24 A	3,72	1,92	2,82 B
Média	2,86 a	1,42 b		4,45 a	1,69 b	
F _{trat./P}	3,3/ 0,020			9,4/ <0,001		
F _{terço/P}	175,0/ <0,001			348,4/ <0,001		
F _{trat. x terço/P}	1,1/ 0,361			2,32/ 0,221		
CV (%)	15,5			16,7		

Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste Scott-knott ($p < 0,05$).

Fonte: Dados de pesquisa, 2020.

Às 15 horas, as gotas grossa e média e a muito grossa e grossa foram as que apresentaram maiores valores de deposição no terço superior e inferior, respectivamente. Na comparação de médias, a gota que se sobressaiu foi a grossa, obtendo um resultado de 3,71 (Tabela 6).

Em ambas as avaliações, nos diferentes horários de aplicação, as gotas apresentaram maiores valores de deposição no terço superior da planta (Tabela 6).

Cunha, Marques e Alves (2016) experimentaram pontas de pulverização, estabeleceram relações de causa-efeito entre modelo e tamanho de gota e enfatizaram a maior possibilidade de atingir o extrato inferior de planta de soja pela pulverização de gotas finas; adequada penetração de dossel promove controle efetivo, desfavorece senescência foliar precoce e, portanto, intensifica produtividade.

Similarmente, GRAZIANO *et al.* (2017) avaliaram qualidade de pulverização de produtos fitossanitários pelo tamanho de gota e momento de aplicação. Gotas finas, às 9 h, proporcionaram melhor cobertura e deposição em regiões

médias e superiores de planta de soja, além de reduzirem perdas ao solo, em relação ao controle. Perdeu-se mais ingrediente ativo pelo uso de gotas grossas, às 14 h, embora, aumentasse cobertura de terço médio.

Portanto, ao produtor que deseja aplicar gotas de maior DMV, orienta-se: reajuste de pressão de trabalho, para proporcionar energia suficiente à penetração de dossel; atomização (BUTLER *et al.*, 2018), emulsificação (QIN *et al.*, 2010) e adição de adjuvantes (FERREIRA *et al.*, 2020a) seriam soluções adicionais.

Caso a opção seja gotas finas a médias, atente-se ao horário de aplicação: 15 h é preferível a 6 h, pois, propicia maior depósito em folhas e vagens, principalmente, em extrato superior (Tabela 6), pela maior exposição natural de estruturas à pulverização e, provavelmente, melhores condições meteorológicas locais.

4.2 Influência do tamanho de gota na eficiência de controle de percevejos

Houve influência de fatores em eficiência de controle de *P. guildinii* 3 DAA onde sua incidência decresceu, significativamente, nos tratamentos com inseticida. A partir dos 6 DAA, os tratamentos que houve aplicação de inseticida controlou em, pelo menos, 80%, exceto pela pulverização de gotas grossas e finas às 6 e 15 h, respectivamente, as quais se associaram a percentuais inferiores. A melhor combinação operacional ao controle de percevejo verde-pequeno foi, portanto: gotas médias às 15 h, com uma eficiência de 85% (Tabela 7).

Nascimento *et al.* (2013) e Weber *et al.* (2019) concluíram que produziram maior volume de gotas em superfícies vegetais de soja, pulverizando-as sob temperatura amena e maior umidade relativa de ar, características de aplicação às 6 h, neste estudo. Evidentemente, horário matinal, nem sempre, proporciona melhores condições de controle de insetos-praga. O próprio comportamento de percevejos, dinâmicos, é recorrente ao planejamento de técnica e determinante à eficiência (LUCINI e PANIZZI, 2018). Portanto, ao sucesso de controle, é fundamental monitorá-los, estrategicamente, para que o ingrediente ativo os atinja, eficientemente

(LUCINI e PANIZZI, 2018). Os autores o fizeram, eficazmente, por electropenetragrafia e análise histológica. Todavia, é possível controlar 85% da população de percevejo verde-pequeno, distribuindo-se, uniformemente, gotas médias às 15 h.

