

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

Paulo Vinícius Rosilho

**Influência da Classe de Gotas na Deposição e
Fitotoxicidade em Plantas de Soja Voluntária por
Herbicidas**

Dracena

2025

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

Paulo Vinícius Rosilho

**Influência da Classe de Gotas na Deposição e
Fitotoxicidade em Plantas de Soja Voluntária por
Herbicidas**

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
2025



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 da Classe de Gotas na Deposição e Fitotoxicidade em Plantas Soja Voluntária por Herbicidas**

Modalidade: Trabalho de Atividades de pesquisa

Autor: Paulo Vinicius Rosilho

Orientador: Prof. Dr. Evandro Pereira Prado

Co-orientador(es):

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 24/10/2025

Evandro Pereira Prado

Ronaldo Cintra Lima

Fernando S. Galvão

DEDICATÓRIA

À minha família, por todo amor, dedicação e ensinamentos, essenciais para a minha formação;

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela orientação ao longo de toda a minha trajetória e pela fortaleza concedida diante das adversidades.

À minha mãe, Sueli de Fátima Venite Rosilho, que desempenhou de forma exemplar os papéis de mãe e pai, tornando possível cada conquista alcançada.

Às minhas irmãs, Ana Luisa Rosilho e Livia Cristina Rosilho, pelo apoio e ensinamentos passados à mim.

Às empresas Solcera e Magnojet, pela doação das pontas de pulverização utilizadas neste trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Evandro Pereira Prado, pela contribuição para a minha formação acadêmica, pessoal e profissional, assim como o apoio essencial para a execução deste trabalho.

Aos técnicos e professores da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas que me auxiliaram na execução dos experimentos e em toda minha formação acadêmica.

À República K-Baret, pelas amizades verdadeiras construídas ao longo dos anos, que levarei para toda a minha vida como uma verdadeira família.

“Senhor, fazei-me instrumento da vossa paz”
(São Francisco de Assis).

RESUMO

Com a ampla adoção de cultivares de soja resistentes ao glifosato (RR), há uma crescente necessidade de desenvolver estratégias alternativas para o controle eficaz da soja voluntária. Objetivou-se avaliar com este estudo, a eficiência dos herbicidas de contato glufosinato de amônio e diquate aplicado sob diferentes classes de gotas, no controle de soja voluntária. O experimento foi conduzido em estufa agrícola e em sala fechada com pulverizador estacionário na UNESP, campus de Dracena-SP, em delineamento inteiramente casualizado, com diferentes pontas de pulverização que proporcionaram classes de gotas variando de fina a extremamente grossa. Na primeira etapa do estudo foram avaliados os depósitos em papéis sensíveis à água (PSA) e em plantas de soja com adição de corante à calda. Na segunda etapa foi avaliada a dose-resposta de fitotoxicidade e redução da massa seca da parte aérea (MSPA) causada pelos herbicidas diquate e glufosinato de amônio. De modo geral, as classes de gotas fina, média e grossa apresentaram deposição semelhante, enquanto as extremamente grossas tiveram menor deposição e eficiência. Ao analisar os valores relacionados à dose necessária para alcançar 50% de redução na MSPA, notou-se variações no desempenho dos herbicidas analisados. Em relação ao diquate, as classes de gotas fina, média e grossa exigiram doses menores em comparação à classe de gotas extremamente grossa. Em contrapartida, no caso do glufosinato, apenas a classe de gotas finas se sobressaiu, exigindo uma dose menor em comparação com as outras classes analisadas. O aumento do tamanho das gotas reduziu o coeficiente de variação e melhorou a uniformidade da cobertura, porém diminuiu o número, densidade e cobertura de gotas, exigindo doses maiores para o mesmo nível de controle. Conclui-se que a classe de gotas exerce efeito direto sobre a eficácia da pulverização e dos herbicidas testados, com destaque para as classes de gotas média ou grossa para o controle da soja voluntária, representando um bom compromisso entre eficiência de controle, uniformidade de cobertura e segurança ambiental.

Palavras-chave: tecnologia de aplicação, herbicida de contato, glufosinato, diquate.

ABSTRACT

With the widespread adoption of glyphosate-resistant (RR) soybean cultivars, there is a growing need to develop alternative strategies for effective control of volunteer soybeans. The objective of this study was to evaluate the efficiency of the contact herbicides glufosinate ammonium and diquat applied under different droplet classes in controlling volunteer soybeans. The experiment was conducted in an agricultural greenhouse and in a closed room with a stationary sprayer at UNESP, Dracena-SP campus, in a completely randomized design, with different spray tips that provided droplet classes ranging from fine to extremely coarse. In the first stage of the study, deposits on water-sensitive paper (WSP) and soybean plants with dye added to the spray were evaluated. In the second stage, the dose-response of phytotoxicity and reduction in dry mass of the aerial part (ADM) caused by the herbicides diquat and ammonium glufosinate was evaluated. In general, the fine, medium, and coarse droplet classes showed similar deposition, while the extremely coarse ones had lower deposition and efficiency. When analyzing the values related to the dose required to achieve a 50% reduction in ADM, variations in the performance of the herbicides analyzed were noted. In relation to diquat, the fine, medium, and coarse droplet classes required lower doses compared to the extremely coarse droplet class. In contrast, in the case of glufosinate, only the fine droplet class stood out, requiring a lower dose compared to the other classes analyzed. The increase in droplet size reduced the coefficient of variation and improved coverage uniformity, but decreased the number, density, and coverage of droplets, requiring higher doses for the same level of control. It can be concluded that the droplet class has a direct effect on the effectiveness of spraying and the herbicides tested, with emphasis on the medium or coarse droplet classes for the control of volunteer soybeans, representing a good compromise between control efficiency, coverage uniformity, and environmental safety.

