

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Matheus Soares da Silva

**INFLUÊNCIA DO VOLUME DE APLICAÇÃO E TAMANHO DE
GOTA NA DEPOSIÇÃO E CONTROLE DE SOJA VOLUNTÁRIA
POR HERBICIDAS NÃO SISTÊMICOS**

Dracena

2023

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Matheus Soares da Silva

**INFLUÊNCIA DO VOLUME DE APLICAÇÃO E TAMANHO DE
GOTA NA DEPOSIÇÃO E CONTROLE DE SOJA VOLUNTÁRIA
POR HERBICIDAS NÃO SISTÊMICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas
– Unesp, Câmpus de Dracena como parte das
exigências para conclusão do curso.

Orientador: Prof. Dr. Evandro Pereira Prado

Dracena
2023

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Dracena



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Influência do Volume de Aplicação e Tamanho de Gota na Deposição e Controle de Soja Voluntária por Herbicidas não Sistêmicos.

Modalidade: Trabalho de pesquisa

Autor: Matheus Soares da Silva

Orientador (a): Evandro Pereira Prado

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca 02/06/23

Evandro Pereira Prado

Fernando Silintate
Galindo

Vitor Corrêa de Mattos
Barretto

DEDICATÓRIA

As minhas mães Marcia Soares da Silva (in memoriam), Alciméia Soares da Silva (in memoriam), Alcinéia Soares da silva e Mara Ramos, que me educaram e contribuíram para a formação do meu carácter, sendo pessoas indispensáveis na minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me deu forças e não me deixou desistir em meio a tantas dificuldades.

A minha querida mãe Márcia Soares da Silva (in memoriam) e ao meu avô Aldair (in memoriam), que batalharam duro e não mediram esforços para me criar e me fazer a pessoa que sou hoje.

As minhas amadas tias Alciméia Soares da Silva (in memoriam) e Alcinéia Soares da Silva e Mara Ramos que me acolheram no momento mais difícil da minha vida, me apoiando e me colocando no caminho certo e, me mostraram o real significado da palavra Família.

Aos meus tios Daniel e Bruno que são pessoas muito especiais na minha vida, sendo as figuras paternas que sempre precisei.

A minha namorada Nathália Gabrielle Aranibar Passos pelo companheirismo e todo apoio prestado durante a execução deste projeto.

Ao meu orientador e amigo Evandro Pereira Prado que contribuiu imensamente para o meu crescimento pessoal e profissional, além de ter dado todo suporte necessário para execução desse trabalho.

A Pró-Reitoria de Pesquisa (PROPe Unesp) que possibilitou a execução do trabalho e pela concessão da bolsa de estudos.

E a República K-baret por me proporcionar amizades e momentos inesquecíveis, um lugar que tenho orgulho de chamar de casa e as pessoas que fazem parte de família!

“As nuvens mudam sempre de posição, mas são sempre nuvens no céu. Assim devemos ser todo dia, mutantes, porém leais com o que pensamos e sonhamos; lembre-

se, tudo se desmancha no ar, menos os pensamentos”.

(BELEKI, Paulo).

RESUMO

O controle de soja voluntária nos sistemas de produção se torna técnica indispensável, tendo em vista que a mesma vai competir com a cultura de interesse por água, luz, nutrientes e ainda podem ser hospedeiras de pragas e doenças que acometeram a cultura de interesse no sistema de produção. O estudo foi realizado em estufa agrícola e teve como objetivo avaliar a influência do volume de aplicação e tamanho de gota na deposição e controle de soja voluntária por herbicidas não sistêmicos. O delineamento experimental utilizado no experimento 1 (Influência do Tamanho de Gotas e Volume de Aplicação nos Depósitos em Plantas de Soja) foi o inteiramente casualizado com 4 tratamentos dispostos em esquema fatorial 2×2 sendo constituídos por dois tamanhos de gota (média e extremamente grossa) e dois volumes de aplicação (80 e 220 L ha^{-1}) com 40 repetições por tratamento. Para detectar os depósitos da pulverização nas plantas adicionou-se na calda (água destilada + óleo mineral a $0,5\% \text{ v v}^{-1}$) de cada tratamento o corante alimentício Azul Brilhante. A pulverização foi realizada no simulador de pulverização estacionário em sala fechada, equipado com 4 bicos espaçadas em $0,5 \text{ m}$, deslocando-se na velocidade constante de 5 km h^{-1} . No experimento 2 (Influência do Tamanho de Gotas e Volume de Aplicação na Eficiência de Herbicidas em Soja), os herbicidas utilizados foram os de ação não sistêmica diquate ($200 \text{ g i.a. L}^{-1}$), glufosinato - sal de amônio ($200 \text{ g i.a. L}^{-1}$) e saflufenacil ($700 \text{ g i.a. L}^{-1}$). O experimento foi realizado no delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial $2 \times 2 \times 7$, dois tamanhos de gotas (fina e extremamente grossa), dois volumes de aplicação (80 e 220 L ha^{-1}) e sete concentrações dos herbicidas com quatro repetições. Considerando D a dose recomendada dos herbicidas para o controle da soja voluntária, as concentrações foram: 0D(somente água); $1/27\text{D}$; $1/9\text{D}$; $1/3\text{D}$; D; 3D ; 6D .(somente água). Os dados de resposta das avaliações visuais de fitotoxicidade e massa seca da parte aérea (MSPA) foram ajustados pelo modelo log-logístico. As análises das curvas de dose-resposta e os valores de C50 (Dose necessária para reduzir 50% da MSPA) foram determinados utilizando o pacote drc no software R. Os valores de C50 foram comparados pelo intervalo de confiança a 95% de probabilidade. As gotas média e extremamente grossas não influenciaram na deposição da calda em plantas de soja e nem na quantidade de corante depositada. O volume de aplicação de 220 L ha^{-1} proporcionou maiores valores de deposição da calda quando comparado com 80 L ha^{-1} , embora a quantidade de corante depositada tenha sido a mesma independente do volume aplicado. O volume de aplicação interferiu na redução da MSPA das plantas de soja quando se utilizou o herbicida glufosinato sendo 80 L ha^{-1} o que obteve menor valor de C50. O herbicida diquate não foi influenciado pelo tamanho de gota e nem pelo volume de aplicação. Para o saflufenacil o volume de aplicação foi fator determinante para a redução da MSPA das plantas de soja, sendo o volume de 220 L ha^{-1} o que proporcionou os menores valores de C50. Quanto ao tamanho de gota, não influencia na redução da MSPA independentemente do volume aplicado.

Palavras-chave: Eficácia, *Glycine max*, Ingrediente ativo, Fitotoxicidade.

ABSTRACT

The control of voluntary soybeans in production systems becomes an indispensable technique, considering that it will compete with the crop of interest for water, light, nutrients and can still be hosts of pests and diseases that affected the crop of interest in the production system. The study was carried out in an agricultural greenhouse and aimed to evaluate the influence spray volume and drop size on the deposition and control of voluntary soybean by non-systemic herbicides. The experimental design used in experiment 1 (Influence of Droplet Size and Spray Volume on Deposits in Soybean Plants) was completely randomized with 4 treatments arranged in a factorial scheme 2×2 consisting of two drop sizes (medium and extremely thick) and two spray volumes (80 and 220 L ha⁻¹) with 40 replicates per treatment. To detect the spray deposits on the plants, the food coloring Bright Blue was added to the syrup (distilled water + mineral oil at 0.5% v v⁻¹) of each treatment. The spraying was performed in the stationary spraying simulator in a closed room, equipped with 4 nozzles spaced at 0.5 m, moving at a constant speed of 5 km h⁻¹. In experiment 2 (Influence of Droplet Size and Spray Volume on Herbicide Efficiency in Soybean), the herbicides used were those of non-systemic action diquat (200 g a.i. L⁻¹), glufosinate - ammonium salt (200 g a.i. L⁻¹) and saflufenacil (700 g a.i. L⁻¹). The experiment was carried out in a completely randomized experimental design in a factorial scheme $2 \times 2 \times 7$, two droplet sizes (thin and extremely coarse), two spray volumes (80 and 220 L ha⁻¹) and seven herbicide concentrations with four replications. Considering D the recommended dose of herbicides for the control of voluntary soybean, the concentrations were: 0D (water only); 1/27D; 1/9D; 1/3D; D; .3D; 6D. (water only). The response data of the visual evaluations of phytotoxicity and shoot dry mass (SDM) were adjusted by the log-logistic model. The analyses of the dose-response curves and the values of C50 (Dose required to reduce 50% of the MSPA) were determined using the drc package in the R software. The medium and extremely coarse droplets did not influence the deposition of the syrup in soybean plants or the amount of dye deposited. The application volume of 220 L ha⁻¹ provided higher values spray solution deposition when compared to 80 L ha⁻¹, although the amount of dye deposited was the same regardless of the volume applied. The volume of application interfered in the reduction of the SDM of soybean plants when the herbicide glufosinate was used, being 80 L ha⁻¹, which obtained a lower value of C50. The herbicide diquat was not influenced by the drop size or by the volume of application. For saflufenacil the volume of application was a determining factor for the reduction of the MSPA of soybean plants, and the volume of 220 L ha⁻¹ provided the lowest values of C50. As for the drop size, it does not influence the reduction of MSPA regardless of the volume applied.