Tabela 7. Média do número e eficiência de percevejo verde-pequeno (*P. guildinii*) em 2 batidas de pano por tratamento em lavoura de soja tratada com inseticida aplicado por diferentes tamanhos de gotas em dois horários de aplicação

Tratamentos	Prévia	Dias após aplicação											
		3		6		9		12		15		Total	
		MP ^a	%E ^b	MP	%E	MP	%E	MP	%E	MP	%E	MP	%E
Fina 6 h	5,0 a	1,5 a	64	1,0 a	90	2,0 a	84	1,2 a	93	1,7 a	85	12,5 a	79
Média 6 h	5,7 a	1,2 a	71	0,5 a	95	1,2 a	90	2,7 a	84	1,5 a	87	13,0 a	78
Grossa 6 h	6,7 a	3,0 a	29	0,0 a	100	2,7 a	78	1,0 a	94	2,0 a	83	15,5 a	74
Muito grossa 6 h	4,0 a	2,0 a	52	1,2 a	88	1,2 a	90	2,7 a	84	2,2 a	81	13,5 a	78
Fina 15 h	4,7 a	1,0 a	76	0,7 a	93	0,2 a	98	1,5 a	91	2,7 a	76	11,0 a	82
Média 15 h	5,5 a	0,2 a	95	0,5 a	95	0,2 a	98	0,5 a	97	1,7 a	85	8,7 a	85
Grossa 15 h	8,7 b	0,5 a	88	1,0 a	90	0,2 a	98	1,5 a	91	1,0 a	91	13,0 a	78
Muito grossa 15 h	7,7 b	2,7 a	36	1,2 a	88	1,2 a	90	2,5 a	85	2,0 a	83	17,5 a	71
Controle	4,5 a	4,2 a	-	10,2 b	-	12,5 b	-	17,2 b	-	11,5 b	-	60,2 b	-
F	2,4	2,4		19,5		5,8		43,0		14,4		29,7	
CV (%)	35,2	90,9		78,5		133,4		46,4		58,0		31,9	
p < F	0,05	0,04		0,0		0,00		0,00		0,0		0,0	

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem pelo teste Scott-knott ($p < 0,05$); ^aMédia de percevejos (MP) em duas batidas no pano por tratamento;

^bEficiência de controle (E) calculada pela fórmula de Abbott.

Fonte: Dados de pesquisa, 2020.

Em relação ao percevejo marrom, não houve diferença significativa entre os tratamentos e o controle. Porém, gota fina pulverizada às 6 h e média às 15 h obtiveram melhores resultados de eficiência de controle com eficiência de 60% aos 12 DAA, obtendo ao final de experimentação, 19 e 14%, respectivamente (Tabela 8).

O horário das 6 h se associou aos maiores valores de eficiência, em datas iniciais, independentemente de tamanho de gota (Tabela 8). Segundo Nascimento *et al.* (2012), a diferença de comportamento entre as gotas e os horários de aplicação é esperada devido às variações de temperatura e umidade relativa do ar, onde, há uma interação positiva entre a eficiência de controle com condições meteorológicas mais favoráveis à aplicação.

Tabela 8. Média do número e eficiência de percevejo marrom (*E. heros*) em 2 batidas de pano por tratamento em lavoura de soja tratada com inseticida aplicado por diferentes tamanhos de gotas em dois horários de aplicação