Keywords: application technology, contact herbicide, glufosinate, diquate.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A) Vasos com capacidade de um litro durante a semeadura da soja. B) Plantas de soja após desbaste, mantendo uma planta por vaso.	16
Figura 2 - Simulador de pulverização estacionário	17
Figura 3 - Espectrofotômetro Kasuaki IL-490.....	18
Figura 4 - Hastes de apoio com papel sensível à água (PSA) fixado a uma altura de 50 cm em relação a ponta de pulverização.	19
Figura 5 - Plantas de soja após aplicação das 6 diferentes doses do herbicida Diquate (A) e Glufosinato (B).....	23
Figura 6 - Valores de C50 representando a dose necessária para proporcionar 50% de fitotoxicidade visual pelos herbicidas diquate e glufosinato.....	23
Figura 7 - Valores de C50 da redução da massa seca da parte aérea pelos herbicidas Diquate e Glufosinato.....	25
Figura 8 - Comparativo entre os tratamentos após aplicação em papel hidrossensível	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos utilizados no experimento.....	16
Tabela 2 - Condições meteorológicas no momento das pulverizações dos experimentos de deposição e dose resposta.....	21
Tabela 3 - Valores de depósito em plantas de soja, expressos em microlitro por grama de massa seca da parte aérea ($\mu\text{L g}^{-1}$ MSPA) e porcentagem de coeficiente de variação, após pulverização com diferentes tamanhos de gotas.....	22
Tabela 4 - Parâmetros da regressão para a relação entre doses do herbicida diquate e glufosinato pulverizados em plantas de soja por diferentes tamanhos de gotas.....	24
Tabela 5 - Média dos resultados das 4 repetições de cada tratamento obtidos após leitura dos papéis hidro sensíveis pelo programa GOTAS.....	26

SUMÁRIO

1-	INTRODUÇÃO	12
2-	OBJETIVOS	13
3-	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1	A Produção de soja e seu papel para a economia do Brasil.....	13
3.2	Controle químico de plantas daninhas no Brasil	14
3.3	Tecnologia de aplicação: definição e princípios básicos	15
3.4	Deriva e Espectro de Gotas.....	15
4-	MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1	Localização e características da área experimental	16
4.2	Semeadura e condução das plantas de soja	17
4.3.1	Delineamento experimental	18
4.3.2.	Pulverização dos tratamentos.....	18
4.3.3	Quantificação dos depósitos da pulverização	19
4.3.4.	Coleta das amostras	21
4.3.5	Análise dos dados	21
4.4.1	Delineamento experimental	22
4.4.2	Análise dos dados	23
5-	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
6-	CONCLUSÃO	30
7-	REFERÊNCIAS	31

1- INTRODUÇÃO

O Brasil vem se destacando cada vez mais no cenário mundial de produção de soja devido à grande área cultivada e ao alto potencial produtivo dessa cultura. De acordo com o último levantamento do Ministério da Agricultura e Pecuária (2025), a produção de grãos na safra 2024/2025 atingiu um recorde histórico de 350,2 milhões de toneladas, sendo a maior produção da oleaginosa já registrada no país.

Devido as características edafoclimáticas do país, a sucessão e rotação de culturas são práticas muito utilizadas (Carvalho *et al.*, 2020a). No entanto, perdas durante a colheita podem resultar na deposição de grãos no solo, que se desenvolvem na cultura sucessora, originando plantas voluntárias (Dan *et al.*, 2011).

Os grãos de soja que germinam e emergem, se tornam plantas denominadas de “soja voluntária”. Essas, atrapalham o desenvolvimento da cultura recém semeada em sucessão devido à competição, além da possibilidade de servirem de inóculo para a perpetuação de alguns patógenos (Carvalho *et al.*, 2020b). Essa competição entre as plantas acarreta na necessidade de intervenção, através de herbicidas, a fim de controlar essa planta voluntária e reduzir a severidade do problema.

A utilização da soja RR resistente ao herbicida à base de glifosato foi uma das grandes inovações da engenharia genética e atualmente é utilizada em larga escala para a produção de soja. Porém, quando essa soja RR se torna uma planta voluntária há uma certa dificuldade no controle da mesma. Embora a aplicação do herbicida glifosato cause uma certa injúria nas folhas, se houver condições favoráveis, as plantas voluntárias poderão voltar a se desenvolver normalmente (Reis *et al.*, 2010). A variabilidade genética da soja e programas de melhoramento da cultura, a adaptação e a sobrevivência dela em diversas condições ambientais e do agrossistema são cada vez maiores (Salomão *et al.*, 2020). Devido a isso, há a necessidade de aplicação de outros herbicidas.

O herbicida não-seletivo e de contato paraquate, foi muito utilizado no controle dessas plantas voluntárias, porém, a sua comercialização foi descontinuada em 2017 devido à sua alta toxicidade ao ser humano, estando intimamente envolvida nos processos de mutagenicidade e da doença de Parkinson (Anvisa, 2017). Contudo, destacam-se outros dois herbicidas pós-emergentes não-seletivos e de contato com grande importância para a substituição do paraquate, como os herbicidas diquate e glufosinato de amônio (Albrecht *et al.*, 2020).