Keywords: Effectiveness, *Glycine max*, Active ingredient, Phytotoxicity.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVO.....	10
3 REVISÃO DE LITERATURA	10
3.1 Soja Voluntaria.....	10
3.2 Tecnologia de Aplicação.....	11
3.2.1 Tamanho de gota e volume de aplicação.....	12
4. MATERIAL E MÉTODOS	13
4.1 Semeadura e Condução das Plantas	13
4.2 Influência do Tamanho de Gotas e Volume de Aplicação nos Depósitos em Plantas de Soja.....	14
4.2.1 Delineamento experimental.....	14
4.2.2 Pulverização dos tratamentos	15
4.2.3 Quantificação dos depósitos da pulverização	16
4.2.4 Análise dos resultados	18
4.3 Influência do Tamanho de Gotas e Volume de Aplicação na Eficiência de Herbicidas em Soja.....	19
4.3.1 Descrição dos tratamentos.....	19
4.3.2 Análise dos resultados	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5.1 Influência do Tamanho de Gotas e Volume de Aplicação nos Depósitos em Plantas de Soja.....	21
5.2 Influência do Tamanho de Gotas e Volume de Aplicação na Eficiência de Herbicidas em Soja.....	25
6 CONCLUSÃO.....	31
7 REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

A correta e adequada técnica de aplicação de defensivos agrícolas é tão importante quanto a escolha do produto a ser aplicado. O tamanho de gotas e o volume de aplicação são fatores relevantes em programas de aplicação de herbicidas os quais podem afetar a cobertura e a eficiência de controle, especialmente de herbicidas com ação não sistêmica (FERGUSON *et al.*, 2016; BUTS *et al.*, 2018; FERGUNSON *et al.*, 2018). No geral, a redução do tamanho de gotas e o aumento do volume de aplicação são características que proporcionam melhor performance de herbicidas, embora vários outros atributos como as propriedades físico-química da calda, espécie de planta daninha e estágio de desenvolvimento podem influenciar diretamente na resposta do tratamento (KNOCHE, 1994).

Está bem difundido que pulverizações com gotas menores proporcionam melhor cobertura, entretanto são mais propensas as perdas por deriva aumentando as chances de contaminação em organismos não-alvo. O contrário também é válido onde gotas de maiores diâmetros são menos propensas a deriva, porém oferece menor cobertura (BALSARI *et al.*, 2016; DUGA *et al.*, 2017) podendo comprometer a eficiência de controle de herbicidas (FERGUSON *et al.*, 2016). O equilíbrio entre o tamanho de gota que minimize as perdas por deriva e ao mesmo tempo ofereça controle satisfatório é assunto de extrema relevância no controle de plantas daninhas em pulverização.

A utilização de herbicidas de ação não sistêmico para o controle de plantas daninhas é prática rotineira da maioria dos agricultores. Com o uso descontinuado do herbicida paraquate (RDC nº 177, de 21 de setembro de 2017), alguns candidatos despontam como possíveis substitutos destacando o diquate, glufosinato de amônio e saflufenacil. Ambos são considerados herbicidas pós-emergentes que podem ser utilizados no controle de diversas daninhas e como dessecantes. Estudos conduzidos por Fergunson *et al.* (2016); Butts *et al.* (2018) observaram redução na eficiência de controle de paraquate e glufosinato de amônio com o aumento do tamanho de gotas sendo essa redução mais expressiva nos menores volumes de aplicação.

O cultivo de novas tecnologias de soja transgênicas, como Liberty Link, Enliste e Xtend resistentes a mais de uma molécula de herbicida, tende a aumentar a ocorrência de de soja voluntária reduzindo as possibilidades de produtos para seu

efetivo controle uma vez que determinados herbicidas não controla a mesma. A cada ano, produtores estão reduzindo cada vez mais o volume de aplicação principalmente devido ao aumento da capacidade operacional dos pulverizadores e conseqüentemente redução dos custos. Dessa forma, informações sobre o quanto a eficiência de controle pode ser comprometida pela redução do volume e gotas maiores e menos propensas a deriva poderá guiar de forma mais assertiva a decisão na escolha da melhor técnica de aplicação de herbicidas não sistêmicos.

2 OBJETIVO

O estudo tem como objetivo avaliar a influência do tamanho de gotas e volume de aplicação nos depósitos da pulverização e controle em plantas de soja voluntária utilizando os herbicidas não sistêmico (diquate, glufosinato - sal de amônia e saflufenacil).

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Soja Voluntária

A introdução no mercado brasileiro das variedades de soja transgênicas, mais especificamente resistentes ao herbicida glyphosate Roundup Ready® RR, gerou profundas mudanças no controle químico da soja voluntária, também conhecida como soja tiguera ou soja guaxa, já que o glyphosate deixou de ser utilizado como alternativa de controle nessa situação. Atualmente, o controle de plantas voluntárias é uma medida legislativa e obrigatória em diversos estados da federação (SEIXAS e GODOY, 2007 *apud* DAN *et al.*, 2011). Um dos principais desafios a serem superados em cultivos de soja transgênica é o controle das plantas voluntárias dessa espécie. A ocorrência da soja voluntária se dá de forma natural, após ocorrer perdas durante a colheita mecanizada (LIMA B. *et al.* 2011).

A presença da soja voluntária nos sistemas de produção demandam estratégias adequadas, já que tais possuem tolerância e em alguns casos resistência aos principais ingrediente ativos utilizados no manejo de plantas daninhas. Pesquisas mostram que a presença dessas plantas podem reduzir a produtividade das culturas em sucessão a soja de forma significativa (ADEGAS *et al.*, 2014). Além de acarretar

perdas na produtividade, a presença de soja voluntária na entressafra é prejudicial, pois serve como hospedeira para doenças como a ferrugem asiática, tendo em vista esse cenário o controle das plantas voluntárias é fator determinante para a diminuir a pressão de doenças nas próximas safras e impedir a matocompetição (FUNDAÇÃO MT, 2009 *apud* MARTINS, 2023).

3.2 Tecnologia de Aplicação

Os defensivos agrícolas são um dos principais insumos da agricultura, tem por finalidade evitar perdas de produtividade devido a ataques de pragas, doenças e/ou pela interferência de plantas daninhas. Sem a utilização de tais a produção agrícola não seria capaz de suportar a demanda por alimentos. Por tal motivo os defensivos agrícolas são uma ferramenta indispensável para cadeia produtiva de alimentos no mundo de hoje. O uso dos defensivos agrícolas na agricultura é amplo e extensivo nas plantas cultivadas, o controle de pragas, doenças e plantas daninhas é um dos maiores desafios dos produtores rurais, sendo esse desafio fator fundamental para determinar a rentabilidade da atividade agrícola (FERMAM e ANTUNES, 2009).

Segundo Adegas (2020), nos últimos anos houve uma grande evolução na aplicação de defensivos agrícolas no cenário brasileiro. Porém, ainda vemos situações de desperdício de energia, e de defensivos agrícolas, junto com resultados ineficientes obtidos no campo. Devido ao aumento dos custos dos defensivos agrícolas, mão de obra e a preocupação por uma agricultura mais sustentável, se torna indispensável a necessidade de continuarmos melhorando as aplicações agrícolas, bem como os equipamentos utilizados e a tecnologia a ser empregada.