Tratamentos	Prévia	Dias após aplicação										Total	
		3		6		9		12		15			
		MP ^a	%E ^b	MP	%E	MP	%E	MP	%E	MP	%E	MP	%E
Fina 6 h	3,2 a	1,2 a	40	1,7 a	51	1,75 a	30	0,2 a	60	1,2 a	0	9,5 a	19
Média 6 h	2,7 a	0,7 a	65	3,5 a	0	2,0 a	20	0,7 a	0	1,0 a	0	10,7 a	8
Grossa 6 h	2,0 a	2,2 a	0	3,2 a	9	2,2 a	12	0,7 a	0	0,7 a	0	11,2 a	4
Muito grossa 6 h	2,0 a	2,2 a	0	4,2 a	0	1,2 a	52	0,7 a	0	1,2 a	0	11,7 a	0
Fina 15h	2,0 a	3,7 a	0	3,5 a	0	3,5 a	0	1,7 a	0	0,2 a	60	14,7 a	0
Média 15 h	3,0 a	1,5 a	25	2,7 a	23	2,2 a	12	0,2 a	60	0,2 a	60	10,0 a	14
Grossa 15 h	4,0 a	2,5 a	0	3,7 a	0	3,2 a	0	0,7 a	0	0,5 a	0	14,7 a	0
Muito grossa 15 h	1,7 a	1,7 a	15	3,5 a	0	2,0 a	20	1,2 a	0	0,2 a	60	10,5 a	10
Controle	2,75 a	2,0 a	-	3,5 a	-	2,5 a	-	0,5 a	-	0,5 a	-	11,7 a	-
F	0,7	1,2		0,5		0,6		1,8		0,4		0,5	
CV (%)	67,1	79,1		61,8		76,8		91,3		197,5		45,1	
p < F	0,0	0,3		0,9		0,7		0,1		0,9		0,8	

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem pelo teste Scott-knott ($p < 0,05$); ^aMédia de percevejos (MP) em duas batidas no pano por tratamento;

^bEficiência de controle (E) calculada pela fórmula de Abbott.

Fonte: Dados de pesquisa, 2020.

A Tabela 9 apresenta o número de percevejo (percevejo marrom e verde pequeno) em duas amostragens por tratamento, nas avaliações realizadas aos 0, 3, 6, 9, 12 e 15 DAA e soma de todas as avaliações (Total) em função da aplicação de inseticida por diferentes tamanhos de gota e horários de pulverização.

A avaliação prévia apresentou população média de percevejos de 8,4 em duas batidas de pano por tratamento, a qual está acima do nível de controle, justificando a realização da primeira aplicação. De acordo com as avaliações, aos 3 DAA, não houve diferença significativa entre os tratamentos com diferente tamanho de gotas e horários de aplicação (6 h e 15 h), entretanto, a aplicação utilizando gotas médias, em ambos os horários, foram os que obtiveram maior eficiência de controle (Tabela 9).

Aos 6 DAA, todos os tratamentos apresentaram eficiência maior que 56% e diferiram significativamente do controle, com destaque para a aplicação realizada às 15 h com gotas médias, que obteve uma eficiência total de 74% (Tabela 9). Novamente, gotas médias às 15 h foi a melhor combinação de fatores para uma maior eficiência de controle, porém, incapaz de manter abaixo de nível de dano econômico a lavouras de grãos, ou seja: 2 insetos por pano-de-batida, considerando-se ninfas acima do terceiro ínstar e adultos (PANIZZI e SILVA, 2012).

Tabela 9. Média do número e eficiência de controle de ninfas e adultos dos percevejos *P. guildinii* e *E. heros*, em de 2 batidas de pano por tratamento em lavoura de soja tratada com inseticida aplicado por diferentes tamanhos de gotas em dois horários de aplicação