Estudos conduzidos por Ferguson *et al.* (2016) e Butts *et al.* (2018) observaram a redução na eficiência de controle do paraquate e glufosinato de amônio com o aumento do tamanho de gotas, sendo essa redução mais expressiva nos menores volumes de aplicação. Menor tamanho de gota proporciona maior cobertura sobre os alvos e maior penetração em dosséis da cultura mais densos, porém, quanto menor o tamanho de gota, maior será a sensibilidade à deriva pelo vento. Gotas finas (<236µm) têm como característica a elevada

superfície específica o que resulta em evaporação mais rápida. Em contrapartida, as gotas mais grossas, são mais seguras em relação à evaporação e à deriva, mas resultam em menor cobertura e pior distribuição pelo dossel das culturas de grande densidade foliar. Para herbicidas com sistematicidade reduzida ou ainda para populações de plantas daninhas mais densas, com plantas de menor tamanho protegidas pelas maiores (efeito guarda-chuva), a utilização de gotas médias (236-340 μm) a grossas (341- 403 μm) pode ser necessária, visando à preservar a cobertura próximo a 20%, mesmo nas posições de acesso mais difícil (Griesang; Ferreira, 2021).

Para que uma aplicação tenha eficiência satisfatória e que não haja problemas de fitotoxidade devido a deriva ou outro fator externo, deve-se escolher o tamanho de gotas conforme as condições climáticas e o tipo de alvo. Em resumo, pode-se afirmar que gotas com diâmetros menores produzem deriva e aquelas com diâmetros maiores provocam mais escorrimento da calda aplicada. Nos dois casos, há falha no processo de aplicação (Baesso, 2014).

2- OBJETIVOS

Avaliar a influência da classe de gotas nos depósitos da pulverização, eficiência de aplicação e fitotoxidade em plantas de soja utilizando os herbicidas de contato diquate e glufosinato de amônio.

3- REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A Produção de soja e seu papel para a economia do Brasil

A produção de soja no Brasil passou por um processo de expansão e tropicalização, que possibilitou sua disseminação do Sul para o Centro-Oeste, aumentando a área cultivada, a produtividade e a participação nas exportações do país. Além de aumentar a renda agrícola, essa trajetória impulsionou a infraestrutura, os serviços e o dinamismo nos municípios produtores, gerando efeitos multiplicadores no emprego e no desenvolvimento regional (Vieira Filho, 2024).

Do ponto de vista agrônomo, a cultura se destaca por sua adaptabilidade a diferentes sistemas de produção e por sua integração com práticas conservacionistas, como o plantio direto, que contribuem para a redução da erosão e para ganhos de eficiência no uso da terra. A soja também constitui-se como mecanismo de estratégia para a produção de óleo e farelo, cuja transformação agrega valor interno e sustenta cadeias como a de ração animal e a de

óleos vegetais, fortalecendo a competitividade do complexo agroindustrial (Hirakuri; Lazzarotto, 2014).

A importância da soja na economia é demonstrada por meio de números e fluxos. O complexo da soja, além de contribuir de forma significativa para o Valor Bruto da Produção de grãos, representa também uma parte significativa das exportações agropecuárias do Brasil, desempenhando um papel importante na geração de divisas e no equilíbrio econômico. O Brasil se destaca nos mercados globais de grãos e derivados devido à sua competitividade internacional, combinada com um aumento significativo da produtividade nas últimas décadas (Hirakuri; Lazzarotto, 2014; Vieira Filho, 2024).

Estudos que cruzam indicadores produtivos com indicadores sociais mostram que áreas com expansão da soja também apresentaram avanços em indicadores de desenvolvimento humano e crescimento econômico regional. Contudo, os efeitos não são homogêneos e dependem de fatores como infraestrutura, governança e políticas públicas de apoio (Vieira Filho, 2024).

Em relação aos desafios agrônômicos, a intensificação da produção exige práticas evidentes, como o manejo integrado de pragas e doenças, rotação e sucessão de culturas para preservar a saúde do solo, uso eficaz de fertilizantes e foco maior na sustentabilidade, frente às pressões de desmatamento e expansão em regiões sensíveis. (Hirakuri; Lazzarotto, 2014). Além disso, a dependência de insumos, a volatilidade de preços internacionais e as barreiras não-tarifárias impostas por mercados compradores colocam a necessidade de políticas que fomentem inovação, agregação de valor e mitigação de riscos de mercado (Vieira Filho, 2024).

A importância da soja para a economia brasileira também se entrelaça com questões de segurança alimentar, direta e indiretamente, uma vez que a disponibilidade de farelo de soja é vital para a pecuária e, portanto, para a produção de alimentos de origem animal (Vieira Filho, 2024; Hirakuri; Lazzarotto, 2014).

3.2 Controle químico de plantas daninhas no Brasil

O controle químico de plantas daninhas ocupa papel central na agricultura brasileira há décadas. Segundo a Embrapa (2025), o uso de herbicidas no Brasil aumentou 128% entre 2010 e 2020, com destaque para o crescimento de moléculas como clethodim e triclopyr. Esse aumento é contrastante à expansão agrícola no período, mensurada em 24%. A utilização do glufosinato, um produto já difundido no mercado e muito utilizado na produção de soja, também apresentou uma alta expressiva nesse período, com cerca de 290% de aumento. Não há dados à respeito do aumento do uso de diquate nesse período, uma vez que esse, só surgiu com relevância no mercado após a descontinuação do paraquat em 2020.