Tecnologia de aplicação tem por objetivo empregar os conhecimentos técnicos científicos para a correta aplicação de um produto biologicamente ativo em determinado alvo, na dose adequada, de forma rentável e com o mínimo de contaminação ambiental. Para se ter êxito no manejo fitossanitário é indispensável ter conhecimento dos fatores que interferem na aplicação de defensivos agrícolas, com isso pode se escolher a tecnologia a ser empregada, visando uma operação eficiente, econômica e sustentável (CONTIERO *et al.*, 2018). Segundo Baesso (2014), “A qualidade de uma aplicação de agrotóxicos pode ser analisada pela deposição, cobertura, deriva e eficácia do controle desejado.”

3.2.1 Tamanho de gota e volume de aplicação

De acordo com Santos (2005), a pulverização refere-se a um processo físico-mecânico, o qual transforma uma substância, seja ela, sólida ou líquida em partículas ou gotas de maneira uniforme. Já a aplicação, refere-se na deposição de determinado ingrediente ativo sobre o alvo desejado na quantidade e qualidade adequada, que pode ser representada pelo diâmetro e densidade de gotas.

A caracterização do espectro de gotas é tarefa imprescindível para a pulverização de herbicidas, pois é esse processo que nos permite a correta escolha da ponta de pulverização, levando em consideração o potencial de deriva, as características do produto e as possíveis perdas por volatilização ou escorrimentos da calda nas plantas (VIANA *et al.*, 2010).

Viana (2010, p. 440), pondera que:

Os parâmetros de maior importância para a determinação da população de gotas são o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), a amplitude relativa (AR) e a porcentagem de gotas com diâmetro inferior a 100 μm . Essas características conjuntamente definem o potencial de deriva de gotas, a homogeneidade de gotas e o tamanho característico das gotas produzidas por um determinado bico de pulverização. Quanto maior o valor da amplitude relativa (AR), maior é a faixa de tamanho das gotas pulverizadas. Espectro de gotas homogêneo tem valor de amplitude relativa que tende a zero. Os valores de DMV e amplitude relativa devem ser analisados conjuntamente para a caracterização da pulverização. Isoladamente, o DMV é um valor de referência e não determina a dispersão dos dados em torno do valor.

Existem vários tipos de pontas de pulverização, que são classificadas de acordo com a energia usada para a formação das gotas e seus tamanhos são variáveis. No geral o tamanho de gotas podem ser classificado em: Gotas grandes (aquelas que produzem gotas maiores que 400 μm , são menos propensas a sofrerem ação de deriva e a evaporação, por outro lado aumenta as chances de escorrimento do produto nas folhas e sua cobertura é menor quando comparada com gotas mais finas); Gotas médias (geram gotas de 200 a 400 μm , suas características são intermediárias em relação as gotas grandes e pequenas); Gotas pequenas (produzem gotas menores que 200 μm , são mais propensas a sofrerem deriva e evaporação durante a pulverização, por outro lado reduzem as chances de escorrimento, além de proporcionarem maiores coberturas do alvo e capacidade de penetração nas culturas) (SOUZA *et al.*, 2010).

O volume de aplicação a ser utilizado sempre estará relacionado com uma aplicação eficiente e jamais será uma condição pré-estabelecida, isso porque existe

vários fatores que interagem entre si, como o alvo a ser atingido, a ponta de pulverização a ser utilizada, as condições climáticas no momento da aplicação, a arquitetura da planta e o produto a ser aplicado (ANDEF, 2010).

O volume de aplicação utilizado nas aplicações de produtos vem sendo reduzido nos últimos anos. Isso porque na maioria das vezes, à utilização de herbicidas sistêmicos à base de glifosato, tem apresentado melhores taxas de controle com volumes menores, próximos a 100 L ha⁻¹ do que quando comparados com volumes próximos a 200 L ha⁻¹ (THEISEN 2004 *apud* BOLLER e MACHRY 2007). A redução do volume de aplicação é uma das formas de aumentar a capacidade operacional dos pulverizadores, além de baratear a produção agrícola, porém deve-se fazer uma otimização das tecnologias de aplicação utilizadas para assim garantir uma boa eficiência nas aplicações de produtos fitossanitários (SOUZA *et al.*, 2012).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Experimento 1:

4.1 Semeadura e Condução das Plantas

O experimento foi conduzido em estufa agrícola na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – UNESP. Três sementes de soja cultivar ICS 7019 RR foram semeadas por vaso a uma profundidade de 5 cm com capacidade de 0,8 litro contendo três partes de solo e uma parte de substrato conforme Figura 1. Após a emergência foi realizado o desbaste permanecendo uma planta por vaso. Durante a condução dos experimentos irrigou-se diariamente as plantas por micro aspersão conforme necessidade, cessando-a apenas após as aplicações do experimento 2 pelo período de 24h.

Figura 1 - Vasos semeados com soja no estágio de emergência.



Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

As plantas foram submetidas aos tratamentos (experimento de deposição e eficiência de controle) quando atingiram o estágio fenológico V3 (FERH e CAVINESS, 1977). Quantidade superior de vasos foram semeados para selecionar as plantas no mesmo estágio fenológico. A escolha da soja como planta alvo foi devido ao bom índice de germinação, de fácil aquisição, uniformidade de desenvolvimento das plantas, registrada para os herbicidas utilizados, além de competir com outras culturas (soja voluntária) como o milho.

4.2 Influência do Tamanho de Gotas e Volume de Aplicação nos Depósitos em Plantas de Soja

4.2.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 tratamentos dispostos em esquema fatorial 2×2 sendo constituídos por dois tamanhos de gotas (média e extremamente grossa) e dois volume de aplicação (80 e 220 L ha^{-1}) com 40 repetições por tratamento, sendo cada repetição constituída por uma planta. Os tratamentos utilizados no experimento estão descritos na Tabela 1.

Para detectar os depósitos da pulverização (retenção) nas plantas, adicionou-se na calda (água destilada + óleo mineral a $0,5\% \text{ v v}^{-1}$) de cada tratamento o corante

alimentício Azul Brilhante FCF (Brastóquio®) na concentração de 2,0 g L⁻¹. Optou-se pela escolha do óleo mineral como adjuvante, pois ele possui características compatível de utilização nas caldas dos 3 herbicidas que foram utilizados no teste de controle. Acredita-se que o adjuvante é o fator dominante nas características físico-química da calda e, dessa forma, optou-se pela realização dos testes de deposição sem os herbicidas.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos utilizados no experimento de deposição e controle.

Tratamentos	^a Modelo da ponta	^b Tamanho de gotas	Pressão (kpa)	Vazão (L min ⁻¹)	Volume de aplicação (L ha ⁻¹)
T1	LAD 11001	Média	200	0,333	80
T2	RDA 11001	Extremamente grossa	200	0,333	80
T3	LAD 11003	Média	200	0,916	220
T4	RDA 11003	Extremamente grossa	200	0,916	220

^a Solcerer Advanced Material/ ^b Dados encontrados no catálogo do fabricante

Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

4.2.2 Pulverização dos tratamentos

A pulverização foi realizada no simulador de pulverização estacionário em sala fechada, equipado com 4 bicos espaçadas em 0,5 m, deslocando na velocidade constante de 5 km h⁻¹ e com as pontas posicionadas a 0,5 m em relação ao topo das plantas como ilustrado na Figura 2. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram monitoradas no momento das pulverizações por Termo-higrômetro.

Figura 2 - Plantas de soja posicionadas na sala de pulverização.



Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

4.2.3 Quantificação dos depósitos da pulverização

Após pulverização, as plantas foram cuidadosamente cortadas rente ao solo com tesouras e acondicionadas em saco plástico. Em seguida, foi adicionado aos sacos plásticos 70 mL de água destilada e posteriormente agitadas para remoção do corante. A solução de lavagem foi transferida para potes plásticos para quantificação da absorbância em espectrofotômetro conforme Figura 3.

Figura 3 – Solução de lavagem em potes plásticos.



Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

Após extração da solução de lavagem, retirou-se o excesso de líquido remanescente do vegetal, alocados em saco de papel (perfurados para circulação de ar) e secados em estufa de circulação e renovação de ar a 65 °C. Após um período mínimo de 96 horas as plantas foram retiradas e determinada a massa seca da parte aérea (MSPA) em balança analítica.

A absorvância das soluções de lavagem foi quantificada em espectrofotômetro no comprimento de onda 630 nm. Nas concentrações prévias do corante de 20; 10; 5; 2,5; 1,25; 0,625; 0,3125; 0,15625 e 0,078125 mg L⁻¹ conforme Figura 4, foi determinado a equação linear que permitiu transformar os valores de absorvância em concentração do corante (mg L⁻¹) dos respectivos tratamentos. 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 plantas pela equação 1:
$$V_i = \frac{C_f \times V_f}{C_i}$$

Em que: V_i = volume retido pela planta (mL); C_f = concentração detectada no espectrofotômetro (mg L⁻¹); V_f = volume de diluição da amostra (mL); C_i = concentração inicial na calda de aplicação (mg L⁻¹). O volume retido na planta em mL, para melhor representação, foi convertido em microlitro e posteriormente dividido pela sua respectiva MSPA, obtendo-se assim a quantidade em $\mu\text{L g}^{-1}$ de MSPA. Com intuito

de simular a quantidade de produto depositado sobre as plantas de soja os dados em $\mu\text{L g}^{-1}$ de MSPA foram corrigidos para μg do corante g^{-1} de MSPA adotando como referência a quantidade de 200 g do corante Azul Brillante por hectare.

Figura 4 - Concentrações prévias do corante Azul Brillante.



Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

4.2.4 Análise dos resultados

Os valores de deposição em $\mu\text{L g}^{-1}$ de MSPA e $\mu\text{g g}^{-1}$ de MSPA foram submetidos à análise de variância e quando significativo as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$). Testes de homogeneidade da variância e de distribuição do erro experimental (normalidade) dos dados foram realizados prior análise. Para verificar a uniformidade de distribuição os valores de deposição obtidos em cada tratamento foram padronizados, ordenados, e a partir deles calculados a distribuição normal (Gaussiana) representada por $\int_{x_i}^{X_i} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{\left(-\frac{x^2}{2}\right)}$ os quais serão tomados por x_i para X_i observações (40 valores de deposição por tratamento). Para representar a frequência acumulada (F) da deposição da calda pulverizada nas plantas os dados foram ajustados pelo modelo Logístico conforme equação 2:

$$Y = \frac{a}{1 + e^{b - cx}}$$

Em cada tratamento foi utilizado o ajuste da regressão logística para verificação do comportamento da deposição proporcionada pelos diferentes tratamentos.

Adotamos 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”. Quanto maior o valor do parâmetro “c” maior uniformidade de deposição (valores mais próximos da média). A precisão do ajuste dos dados do modelo foi avaliada por meio dos coeficientes de determinação (R^2).

Experimento 2:

4.3 Influência do Tamanho de Gotas e Volume de Aplicação na Eficiência de Herbicidas em Soja

4.3.1 Descrição dos tratamentos

A planta alvo e condução foram realizadas nas mesmas condições descritas no item 4.1. Os herbicidas utilizados foram os de ação não sistêmica Diquat (200 g i.a. L⁻¹), Glufosinato - sal de amônio (200 g i.a. L⁻¹) e Saflufenacil (700 g i.a. L⁻¹). A escolha dos herbicidas deu-se pela ampla utilização na dessecação de plantas daninhas, plantas voluntárias e dessecação de algumas culturas para adiantar/facilitar a colheita. Ressalta-se que após o uso descontinuado do herbicida paraquate esses produtos vêm sendo muito utilizado pelos agricultores e estudos relacionados a melhor técnica de aplicação é essencial para orientação de controle mais eficiente e seguro. Os herbicidas foram estudados de forma independente.

O experimento foi realizado no delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 × 2 × 7, dois tamanhos de gotas (fina e extremamente grossa), dois volumes de aplicação (80 e 220 L ha⁻¹) e sete concentrações do herbicida com quatro repetições. Os tratamentos foram os mesmos descritos no estudo de deposição (Tabela 1). Considerando D a dose recomendada dos herbicidas para o controle da soja voluntária, as concentrações dos herbicidas foram: 0D (somente água); 1/27D; 1/9D; 1/3D; D; 3D; 6D.

As pulverizações da calda foram realizadas com o mesmo equipamento e regulagens descritas no item 4.2.2. Após aplicação, os vasos foram acondicionados em estufa agrícola sem irrigação por 24 horas para garantir a absorção do herbicida e, após esse período, irrigadas conforme necessidade das plantas. Aos 2, 4, 8, 14 e 20 dias após tratamento (DAT) foram realizadas as avaliações visuais de controle,

baseada no vigor, clorose, necrose e morte da planta, comparada com a testemunha (aplicação sem herbicida). Foram atribuídas nota usando uma escala que variou de 0% sem efeito fitotóxico do herbicida e 100% quando as plantas estavam mortas. Aos 20 DAT conforme Figura 5, as plantas foram cortadas rente ao solo, colocadas em saco de papel e secadas em estufa de circulação e renovação de ar a 65 °C por 96 horas para determinação dos valores de MSPA.

Figura 5 - Tratamentos de dose-resposta 20 dias após aplicação dos herbicidas



Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

4.3.2 Análise dos resultados

Os dados de resposta das avaliações visual de fitotoxicidade e MSPA foram ajustados pelo modelo log-logístico proposto por Seefeldt (1995) como descrito pela equação 3:

$$Y = \frac{D-C}{1+\exp\{b[\log(X)-\log(C50)]\}} + C$$

Em que: Y = resposta da redução da MSPA ou fitotoxicidade visual; X: dose do herbicida; D: limite superior da curva; C: limite inferior da curva; b: declividade da

curva; C50: dose necessária para proporcionar 50% de fitotoxicidade visual ou reduzir 50% da MSPA em relação as plantas não tratadas.

As análises das curvas de dose-resposta e os valores de C50 foram determinados utilizando o pacote drc no software R (Ritz e Streibig, 2012). Foi utilizado o teste lack-of-fit para verificar se houve bom ajuste das curvas utilizando o modelo de três ou quatro parâmetros sendo aceito quando o valor de P for $\geq 0,05$. Os valores de C50 foram comparados pelo intervalo de confiança a 95% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Influência do Tamanho de Gotas e Volume de Aplicação nos Depósitos em Plantas de Soja

Os dados meteorológicos de temperatura e umidade relativa do ar foram registrados durante as aplicações realizadas no experimento de deposição e no experimento de eficiência de controle. Segundo Embrapa (2005) “As condições de clima no momento da aplicação devem ser as seguintes: a temperatura mínima de 10°C; a ideal de 20 - 30 °C; e a máxima, de 35°C. A umidade relativa do ar mínima de 60%; ideal de 70 a 90%; e a máxima, de 95%”. Na Tabela 2, pode-se observar que todas as aplicações foram realizadas nas condições meteorológicas recomendadas.

Tabela 2 - Condições meteorológicas no momento das pulverizações dos experimentos de deposição e eficiência.

Dados meteorológicos	DS ¹	DS ²	DRG	DRD	DRS
Temperatura (°C)	26,9 ± 2	31,0 ± 3	26,4 ± 2	30,8 ± 3	24,2 ± 2
Umidade Relativa (%)	64	60 ± 4	57 ± 6	58 ± 5	62 ± 7
Data aplicação	15/11/2021	07/04/2022	02/05/2022	03/05/2022	15/06/2022

DS¹: Primeiro ensaio de deposição/ DR²: Segundo ensaio de deposição/ DRG: Dose resposta com Glufosinato sal de amônio/ DRD: Dose resposta com Diquat/ DRS: Dose Resposta com Saflufenacil.
Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

A Tabela 3, apresenta o resultado da análise de variância dos valores de deposição encontrados em plantas de soja em função da pulverização de solução aquosa (água + corante alimentício Azul Brilhante) com diferentes tamanhos de gotas e volume de aplicação.

Tabela 3 - Análise de variância dos dados das deposições em plantas de soja.