Tratamentos	Prévia	Dias após aplicação											
		3		6		9		12		15		Total	
		MP ^a	%E ^b	MP	%E								
Fina 6 h	8,5 a	2,7 a	56	2,7 a	79	3,7 a	75	1,5 a	91	3,0 a	75	22,0 a	69
Média 6 h	8,5 a	2,0 a	68	4,0 a	68	3,2 a	79	3,5 a	80	2,5 a	79	23,7 a	67
Grossa 6 h	8,7 a	5,2 a	16	3,2 a	75	5,0 a	67	1,7 a	90	2,7 a	77	26,7 a	63
Muito grossa 6 h	6,0 a	4,2 a	32	5,5 a	57	2,5 a	83	3,5 a	80	3,5 a	71	25,2 a	65
Fina 15 h	6,7 a	4,7 a	24	4,2 a	67	3,7 a	75	3,2 a	82	3,0 a	75	25,7 a	64
Média 15 h	8,5 a	1,7 a	73	3,2 a	75	2,5 a	83	0,7 a	96	2,0 a	83	18,7 a	74
Grossa 15 h	12,5 a	3,0 a	52	4,7 a	63	3,5 a	77	2,2 a	88	1,5 a	87	27,7 a	61
Muito grossa 15 h	9,5 a	4,5 a	27	4,7 a	63	3,2 a	79	3,7 a	79	2,2 a	82	28,0 a	61
Controle	7,2 a	6,2 a	-	12,7 b	-	15,0 b	-	17,7 b	-	12,0 b	-	72,0 b	-
F	2,1	1,6		8,3		4,0		36,1		10,3		15,3	
CV (%)	31,5	63,9		45,2		83,7		40,8		55,2		27,3	
p < F	0,1	0,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

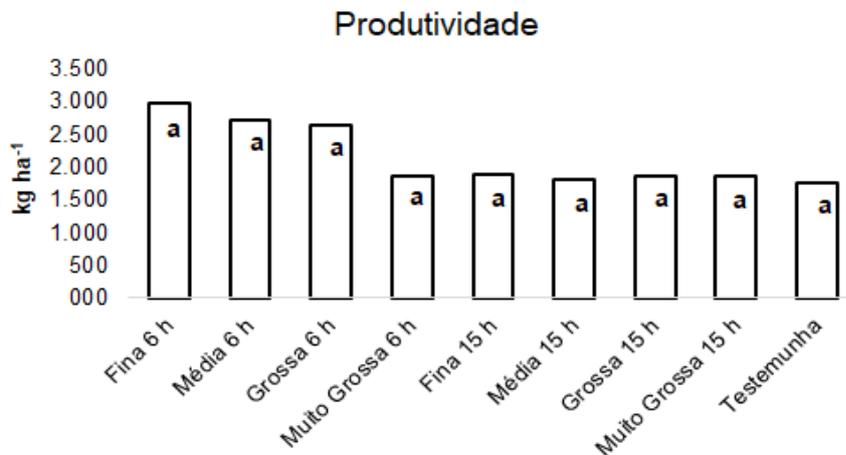
Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem pelo teste Scott-knott ($p < 0,05$); ^aMédia de percevejos (MP) em duas batidas no pano por tratamento;

^bEficiência de controle (E) calculada pela fórmula de Abbott.

Fonte: Dados de pesquisa, 2020.

Quanto à produtividade, não houve diferença significativa entre os horários de aplicação e os diferentes tamanhos de gotas (Figura 4). A incidência de percevejos não reduziu a produtividade, significativamente, em relação ao controle. Numericamente, colheu-se o máximo em áreas com aplicação de gotas médias às 6 h, obtendo uma produtividade de 2.693 kg ha⁻¹.

Figura 4. Produtividade (kg ha⁻¹) de grãos de soja em função do horário de aplicação e tamanhos de gotas



Fonte: Dados de pesquisa, 2020.

A área experimental obteve boa produção de grãos, se comparada à média nacional de produtividade da soja que gira em torno de 58,7 sacas por hectare (CONAB, 2021). A produtividade, apesar de satisfatória, poderia apresentar melhores resultados, se a eficiência de controle dos percevejos tivesse se mantido acima de 80 %, o mínimo recomendável. (RIBEIRO *et al.*, 2016)

FARIAS *et al.* (2020) avaliaram deposição de inseticida e controle de percevejos pelo tipo de ponta e tamanho de gota. Áreas sob intensa infestação de 7 ninfas e adultos por metro renderam, em média, 66,50 sc ha⁻¹, coerente aos resultados deste estudo. Além de densidade populacional, estágio de ataque também influenciou rendimento de grãos por unidade de área, reduzindo-o, consideravelmente, complementaram os autores. BUENO *et al.* (2015) comprovaram: 8 indivíduos por metro são suficientes para limitar produtividade, principalmente, se ocorrem surtos populacionais em fases reprodutivas tardias. Esta condição inexistiu em parcelas com inseticidas, neste estudo. Por isso, o cultivo experimental superou expectativa.