No Brasil, já são registrados 20 casos de resistência ao glifosato envolvendo cerca de 12 espécies de plantas daninhas sendo um dos principais desafios fitossanitários na agricultura

nacional tornando necessário a adição de outros herbicidas no tanque do pulverizador, a fim de suprir a perda de eficiência do glifosato ou realizar aplicações sequenciais de herbicidas, elevando os custos de produção e trazendo consigo maior risco de contaminação ambiental.

Segundo Marchi *et al.* (2008), herbicidas inibidores do fotossistema I (FSI), como o paraquat e o diquate, atuam sobre a ferredoxina, uma proteína ferro-enxofre responsável por transportar elétrons durante a fotossíntese. Esses herbicidas desviam os elétrons do fluxo normal, fazendo com que sejam transferidos para o oxigênio, gerando espécies reativas de oxigênio. Essas moléculas altamente reativas danificam diversas estruturas celulares e prejudicam processos metabólicos essenciais nas plantas. Como consequência, o sintoma mais evidente nas plantas tratadas é a morte rápida do tecido foliar.

O único herbicida que inibe a enzima glutamina sintetase na via de assimilação de nitrogênio é o glufosinato (Hess, 2000). A glutamina sintetase é uma enzima essencial para diversas funções nas plantas, incluindo a assimilação de amônio (Carneiro *et al.*, 2006), a produção de aminoácidos, a fotorespiração e a regulação de níveis de glioxilato, evitando a inibição da ribulose-1,5-bifosfato carboxilase, uma enzima central na fixação de carbono (Stephenson *et al.*, 2006). Quando a glutamina sintetase é inibida, ocorre acúmulo de amônio nas células, levando, como consequência, à morte da planta (Carneiro *et al.*, 2006).

3.3 Tecnologia de aplicação: definição e princípios básicos

A tecnologia de aplicação pode ser entendida como um conjunto de conhecimentos que abrange informações sobre defensivos agrícolas, adjuvantes, métodos de pulverização, formulações, características do alvo, capacitação de operadores, uso da tecnologia da informação e condições ambientais. O objetivo é assegurar uma aplicação eficaz, segura e responsável, de acordo com as melhores práticas agrícolas. O princípio fundamental da tecnologia de aplicação é converter a calda a ser utilizada em pequenas gotas, que atuam como partículas condutoras dos ingredientes ativos até o destino. Dessa forma, gotas menores geram mais partículas a partir do mesmo volume de líquido, aumentando a probabilidade de atingir o alvo. Entretanto, aplicações que usam gotas muito pequenas, apesar de oferecerem melhor cobertura, são mais propensas à deriva e evaporação. (Antuniassi *et al.*, 2022).

3.4 Deriva e Espectro de Gotas

A deriva é o desvio das gotas liberadas durante a aplicação que não atingem o alvo pretendido, representando uma forma de desperdício do produto. Ela pode ser categorizada como endoderiva, quando a perda ocorre dentro da área cultivada e como exoderiva, quando o deslocamento ocorre para fora da área de tratamento. A dimensão desse fenômeno varia de acordo com fatores como o tamanho das gotas, distância entre o ponto de liberação e o alvo,

velocidade de aplicação e intensidade do vento.

Ao utilizar caldas aquosas, é preciso avaliar ao mesmo tempo os riscos de evaporação e deriva, pois a diminuição do volume da gota devido à perda de água a torna mais propensa ao deslocamento pelo vento, podendo até mesmo desaparecer antes de alcançar o destino. Em alguns casos, as gotas que ficam suspensas no ar ou que evaporam completamente liberam o ingrediente ativo, que pode ser transportado a longas distâncias, causando poluição ambiental e prejudicando plantas sensíveis ou culturas próximas. (Contiero, R. L.; Biffe, D. F.; Catapan, V. 2018)

As pontas de pulverização são vistas como os elementos centrais da pulverização hidráulica, uma vez que proporcionam características que garantem maior segurança e eficácia no combate a pragas, doenças e plantas daninhas. A aplicação bem-sucedida de agrotóxicos depende de pontas de pulverização que permitam uma distribuição transversal uniforme, com gotas de tamanho e espectro semelhantes. (Cunha, 2003).

Para a aplicação de herbicidas, é fundamental determinar o espectro de gotas geradas pelas pontas de pulverização. Com base nessa informação, a seleção da ponta é realizada considerando o potencial de deriva, as propriedades do herbicida e os perigos de volatilização e escorrimento da calda nas folhas das plantas daninhas. (Viana *et al.* 2010).

Segundo Womac *et al.* (1999), Os fatores que afetam o espectro de gotas geradas por uma ponta de pulverização específica incluem: vazão nominal, ângulo de descarga, pressão de operação, características da calda e tipo de ponta de pulverização.

4- MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e características da área experimental

O experimento foi desenvolvido em estufa agrícola, localizada na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Campus Dracena, localizada no Estado de São Paulo, na latitude 21°27" Sul, longitude 51°33" Oeste e com altitude média de 373 m (GOOGLE EARTH, 2022). Nessa região a temperatura média anual é em torno de 22 °C, com máximas frequentemente acima de 28 °C nos meses mais quentes e mínimas próximas de 16 °C no inverno. A precipitação concentra-se entre outubro e março, enquanto nos meses de seca ocorre forte redução das chuvas e queda da umidade relativa do ar, podendo atingir valores inferiores a 30%.