Causa variação	$\mu\text{L g}^{-1}$ MSPA(1)		$\mu\text{g g}^{-1}$ MSPA (1)		$\mu\text{L g}^{-1}$ MSPA(2)		$\mu\text{g g}^{-1}$ MSPA (2)	
	F	P	F	P	F	P	F	P
Gota (G)	< 0,001	0,975	0,022	0,881	2,38	0,124	0,055	0,814
Volume (V)	995,28	0,001	0,374	0,541	717,47	< 0,001	3,719	0,055
GxV	0,092	0,762	0,149	0,699	2,23	0,137	0,880	0,349
CV (%)	18,6		17,8		21,5		19,2	

$\mu\text{L g}^{-1}$ MSPA: microlitro da calda por grama de matéria seca depositada nas plantas. $\mu\text{g g}^{-1}$ MSPA: micrograma do corante Azul Brilhante por grama de matéria seca depositado nas plantas de soja.

Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

De acordo com a Tabela 4, no qual foram realizadas pulverizações de diferentes volumes de aplicação e tamanhos de gotas em plantas de soja, observa-se que o volume de aplicação dos tratamentos com 220 L ha^{-1} foram os que obtiveram os maiores valores de deposição, com médias de 271,8 e $336,6 \mu\text{L g}^{-1}$ MSPA na aplicação 1 e 2, respectivamente, apresentando diferença significativa quando comparado com os tratamentos com volume de aplicação de 80 L ha^{-1} . Esses resultados corroboram com Tomazela et al. (2006), avaliando diferentes volumes de calda (variando de 57,37 a $1.147,57 \text{ L ha}^{-1}$) na deposição em *Brachiaria plantaginea*, observaram que as quantidades de calda depositadas por planta e por cm^2 de área foliar foram maiores quando se utilizaram maiores volumes de calda. Entretanto, quando há conversão e correção desses dados para se obter o valor de deposição do corante em $\mu\text{g g}^{-1}$ MSPA, pode-se verificar que os fatores tamanhos de gotas e volume de aplicação não diferiram estatisticamente, sendo assim não influenciaram nesses depósitos.

Tabela 4. Valores de depósito em plantas de soja, expressos em microlitro e micrograma por grama de matéria seca da parte aérea (MSPA), após pulverização com diferentes tamanhos de gotas e volumes de aplicação.

Tratamento	Aplicação 1					
	$\mu\text{L g}^{-1}$ MSPA			$\mu\text{g g}^{-1}$ MSPA		
	80 L ha ⁻¹	220 L ha ⁻¹	Média	80 L ha ⁻¹	220 L ha ⁻¹	Média
Gota média	98,8	272,7	185,8 a	247,0	245,4	246,2 a
Gota ext. grossa	100,3	270,9	185,6 a	250,8	243,8	247,3 a
Média	99,6 B	271,8 A		248,8 A	244,6 A	
Aplicação 2 (duplicata)						
Gota média	125,5	324,7	225,1 a	331,3	303,6	317,5 a
Gota ext. grossa	125,9	348,6	237,2 a	324,5	315,0	319,7 a
Média	125,7 B	336,6 A		327,9 A	309,3 A	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). $\mu\text{L g}^{-1}$ MSPA: microlitro da calda por grama de matéria seca depositada nas plantas. $\mu\text{g g}^{-1}$ MSPA: micrograma do corante Azul Brillante por grama de matéria seca depositado nas plantas de soja.

Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

A precisão dos ajustes desses dados do modelo logístico foi avaliada por meio dos coeficientes de determinação (R^2), conforme descrito os valores da Tabela 5. A concavidade da curva da frequência acumulada evidencia a uniformidade da deposição nas plantas, ou seja, quanto maior o valor do parâmetro “c”, mais uniforme é a deposição.

Os tratamentos com gota média no volume de 80 L ha⁻¹, gota média 220 L ha⁻¹, gota extremamente grossa 220 L ha⁻¹, obtiveram o mesmo valor do parâmetro “c” de 0,04, ou seja, tiveram a mesma uniformidade. Já o tratamento com gota extremamente grossa 80 L ha⁻¹, obteve o valor de parâmetro “c” de 0,033, sendo o menos uniforme quando comparado com os demais. Na duplicata nota-se que os tratamentos com tamanho de gotas média manteve a mesma tendência sendo eles os mais uniformes, porém os tratamentos com tamanho de gotas extremamente grossa foram mais desuniformes em comparação a primeira aplicação, isso pode ser consequência da maior quantidade de calda depositada nas plantas como pode-se observar na Tabela – 4, esse fato aliado a susceptibilidade que gotas de tamanho

maiores tem ao escoamento podem ter levado a maior desuniformidade na aplicação 2.

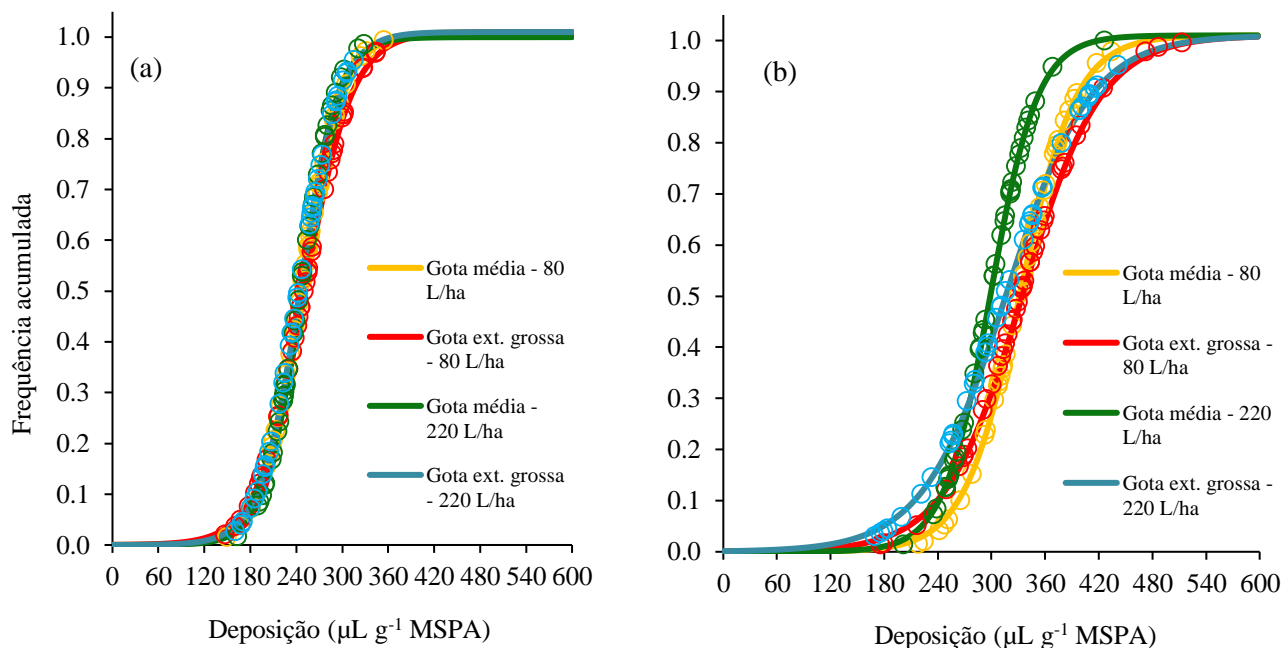
Tabela 5 - Estimativas de parâmetros do modelo logístico, que descrevem a deposição de calda em plantas de *Glycine max*, quando submetidos à pulverização com diferentes tamanhos de gotas.

Parâmetros da equação	Deposição							
	$\mu\text{g g}^{-1}$ MSPA (1)				$\mu\text{g g}^{-1}$ MSPA (2)			
	GM 80	GEG 80	GM 220	GEG 220	GM 80	GEG 80	GM 220	GEG 220
a	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
b	9,13	8,24	10,5	9,43	10,6	7,71	11,41	6,78
c	0,04	0,033	0,04	0,04	0,032	0,02	0,038	0,02
R ²	0,96	0,98	0,97	0,98	0,97	0,95	0,93	0,98

GM: Gota média/ GEG: Gota Extremamente Grossa/ MSPA: Massa Seca da Parte Aérea.
Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

A Figura 6 representa os dados qualitativos em relação a uniformidade de distribuição dos depósitos da pulverização nas plantas de soja voluntária, O eixo das ordenadas representa a frequência acumulada e o eixo das abscissas a deposição em $\mu\text{L g}^{-1}$ MSPA.