5 CONCLUSÃO

As gotas médias e grossas proporcionaram melhor uniformidade de deposição nas vagens da parte inferior da planta e as gotas finas e muito grossas, nas vagens da parte superior das plantas e na média geral de deposição.

Pulverização com gotas médias apresentou melhor resultado de deposição nas folhas da cultura da soja.

As 6 horas, recomenda-se o uso de gotas finas e grossas e às 15 horas, gotas grossas, para obter melhor uniformidade de deposição nas vagens. Enquanto que nas folhas, não diferença significativa entre os horários de aplicação.

O controle de percevejo verde pequeno e marrom não apresentaram diferença significativa entre horário de aplicação e tamanho de gotas.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W. S. *et al.* A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, n. 2, p. 265-267, 1925.
- BALAN, M. G. *et al.* Deposition of the spraying suspension for three spray nozzles under different meteorological conditions. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 293-298, jun. 2008.
- BASTOS, G. D. B. **A tecnologia RR na produção da soja**. 2020. 17 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2020.
- BERGER-NETO, A. *et al.* Effect of spray droplet size, spray volume and fungicide on the control of white mold in soybeans. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 92, p. 190–197, 2017.
- BLACK, R. J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. *In*: CÂMARA, G. M. S. (ed.). **Soja: tecnologia de produção II**. Piracicaba: ESALQ, 2000. p.1- 18.
- BUENO, A. F. *et al.* Assessment of a more conservative stink bug economic threshold for managing stink bugs in Brazilian soybean production. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 71, p. 132–137, 2015.
- BUENO, A. F. *et al.* Economic thresholds in soybean-integrated pest management: old concepts, current adoption, and adequacy. **Neotropical Entomology**, Dordrecht, v. 42, n. 5, p. 439-447, 2013.
- BUENO, M. R.; CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, G. S. Estudo do espectro de gotas produzidas nas pulverizações aérea e terrestre na cultura da batata. **Ciências Agrárias**, v. 54, n. 3, p. 225-234, 2011.
- BUISMAN, P. *et al.* Field deposit patterns of a diflubenzuron spray mix, after application to apple orchard using an airblast sprayer, and a laboratory evaluation of physical properties and atomization characteristics. **Journal of Environmental Science and Health**, New York, v. 24, n. 4, p. 389-411, 1989.
- BUTLER, S. *et al.* Influence of droplet size and azoxystrobin insensitivity on frog-eye leaf spot management in soybean. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 112, p. 149–158, 2018.
- BUTTS, T. R. *et al.* Droplet size impact on efficacy of a dicamba-plus-glyphosate mixture. **Weed Technology**, Cambridge, v. 33, n. 1, p. 66–74, 2019.
- CHAIM, A.; VALARINI, P. J.; PIO, L. C. Avaliação de perdas na pulverização de agrotóxicos na cultura do feijão. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 10, p. 13-22, 2000.

CHECHETTO, R. G. **Espectro e classes de tamanho de gotas: o que é preciso saber e como interpretar resultados**. 2020. Disponível em: <https://www.upherb.com.br/int/espectro-e-classes-de-tamanho-de-gotas-o-que-e-preciso-saber-e-como-interpretar-resultados>. Acesso em: 25 set. 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira grãos, v. 7 - Safra 2019/20 - décimo segundo levantamento**. Brasília, 2020. p. 1-68.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v.8– Safra 2020/21, n.11 - Décimo primeiro levantamento**. Brasília, 2021. p. 1-108.

CONTIERO, R. L.; BIFFE, D. F.; CATAPAN, V. Tecnologia de aplicação. *In*: BRANDÃO FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTTO, R. **Hortaliças-fruto**. Maringá: Eduem, 2018. p. 1219.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Susceptibility of soybean stink bugs prior to pod development. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 10, n. 11, p. 1067-1072, nov. 2005.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. Percevejos da soja e seu manejo e seu manejo. Londrina: Embrapa Soja, 1999. 48 p. Circular Técnica (INFOTECA-E).