4.2 Semeadura e condução das plantas de soja

A escolha da soja [*Glycine max* (L.) Merrill], cultivar FPS1867IPRO como planta alvo foi devido ao bom índice de germinação, de fácil aquisição, uniformidade de desenvolvimento das plantas, registro para os herbicidas utilizados, além de competir com outras culturas como soja voluntária na cultura do milho, afetando sua produtividade.

Foram semeadas três sementes de soja por vaso contendo 1 litro de solo a uma profundidade de 2 cm. Após a emergência, foi realizado o desbaste permanecendo uma planta por vaso. Foram realizadas irrigações diárias via micro-aspersão conforme necessidade das plantas. As plantas foram submetidas aos tratamentos (experimentos de deposição e fitotoxicidade) no estágio V2, caracterizado pelo segundo nó ou a segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida, em que os bordos do folíolo já não mais se tocam (Fehr e Caviness, 1977).

Figura 1. A) Vasos com capacidade de um litro durante a semeadura da soja. B) Plantas de soja após desbaste, mantendo uma planta por vaso.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 repetições, sendo constituídos por quatro tratamentos. Os tratamentos utilizados no experimento são descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento.

Tratamento	Modelo da ponta	Tamanho de gota	Pressão (kPa)	Tipo jato	Fabricante	Volume de aplicação L ha ⁻¹
T1	ADGA01	Fina	200	Jato plano padrão anti-deriva	Magnojet	77
T2	LAD 11001	Média	200	Jato plano padrão	Solcera	77
T3	ST01	Grossa	200	Jato plano inclinado	Magnojet	77
T4	RDA 11001	Extremamente grossa	200	Jato plano com indução de ar	Solcera	77

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para detectar a deposição da pulverização nas plantas de soja foi adicionado na calda (água destilada + óleo mineral a 0,5% v/v) de cada tratamento o corante alimentício Azul Brilhante FCF na concentração de 2,0 g L⁻¹. Optou-se pela escolha do óleo mineral como adjuvante, pois o mesmo possui características compatível de utilização nas caldas dos dois herbicidas a serem utilizados no teste de controle.

4.3.2. Pulverização dos tratamentos

A pulverização foi realizada pelo pulverizador 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. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram monitorados no momento das pulverizações por Termo-higrômetro.

Figura 2. Simulador de pulverização estacionário.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3.3 Quantificação dos depósitos da pulverização

Após pulverização e secagem da calda, as plantas tiveram o caule cortado aproximadamente um centímetro acima da superfície do solo com tesouras e acondicionadas em saco plástico. Em seguida, foi adicionado nos sacos plásticos contendo o vegetal e 70 mL de água destilada e posteriormente, agitada para remoção do corante. A solução de lavagem foi transferida para potes plásticos, para quantificação da absorbância em espectrofotômetro digital com faixa UV-VIS Kasuaki IL-490.

Figura 3. Espectrofotômetro Kasuaki IL-490.



Fonte: Elaborado pelo autor.

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 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 absorbância das soluções de lavagem foi quantificada em espectrofotômetro no comprimento de onda de 630 nm. Nas concentrações prévias do corante de 10; 5; 2,5; 1,25; 0,625 e 0,3125 mg L⁻¹ foi determinado a equação linear que permitiu transformar os valores de absorbância 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:

$$V_i = \frac{C_f \times V_f}{C_i} \quad (1)$$

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. Para maior confiabilidade dos dados o experimento foi realizado em duplicata.

A uniformidade de distribuição dos depósitos da pulverização nas plantas de soja foi analisada em função do coeficiente de variação (CV) de acordo com a equação 2:

$$CV = \frac{DP}{\bar{X}} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

Onde DP é o desvio padrão dos dados de depósitos e X o valor médio de depósito quantificado nas plantas.

4.3.4. Coleta das amostras

Foram posicionados 4 cartões de papel sensível à água (PSA) para cada tratamento, descrito na tabela 1, a uma altura de 50 cm em relação a ponta de pulverização e foi aplicado água. Após as pulverizações os cartões foram fixados em uma folha sulfite para a digitalização através de um scanner de mesa, com um processamento de imagem de 600 dpi, e para determinar a porcentagem de cobertura e densidade de depósito, com a utilização do programa GOTAS (Aldemir Chaim 2009).

Figura 4. Hastes de apoio com papel sensível à água (PSA) fixado a uma altura de 50 cm em relação a ponta de pulverização.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3.5 Análise dos dados

Testes de homogeneidade da variância e de distribuição do erro experimental (normalidade) foram realizados antes da análise de variância onde foi verificado que não houve necessidade de correção dos dados. Os valores de deposição em $\mu\text{L g}^{-1}$ de MSPA foram submetidos à análise de variância e quando significativo as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$).

Experimento 2: Influência do tamanho de gotas na eficiência dos herbicidas diquate e glufosinato de amônio em plantas de soja

4.4.1 Delineamento experimental

A planta alvo e condução foram realizadas nas mesmas condições descritas no item 4.2. Os herbicidas utilizados foram os de ação não sistêmica diquate (200 g i.a. L⁻¹), glufosinato - sal de amônio (200 g i.a. L⁻¹).