Figura 6 - Frequência acumulada da deposição da pulverização ($\mu\text{L g}^{-1}$ MSPA) proporcionada por diferentes tamanhos de gotas em plantas de soja utilizando o modelo logístico na primeira (a) e segunda aplicação (b).



Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

Na Figura 6(a), nota-se que a variação (entre o menor e maior valor) de deposição em $\mu\text{L g}^{-1}$ MSPA, foram praticamente o mesmo, ou seja, esses tiveram o mesmo desempenho. Já quando verifica-se o gráfico de deposição em $\mu\text{g g}^{-1}$ MSPA, vemos que o tratamento Gota média no volume de 220 L ha^{-1} , teve maior uniformidade de deposição quando comparado com os demais. Esse fato pode ser observado pela maior inclinação da curva imposta por esse tratamento (Figura 6b).

5.2 Influência do Tamanho de Gotas e Volume de Aplicação na Eficiência de Herbicidas em Soja

Na Tabela 6, os valores de C50 e C90 foram obtidos após aplicação do herbicida Glufosinato de Amônio, com diferentes volumes de aplicação e tamanho de gota. Verifica-se que o tratamento GEG 80 (gota extremamente grossa/volume de

aplicação 80 L ha⁻¹) foi o que obteve o menor valor de C50 (43 g i. a. ha⁻¹) e C90 (52 g i. a. ha⁻¹), quando comparado aos demais.

O valor de D representa a redução máxima da MSPA das plantas de soja após aplicação do herbicida, sendo o tratamento GM 80 (gota média/volume de aplicação 80 L ha⁻¹) o que mais reduziu massa seca da parte aérea (82,81%). Isso se dá porque, há evidências que ao aumentar a concentração do produto na calda em consequência da redução do volume de aplicação existe uma correlação positiva com incrementos no controle de algumas das coberturas vegetais estudadas (ALMEIDA et al., 2013; TIMOSSI et al., 2013; ALMEIDA et al., 2015).

Tabela 6 - Parâmetros da regressão para a relação entre doses do herbicida glufosinato de amônio pulverizados em plantas de soja por diferentes volumes de aplicação e tamanho de gotas.

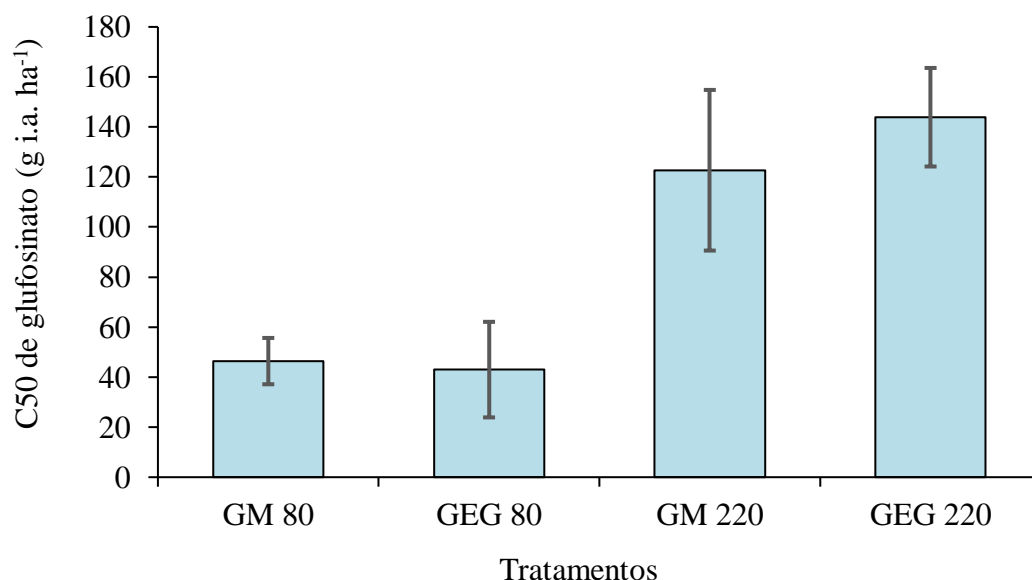
Tratamentos	C50 (g i.a. ha ⁻¹)	C90 (g i.a. ha ⁻¹)	B	D	Lack-of-fit P-valores	P-valores (C50)
Aplicação 1						
GM 80	46,4	170,9	-1,69	82,81	0,9299	< 0,001
GEG 80	43,0	52,0	-10,94	76,21	0,9299	< 0,001
GM 220	122,7	188,2	-5,13	78,41	0,9299	< 0,001
GEG 220	143,9	280,9	-3,28	81,31	0,9299	< 0,001

GM 80: Gota média no volume de 80 L ha⁻¹; GEG 80: Gota extremamente grossa no volume de 80 L ha⁻¹; GM 220: Gota média no volume de 220 L ha⁻¹; GEG 80: Gota extremamente grossa no volume de 220 L ha⁻¹. C50/90: Dose necessária para reduzir 50% ou 90% da massa seca da parte aérea.

Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

Na Figura 7, analisando os valores de C50 é possível verificar que o fator tamanho de gota não influenciou no controle das plantas de soja, isso porque os tratamentos de igual volume proporcionaram valores de C50 muitos parecidos e seus intervalos de confiança tem valores um dentro do outro, ou seja, o controle não diferiu entre eles. Entretanto, o volume de aplicação foi fator que condicionou o controle das plantas de soja, sendo os tratamentos com volume de 80 L ha⁻¹ os mais eficazes quando comparado com os de 220 L ha⁻¹. Com isso, pode-se inferir que ao aumentarmos o volume de aplicação, conseqüentemente aumentará a dose necessária para reduzir cinquenta por cento da MSPA das plantas de soja voluntária.

Figura 7 - Valores estimados de C50 do herbicida glufosinato de amônio pulverizados por diferentes volumes de aplicação e tamanho de gotas na redução da massa seca da parte aérea de plantas de soja. Barras representam o intervalo de confiança ($P < 0,05$).



Barras representam o intervalo de confiança ($P < 0,05$). GM 80: Gota média no volume de 80 L ha⁻¹; GEG 80: Gota extremamente grossa no volume de 80 L ha⁻¹; GM 220: Gota média no volume de 220 L ha⁻¹; GEG 80: Gota extremamente grossa no volume de 220 L ha⁻¹.

Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

Na Tabela 7, os valores de C50 e C90 foram obtidos após aplicação do herbicida Diquat, com diferentes volumes de aplicação e tamanho de gotas. O tratamento GM 220 (gota média/volume de aplicação de 220 L ha⁻¹) foi o que apresentou os menores valores de C50 (43,50 g i. a. ha⁻¹) e C90 (120,82 g i. a. ha⁻¹), quando comparado aos demais. O valor de D representa a redução máxima da massa seca da parte aérea, sendo o tratamento GEG 220 (gota extremamente grossa/volume de aplicação de 220 L ha⁻¹) o que apresentou o maior valor de D (84,39%).

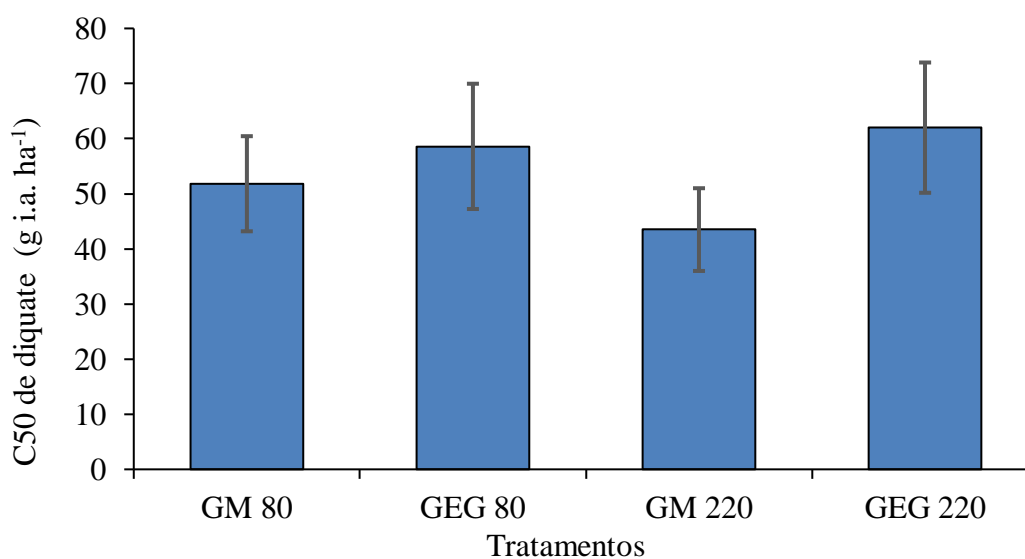
Tabela 7, Parâmetros da regressão para a relação entre doses do herbicida diquate pulverizados em plantas de soja por diferentes volumes de aplicação e tamanho de gotas.