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PERES, W. A. A. Comportamento da população dos percevejos-pragas e a fenologia da soja. *In*: CORRÊA-FERREIRA, B. S. (Org.). **Soja orgânica: alternativas para o manejo dos insetos-pragas**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. p. 27-32.

COSTA, É. C. **Epidemiologia comparativa de mancha alvo da soja no cerrado brasileiro**. 2020. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Fitopatologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2020.

CREECH, C. F. *et al.* Herbicide spray penetration into corn and soybean canopies using air-induction nozzles and a drift control adjuvant. **Weed Technology**, Cambridge, v. 32, n. 1, p. 72–79, 2018.

CUNHA, J. P. A. R.; BUENO, M. R.; FERREIRA, M. C. espectro de gotas de pontas de pulverização com adjuvantes de uso agrícola. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, p. 1153-1158, 2010.

CUNHA, J. P. A. R. *et al.* Spray drift and caterpillar and stink bug control from aerial applications with electrostatic charge and atomizer on soybean crop. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 37, n. 6, p.1163-1170, 2017.

CUNHA, J. P. A. R.; MARQUES, R. S.; ALVES, G. S. Deposição da calda na cultura da soja em função de diferentes pressões de trabalho e pontas de pulverização. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 6, p. 761-768, 2016.

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

DEPIERI, R. A.; PANIZZI, A. R.. Duration of feeding and superficial and in-depth damage to soybean seed by selected species of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, Dordrecht, v. 40, n. 2, p.197-203, 2011.

DORR, G. J. *et al.* A comparison of initial spray characteristics produced by agricultural nozzles. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 53, p. 109–117, 2013.

DORUCHOWSKI, G. *et al.* Low-drift nozzles vs. standard nozzles for pesticide application in the biological efficacy trials of pesticides in apple pest and disease control. **Science of the Total Environment**, Orlando, v. 575, n. 1, p.1239-1246, 2017.

FARIAS, M. A. G. L. *et al.* Spray nozzles and droplet size effects on soybean canopy deposits and stink bugs control in west region of São Paulo state – Brazil. **Phytoparasitica**, Dordrecht, v. 48, n. 2, p. 203–213, 2020.

FEHR, W. R. *et al.* Stage of development description for soybeans [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Crop Science**, Hoboken, v.11, p. 929-931, 1971.

FERNANDES, V. S. Control of nymphs and adults of *Euschistus heros* in soybean through the application of insecticide molecules alone and in mixtures. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 6, p. 54523-54541, 2021.

FERREIRA, P. H. U. *et al.* Droplet size and physicochemical property effects on herbicide efficacy of pre-emergence herbicides in soybean (*Glycine max* (L.) Merr). **Pest Management Science**, Oxford, v. 76, n. 2, p. 737–746, 2020a.

FERREIRA, P. H. U. *et al.* Physicochemical properties, droplet size and volatility of dicamba with herbicides and adjuvants on tank-mixture. **Scientific Reports**, London, v. 10, n. 1, p. 18833, 2020b.

FIGUEIREDO, J. L. A. *et al.* Avaliação da uniformidade de aplicação e do espectro de gotas de bicos hidráulicos. **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, La Habana, v. 16, n. 3, p. 47-52, 2007.

GAZZONI, D. L. Efeito de populações de percevejos na produtividade, qualidade da semente e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, p. 1229-1237, 1998.

GIACOMETTI, R. *et al.* Early perception of stink bug damage in developing seeds of field-grown soybean induces chemical defences and reduces bug attack. **Pest Management Science**, Oxford, v. 72, n. 8, p.1585-1594, 2016.

GRAZIANO, C. E. P. L. *et al.* Spraying quality of crop protection products using two droplet spectra in three periods of the day. **Engenharia Agrícola**, Lavras, v. 37, p. 1183–1189, 2017.