O experimento foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizados com 4 repetições, em arranjo fatorial 4 × 6 com quatro pontas de pulverização e seis concentrações dos herbicidas. As pontas de pulverização foram as mesmas descritas no ensaio de deposição (Tabela 1). Considerando D a dose recomendada dos herbicidas para o controle da soja voluntária, as concentrações dos herbicidas foram: 1200; 400; 133,3; 44,4; 14,8; e 0 g de i.a. ha⁻¹ (somente água).

As pulverizações foram realizadas com o mesmo equipamento e regulagens descritas no item 4.3.2. Após aplicação, os vasos foram acondicionados em estufa agrícola sem irrigação via micro-aspersão por 24 horas para garantir a absorção do herbicida e, após esse período, irrigadas conforme necessidade das plantas. Aos 1, 4, 10, 14 e 20 dias após aplicação dos tratamentos (DAT) foram realizadas avaliações visuais de controle, baseada no vigor, clorose, necrose e morte da planta, comparada com a testemunha (aplicação sem herbicida). Foi atribuída nota usando uma escala variando de 0% sem efeito fitotóxico do herbicida e 100% quando as plantas estiveram mortas. Aos 20 DAT as plantas foram cortadas próximo ao colo, 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.

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

$$Y = \frac{D}{1 + \exp \{b[\log(X) - \log(C50)]\}} \quad (3)$$

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.

4.4.2 Análise dos dados

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 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

Durante as aplicações dos experimentos foram registrados os dados meteorológicos: temperatura (°C) e umidade relativa do ar (tabela 2). Esses valores foram obtidos por termo higrômetro digital com cabo SH-122 Jprolab e confrontados com os dados obtidos pela estação climatológica Davis Vantage Pro 2 localizada no câmpus da UNESP de Dracena, a cerca de 500m de onde foi realizado o experimento.

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

Aplicação	Deposição 1		Deposição 2		Diquate		Glufosinato	
	Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim
Temperatura (°C)	28	33	27	33	25	28	29	27
Umidade Relativa (%)	72	67	63	57	83	81	65	75
Data da aplicação	07/03/23		07/03/23		20/02/2024		20/02/2024	

Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise dos dados de temperatura e umidade relativa durante as pulverizações mostrou variação de 25 °C a 33 °C e umidade relativa entre 63% e 83%. Nas deposições 1 e 2, a temperatura aumentou e a umidade relativa diminuiu entre o início e o fim da aplicação, comportamento semelhante ao observado na pulverização

com Diquate. Já na aplicação do Glufosinato de amônio, verificou-se uma leve queda de temperatura acompanhada de aumento da umidade relativa do ar.

Experimento 1: Influência do tamanho de gotas no depósito da pulverização nas plantas de soja.

Na tabela 3, estão contidos os dados de deposição e o coeficiente de variação encontrados a partir da fórmula como apresentado no item 4.3.3.

Tabela 3. Valores de depósito em plantas de soja, expressos em microlitro por grama de massa seca da parte aérea ($\mu\text{L g}^{-1}$ MSPA) e porcentagem de coeficiente de variação, após pulverização com diferentes tamanhos de gotas.

Ponta/Classe de gota	Depósito ($\mu\text{L g}^{-1}$ MSPA)	Coeficiente de variação (%)
ADGA 01/fina	93,1 a	44
LAD11001/média	93,4 a	30,9
ST01/grossa	83,1 a	28,3
RDA11001/extremamente grossa	61,5 b	28,5

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando os valores de deposição, nota-se que os valores não diferenciaram entre si pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$) nos tratamentos com as classes de gota fina, média e grossa. Enquanto o tratamentos com a classe de gota extremamente grossa, teve diferença dos demais tratamentos pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$) tendo menor deposição de microlitros por grama de massa seca da parte aérea.

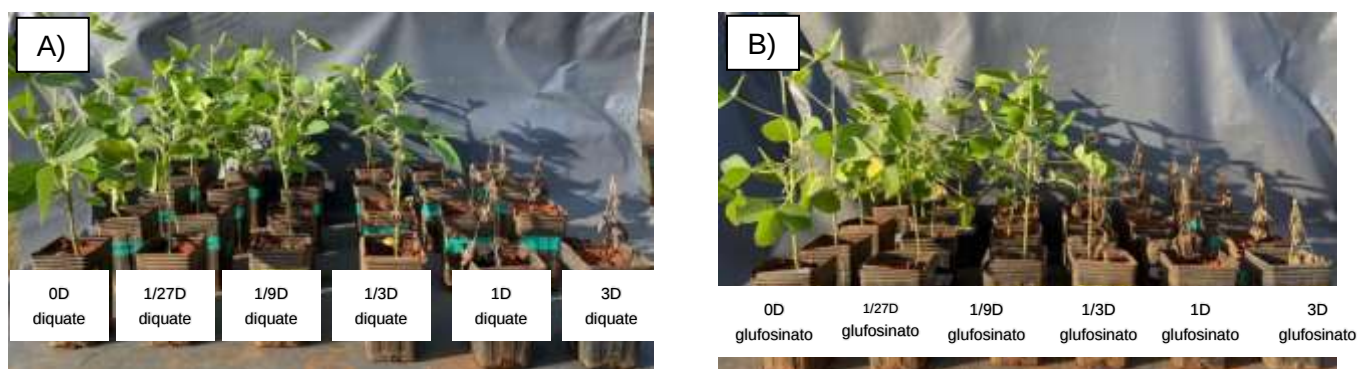
Estudos conduzidos por Cunha *et al.*(2016) também demonstraram que a utilização de gotas de menor tamanho favorece uma maior deposição da calda aplicada, aumentando a eficácia na cobertura das superfícies alvo.