Tratamentos	C50 (g i,a, ha ⁻¹)	C90 (g i,a, ha ⁻¹)	B	D	Lack-of-fit P-valores	P-valores (C50)
Aplicação 1						
GM 80	51,83	134,99	-2,29	72,35	0,08	< 0,001
GEG 80	58,59	211,25	-1,71	73,81	0,08	< 0,001
GM 220	43,50	120,82	-2,15	77,34	0,08	< 0,001
GEG 220	98,77	537,90	-1,30	84,39	0,08	< 0,001

GM 80: Gota média no volume de 80 L ha⁻¹; GEG 80: Gota extremamente grossa no volume de 80 L ha⁻¹; GM 220: Gota média no volume de 220 L ha⁻¹; GEG 80: Gota extremamente grossa no volume de 220 L ha⁻¹. C50/90: Dose necessária para reduzir 50% ou 90% da massa seca da parte aérea.

Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

Figura 8 - Valores estimados de C50 do herbicida Diquat pulverizados por diferentes volumes de aplicação e tamanho de gotas na redução da massa seca da parte aérea de plantas de soja.



Barras representam o intervalo de confiança ($P < 0,05$). GM 80: Gota média no volume de 80 L ha⁻¹; GEG 80: Gota extremamente grossa no volume de 80 L ha⁻¹; GM 220: Gota média no volume de 220 L ha⁻¹; GEG 80: Gota extremamente grossa no volume de 220 L ha⁻¹.

Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

Analisando a Figura 8, pode-se dizer que a eficiência de controle entre os tratamentos não sofreu influência do volume de aplicação e tamanho de gota, isso devido a todos os tratamentos apresentarem valores de C50 iguais e/ou dentro dos seus respectivos intervalos de confiança.

Na Tabela 9, os valores de C50 e C90 foram obtidos após aplicação do herbicida Saflufenacil, com diferentes volumes de aplicação e tamanho de gotas. O tratamento GM 220 (gota média no volume de aplicação de 220 L ha⁻¹) foi o que apresentou menores valores de C50 (30 g i.a. ha⁻¹) e C90 (49,7 g i.a. ha⁻¹). Já o tratamento que apresentou a maior porcentagem de redução da massa seca da parte aérea, foi o GEG 80 (gota extremamente grossa no volume de aplicação de 80 L ha⁻¹), chegando ao valor de 67,95% de redução.

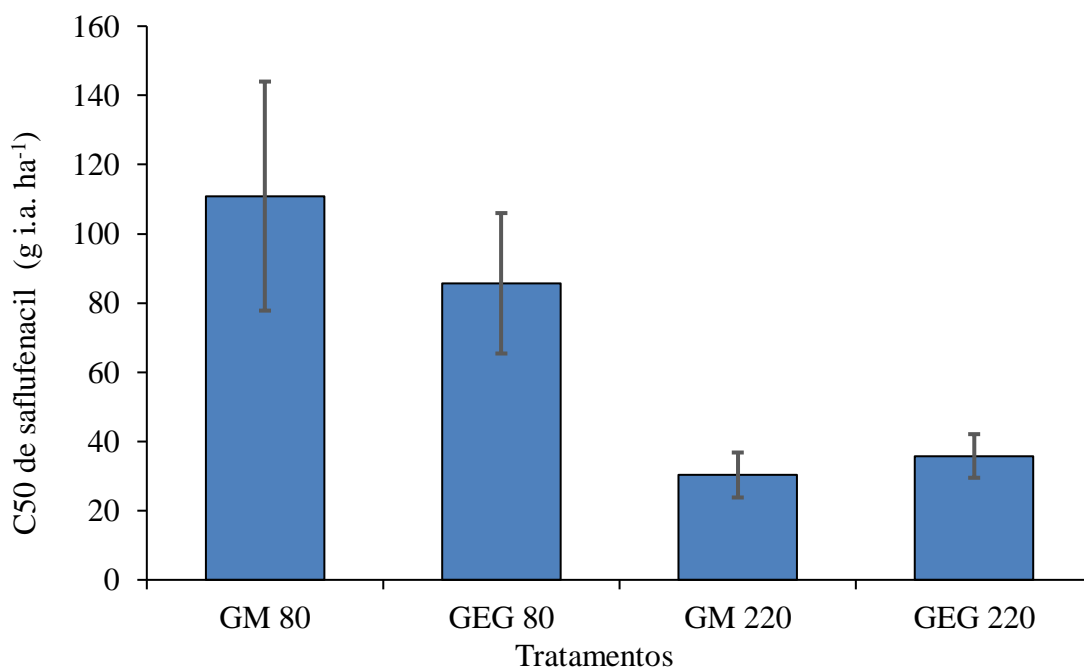
Tabela 9 - Parâmetros da regressão para a relação entre doses do herbicida saflufenacil pulverizados em plantas de soja por diferentes volumes de aplicação e tamanho de gotas.

Tratamentos	C50 (g i.a. ha ⁻¹)	C90 (g i.a. ha ⁻¹)	B	D	Lack-of-fit P-valores	P-valores (C50)
Aplicação 1						
GM 80	110,97	427,29	-1,63	65,11	0,39	< 0,001
GEG 80	85,70	368,43	-1,51	67,95	0,39	< 0,001
GM 220	30,30	49,70	-4,44	57,48	0,39	< 0,001
GEG 220	35,75	124,89	-1,76	66,70	0,39	< 0,001

GM 80: Gota média no volume de 80 L ha⁻¹; GEG 80: Gota extremamente grossa no volume de 80 L ha⁻¹; GM 220: Gota média no volume de 220 L ha⁻¹; GEG 220: Gota extremamente grossa no volume de 220 L ha⁻¹. C50/90: Dose necessária para reduzir 50% ou 90% da massa seca da parte aérea.

Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

Figura 9 - Valores estimados de C50 do herbicida saflufenacil pulverizados por diferentes volumes de aplicação e tamanho de gotas na redução da massa seca da parte aérea de plantas de soja. Barras representam o intervalo de confiança ($P < 0,05$).



Barras representam o intervalo de confiança ($P < 0,05$). GM 80: Gota média no volume de 80 L ha⁻¹; GEG 80: Gota extremamente grossa no volume de 80 L ha⁻¹; GM 220: Gota média no volume de 220 L ha⁻¹; GEG 220: Gota extremamente grossa no volume de 220 L ha⁻¹.

Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

Na Figura 9, nota-se que o tratamento GM 220 (gota média no volume de duzentos e vinte litros por hectare), foi o que apresentou menores valores de C50, porém ele não diferiu do tratamento GEG 220 (gota extremamente grossa no volume de duzentos e vinte litros por hectare), devido ao intervalo de confiança, ou seja, ambos tiveram o mesmo desempenho. Quando se observa os tratamentos com menores volumes, nota-se que eles apresentaram os maiores valores de C50 quando comparados com os de maior volume. Com isso, pode-se dizer que o fator tamanho de gota não influenciou na redução da massa seca da parte aérea de plantas de soja, já o volume de aplicação influenciou. De acordo com Almeida et al. (2014), verifica que a redução do volume de calda influencia no controle da vegetação espontânea em todas as condições atmosféricas em que o Saflufenacil foi aplicado, com o volume de 200 L ha⁻¹ sendo mais eficaz.