- HOFFMANN-CAMPO, C. B. *et al.* Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. Londrina: Embrapa Soja, 2000. p.1-70.
- JENSEN, P. K. Nonvertical spray angles optimize graminicide efficacy. **Weed Technology**, Cambridge, v. 21, n. 4, p. 1029–1034, 2007.
- LANGENBACH, T.; CALDAS, L. Q. Strategies for reducing airborne pesticides under tropical conditions. **Ambio**, Cham, v. 47, n. 5, p. 574-584, 2018.
- LUCINI, T.; PANIZZI, A. R. Electropenetrography monitoring of the neotropical brown-stink bug (Hemiptera: *Pentatomidae*) on soybean pods: an electrical penetration graph-histology analysis. **Journal of Insect Science**, Ludhiana, v. 18, n. 6, 2018.
- MACIEL, C. F. S. **Perda por evaporação durante a pulverização hidráulica em diferentes condições meteorológicas**. 2016. 70 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.
- MATTHEWS, G. A.; BATEMAN, R.; MILLER, P. Formulation of pesticides. *In*: MATTHEWS, G. A. **Pesticide application methods**. 4. ed. Oxford: John Wiley & Sons, p. 63-89, 2014.
- MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990.
- NASCIMENTO, A. B. *et al.* Deposição de glifosato e utilização de adjuvante para diferentes pontas de pulverização e horário de aplicação. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 5, n. 2, p. 105-116, 2012.
- NASCIMENTO, J. M. *et al.* Pontas de pulverização e horários de aplicação no controle químico de ferrugem asiática da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 2037-2048, 2013.
- NUNES, J. L. S. **Características da soja**. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/caracteristicas_361509.html. Acesso em: 10 maio 2021.
- NUYTTENS, D. *et al.* Droplet size and velocity characteristics of agricultural sprays. **Transactions of the ASABE**, v. 52, n. 5, p. 1471-1480, 2009.
- PEDIGO, L. P.; HUTCHINS, S. H.; HIGLEY, L. G. Economic injury levels in theory and practice. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 31, n. 1, p. 341-368, 1986.
- PERGHER, G.; GUBIANI, R.; TONETTO, G. Foliar deposition and pesticide losses from three air-assisted sprayers in a hedgerow vineyard. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 16, n. 1, p. 25-33, 1997.

PROKOPY, R.; KOGAN, M. Integrated pest management. *In: Encyclopedia of insects*. New York: Academic Press, 2009. p. 523-528.

QIN, K. *et al.* Controlling droplet-size distribution using oil emulsions in agricultural sprays. **Atomization and Sprays**, Danbury, v. 20, n. 3, p. 227-239, 2010.

RIBEIRO, F. C. *et al.* Manejo com inseticidas visando o controle de percevejo marrom na soja intacta. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 3, n. 2, p. 48-53, 2016.

SAMPLES, C. A. *et al.* Effect of deposition aids tank-mixed with herbicides on cotton and soybean canopy deposition and spray droplet parameters. **Agronomy**, Madison, v. 11, n. 2, p. 278, 2021.

SCUDELER, F. *et al.* Cobertura da pulverização e maturação de frutos do cafeeiro com ethephon em diferentes condições operacionais. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p.129-139, 2004.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; SILVA, J. J. da. Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 45, n. 7, p. 767-769, 2010.

TOBI, I. *et al.* Determination of accuracy level of agricultural spraying application in Sanliurfa/ Turkey. **African Journal Of Agricultural Research**, Sapele, v. 6, n. 28, p. 6064-6072, 2011.

VARGAS, L.; GLEBER, L. **Sistema de produção de ameixa européia: tecnologia de aplicação de defensivos**. 2005.

VITÓRIA, E. L.; LEITE, J. U. Q. espectro de gotas de pontas de pulverização de jato cônico vazio. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 1551-1559, 2014.

WEBER, N. C. *et al.* Qualidade da aplicação de inseticida na cultura da soja realizada em diferentes condições climáticas e operacionais. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 34, n. 1, p. 124-133, 2019.