A partir dos valores obtidos percebe-se uma diminuição do coeficiente de variação a medida que aumenta-se a classe de gota com excessão para a comparação entre a classe de gota grossa e extremamente grossa. Conforme descrito por Prado *et al.*(2024), o coeficiente de variação na distribuição da pulverização diminui com o tamanho das gotas, sendo menor para as classes de gotas mais grossas, o que indica uma maior uniformidade de cobertura.

Experimento 2: Influência do tamanho de gotas na eficiência dos herbicidas diquate e glufosinato de amônio em plantas de soja

As figuras 5 A e 5 B mostram a resposta dos herbicidas diquate e glufosinato nas plantas de soja em diferentes concentrações. Observa-se variação no grau de fitotoxicidade, com as plantas apresentando sinais de dano crescente conforme a dose do herbicida aumenta.

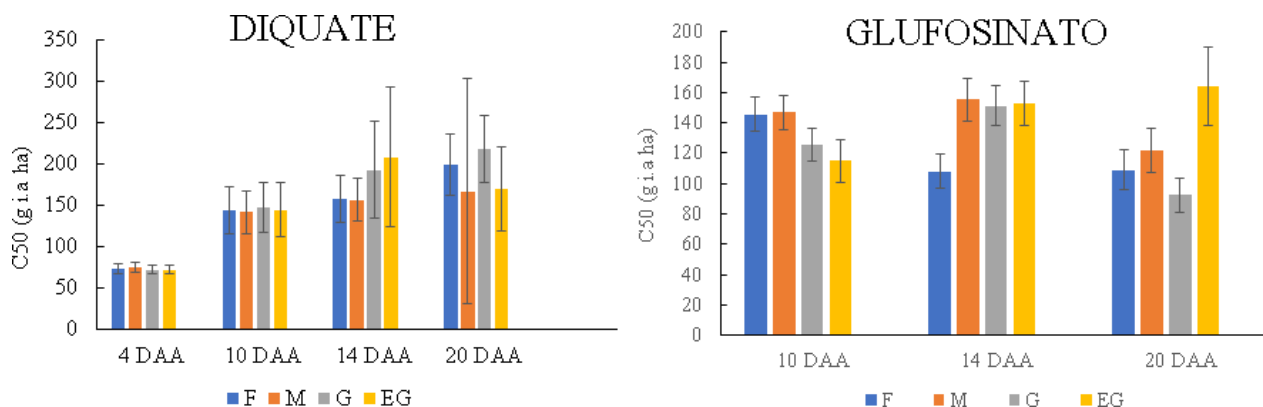
Figura 5. Plantas de soja após aplicação das 6 diferentes doses do herbicida Diquate (A) e Glufosinato (B).



Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 6 ilustra os valores de C50 que representam a dose necessária para alcançar 50% de fitotoxicidade visual nas plantas em que foram aplicadas os herbicidas diquate e glufosinato. Esse parâmetro é importante para avaliar a eficácia dos herbicidas indicando uma quantidade mínima para causar uma injúria significativa nas plantas.

Figura 6. Valores de C50 representando a dose necessária para proporcionar 50% de fitotoxicidade visual pelos herbicidas diquate e glufosinato.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisar os valores de C50, observou-se que na aplicação do herbicida Diquate, não houve diferença significativa entre as classes de gotas pelo intervalo de confiança. No caso do glufosinato, aos 10 dias após aplicação (DAA), a classe de gotas extremamente grossa apresentou uma diferença significativa em relação às classes de gotas fina e média, exigindo uma menor dose do produto para alcançar 50% de fitotoxicidade visual. A classe de gotas grossa não diferiu significativamente das demais classes. Aos 14 DAA, a classe de gotas fina destacou-se dos demais tratamentos, necessitando uma dose menor para atingir 50% de fitotoxicidade visual. Já aos 20 DAA, a classe de gotas grossa diferiu das classes de gotas média e extremamente grossa, necessitando uma dose menor de produto para atingir o mesmo efeito visual, embora não tenha mostrado diferença significativa em relação à classe de gotas fina. A classe de gotas fina, por sua vez, não se diferenciou das classes média e grossa, mas diferiu da classe de gotas extremamente grossa, demandando uma dose menor para alcançar o nível de fitotoxicidade desejado. A classe de gotas extremamente grossa se diferenciou significativamente de todos os outros tratamentos, conforme os intervalos de confiança.

A pesquisa realizada por Oliveira *et al.* (2021) também mostra que o tamanho das gotas influencia diretamente na deposição de spray e no controle de plantas daninhas com o uso de herbicidas. Gotas finas e médias proporcionaram maiores valores de deposição, mas com menor uniformidade de distribuição, o que resultou em uma eficácia superior para o controle visual e redução de peso seco.

Na Tabela 4 estão apresentados os parâmetros de regressão estabelecidos para analisar a relação entre as doses aplicadas do herbicida diquate e a sua resposta em plantas de soja, considerando diferentes tamanhos de gotas.