6 CONCLUSÃO

O fator tamanho de gotas não influenciou na deposição de calda em plantas de soja;

O volume de aplicação de 220 L ha⁻¹ proporcionou maiores valores de deposição $\mu\text{L g}^{-1}$ MSPA em plantas de soja;

Os tamanhos de gotas e os volumes de aplicação não influenciaram na deposição do ingrediente ativo (Corante Alimentício Azul Brilhante) em plantas de soja;

O volume de aplicação influenciou na redução da massa seca da parte aérea das plantas de soja pelo herbicida Glufosinato sal de amônio, sendo o volume de 80 L ha⁻¹ que obteve os menores valores de C50;

A redução da matéria seca da parte aérea de plantas de soja não sofreu influência dos fatores tamanhos de gota e volumes de aplicação quando se utiliza o herbicida Diquat;

Utilizando o herbicida Saflufenacil para redução da massa seca da parte aérea em plantas de soja, o fator volume de aplicação influenciou, sendo os tratamentos com volumes de 220 L ha⁻¹ os que apresentaram menores valores de C50, quanto aos tamanhos de gotas não foi obtido diferença significativa.

7 REFERÊNCIAS

ADEGAS, Fernando Storniolo; GAZZIERO, Dionísio Luiz Pisa. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos. *In*: SEIXAS, Claudine Dinali Santos *et al.* **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. p. 281-292. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223209/1/SP-17-2020-online-1.pdf>.

ALMEIDA, Dieimisson Paulo, **Volumes de aplicação reduzidos e concentrações de glyphosate na calda em condições meteorológicas distintas para dessecação de cobertura vegetal em sistema de plantio direto**. 2018.

ALMEIDA, Dieimisson Paulo *et al.*, **Condições atmosféricas e volumes de aplicação na dessecação de *Urochloa ruziziensis* e vegetação espontânea**. Revista Brasileira de Herbicidas, [S,I,], v. 13, n. 3, p.245-251, dez. 2014.

BAESSO, Murilo Mesquita *et al.* **Tecnologias de aplicação de agrotóxicos**. Revista Ceres, [S.L.], v. 61, n., p. 780-785, dez. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201461000003>.

BALSARI, P, *et al*, **Field-crop-sprayer potential drift measured using test bench: Effects of boom height and nozzle type**. Biosystems Engineering, London, p. 1-11, feb. 2017.

BUTTS, T, R, *et al*, **Spray droplet size and carrier volume effect on dicamba and glufosinate efficacy**. Pest Management Science, p. 2020-2029, sep. 2018.

CLAUDINE DINALI SANTOS SEIXAS (Londrina). **Vazio sanitário: panorama nacional e medidas de monitoramento**. Simpósio Brasileiro de Ferrugem Asiática da Soja, Londrina, p. 23-34, 2007. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO-2009-09/27930/1/281_documento.pdf. Acesso em: 15 abr. 2023.

CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29., 2014, Gramado. **Interferência da infestação de plantas voluntárias no sistema de produção com a sucessão soja e milho safrinha**. Londrina: Embrapa Soja, 2014.

CONTIERO, Robinson Luiz; BIFFE, Denis Fernando; CATAPAN, Valdenir. Tecnologia de Aplicação. *In*: BRANDÃO FILHO, José Usan Torres; FREITAS, Paulo Sérgio Lourenço de; BERIAN, Luís Otávio Saggion; GOTO, Rummy. **Hortaliças-fruto**. Maringá: Editora da Universidade Estadual de Maringá, 2018. p. 401-449.

DAN, H. A. *et al.* **Controle de plantas voluntárias de soja com herbicidas utilizados em milho**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal Of Agricultural Sciences, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 253-257, 7 jun. 2011. Revista Brasileira de Ciências Agrárias. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v6i2a1032>. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/39637/1/DAN-CONTROLE.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2023.

DUGA, A, T, *et al*, **Development and validation of a 3D CFD model of drift and its application to air-assisted orchard sprayers**. Biosystems Engineering, London, p, 62-75, feb, 2017.

FERGUSON, J, Connor, *et al*, **Effect of spray droplet size on herbicide efficacy on four winter annual grasses**. Crop Protection, v. 112, p. 118-124, out. 2018.

FERGUSON, J, Connor, *et al*, **Assessing the deposition and canopy penetration of nozzles with different spray qualities in an oat (*Avena sativa L.*) canopy**. Crop Protection, v. 81, p. 14-19, mar. 2016.

FERMAM, Ricardo Kropf Santos *et al*. **Uso de defensivos agrícolas, limites máximos de resíduos e impacto no comércio internacional**: estudo de caso. Revista de Economia e Agronegócio / Brazilian Review Of Economics And Agribusiness, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 197-213, 2009.
<http://dx.doi.org/10.22004/AG.ECON.56853>. Disponível em:
[file:///C:/Users/mathe/Downloads/artigo%203%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/mathe/Downloads/artigo%203%20(1).pdf).

FEHR, Walter R., CAVINESS C, E, **Stages of soybean development ames**: Iowa State University Digital Repository, Ames, p. 12, mar. 1997.

FRITZ, Bradley K.; HOFFMANN, W, C.; BAGLEY, W, E **Effects of Formulated Glyphosate and Adjuvant Tank Mixes on Atomization from Aerial Application Flat Fan Nozzles, Pesticide Formulations and Delivery Systems**: Innovating Legacy Products For New Uses, p. 80-95, out. 2012.

KNOCHE, Moritz, **Effect of droplet size and carrier volume on performance of foliage-applied herbicides**. Crop Protection, p. 163-178, maio, 1994.

LIMA, Dayene Bueno Cruvinel *et al*. **Controle químico de plantas voluntárias de soja roundup ready® em diferentes estádios de desenvolvimento**. Revista Caatinga, [S. L.], v. 24, n. 3, p. 64-70, set. 2011. Disponível em:
<https://www.redalyc.org/pdf/2371/237119874009.pdf>.

SANTOS, José Maria Fernandes dos. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. 2005. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br..>

SEEFELDT, S, S.; JENSEN, S,E.; FUERST, E,P, **Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationship**. Cambridge University Press, p. 218-227, 1995.

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA, 2007, Londrina. **Vazio sanitário**: panorama nacional e medidas de monitoramento. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 99 p.

SOUZA, Lélío Augusto de; CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues da; PAVANIN, Luiz Alfredo. **Deposição do herbicida 2,4-D Amina com diferentes volumes e pontas de pulverização em plantas infestantes**. Revista Ciência Agronômica, [S.L.], v. 43, n. 1, p. 78-85, mar. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-66902012000100010>. Disponível em:<https://www.scielo.br/j/rca/a/xp6Gt46FzjsGrZkPKBkMyQP/?format=pdf&lang=pt>.

THEODORO, José Gabriel Castilho *et al.* **Herbicidas utilizados em milho no controle de soja voluntária**. Revista Brasileira de Herbicidas, [S.L.], v. 17, n. 4, p. 616, 10 dez. 2018. Revista Brasileira de Herbicidas. <http://dx.doi.org/10.7824/rbh.v17i4.616>.

TEWARI, V. K.; MURALIKRISHNA, R. V. S.; PANDYA, A. C. **Performance evaluation and computer aided design of valve type hollow cone nozzles**. St. Joseph: ASAE, 1998. 15 p. (ASAE Paper n.98-1025).

Tomazela, M,S, *et al*, **Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da densidade populacional de *Brachiaria plantaginea*, do volume e do ângulo de aplicação: effects of density, volume and spraying angle**. Planta Daninha [online], v. 24, n. 1, 2006.

SOUZA, Lélío Augusto de; CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues da; PAVANIN, Luiz Alfredo. **Deposição do herbicida 2,4-D Amina com diferentes volumes e pontas de pulverização em plantas infestantes**. Revista Ciência Agronômica, [S.L.], v. 43, n. 1, p. 78-85, mar. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-66902012000100010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/xp6Gt46FzjsGrZkPKBkMyQP/?format=pdf&lang=pt>.

VIANA, R.G. *et al.* **Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva**. Planta Daninha, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 439-446, jun.

2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582010000200024>.
Disponível
em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/LcfpkCDd5rHPpb49pfK77MQ/?format=pdf&lang=pt>.