Tabela 4. Parâmetros da regressão para a relação entre doses do herbicida diquate e glufosinato pulverizados em plantas de soja por diferentes tamanhos de gotas.

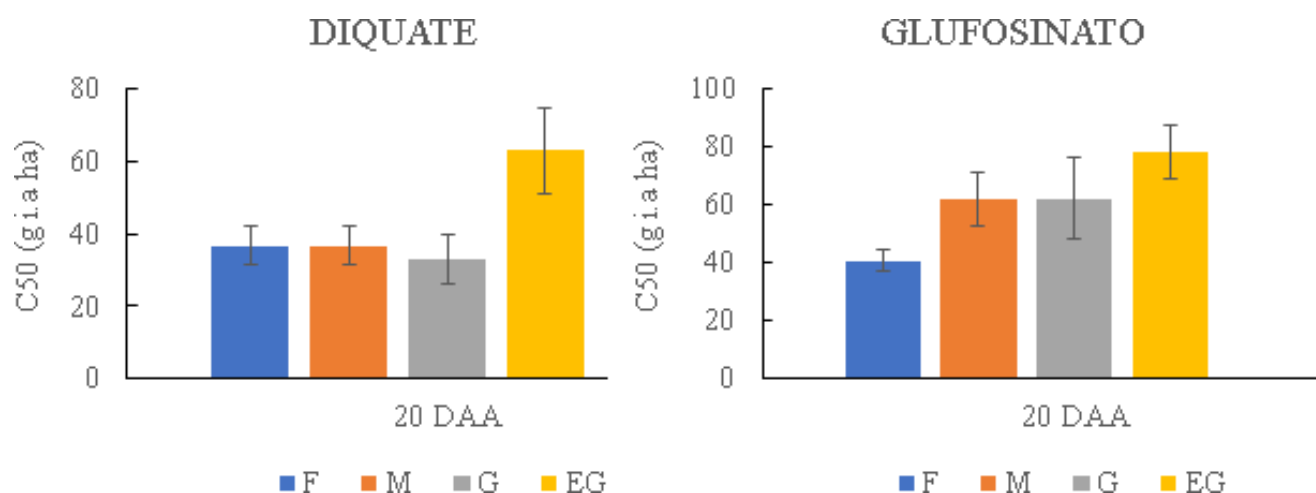
Tratamentos	C50 (g i.a. ha ⁻¹)	b	D	Lack-of-fit P-valores	P-valores (C50)
diquate					
fina	36,7	-3,6	89,4	0,8	<0,001
média	36,8	-3,6	86,3	0,8	<0,001
grossa	32,9	-4,3	85,9	0,8	<0,001
Extremamente grossa	62,9	-2,7	82,9	0,8	<0,001
glufosinato					
fina	40,6	-3,7	89,4	1	<0,001
média	61,8	-3,6	86,3	1	<0,001
grossa	62,3	-4,3	85,9	1	<0,001
Extremamente grossa	77,9	-2,7	82,9	1	<0,001

C50: Dose necessária para reduzir 50% da massa seca da parte aérea. b: declividade da curva. D: limite superior da curva.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na figura a seguir, estão apresentados os valores de C50 da redução da massa seca da parte aérea. Esses valores representam a dose necessária para atingir 50% de redução da massa seca da parte aérea, uma vez que a planta com maior fitotoxidade pelo herbicida deve apresentar menor valor de massa seca da parte aérea.

Figura 7. Valores de C50 da redução da massa seca da parte aérea pelos herbicidas diquate e glufosinato.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 7, analisando os valores da C50 da redução da massa seca da parte aérea é possível verificar que a classe de gota extremamente grossa teve diferença significativa pelo intervalo de confiança na aplicação do herbicida diquate necessitando uma maior dose necessária para a obtenção do mesmo resultado (50% de redução da MSPA), porém as classes de gota fina, média e grossa não diferenciaram entre si pelo intervalo de confiança. Enquanto na aplicação de glufosinato a classe de gota fina mostrou necessário o uso de uma menor dose para a obtenção do mesmo resultado. Já as classes de gota média, grossa e extremamente grossa não diferenciaram entre si pelo intervalo de confiança.

Prado *et al.* (2024) demonstraram que a classe de gota fina proporcionou o controle mais eficiente de planta daninha, necessitando de uma menor dose para atingir 50% de redução da massa seca da parte aérea da planta. Em contrapartida, a classe de gota extremamente grossa necessitou uma dose significativamente maior para obter a mesma eficiência.

Os resultados observados nesse estudo podem ser explicados pela diferença nos modos de ação dos herbicidas diquate e glufosinato e pela relação desses mecanismos de ação com o tamanho das gotas aplicadas.

A deposição de gotas afeta a distribuição e a concentração do herbicida sobre as plantas, que por sua vez, impacta a eficácia do controle. Gotas de tamanhos diferentes têm comportamentos diferentes em relação a cobertura e a facilidade de aderir na superfície das plantas, o que pode influenciar a quantidade de produto para causar fitotoxicidade. Visando uma melhor eficácia de controle é recomendado o uso da classe de gotas fina. Porém, classe de gotas menores são mais suscetíveis à deriva.

Analisando a deposição dos diferentes tratamentos através da leitura, pelo programa GOTAS da EMBRAPA, dos papéis sensíveis à água (PSA) foi obtido os resultados descritos na tabela 5.

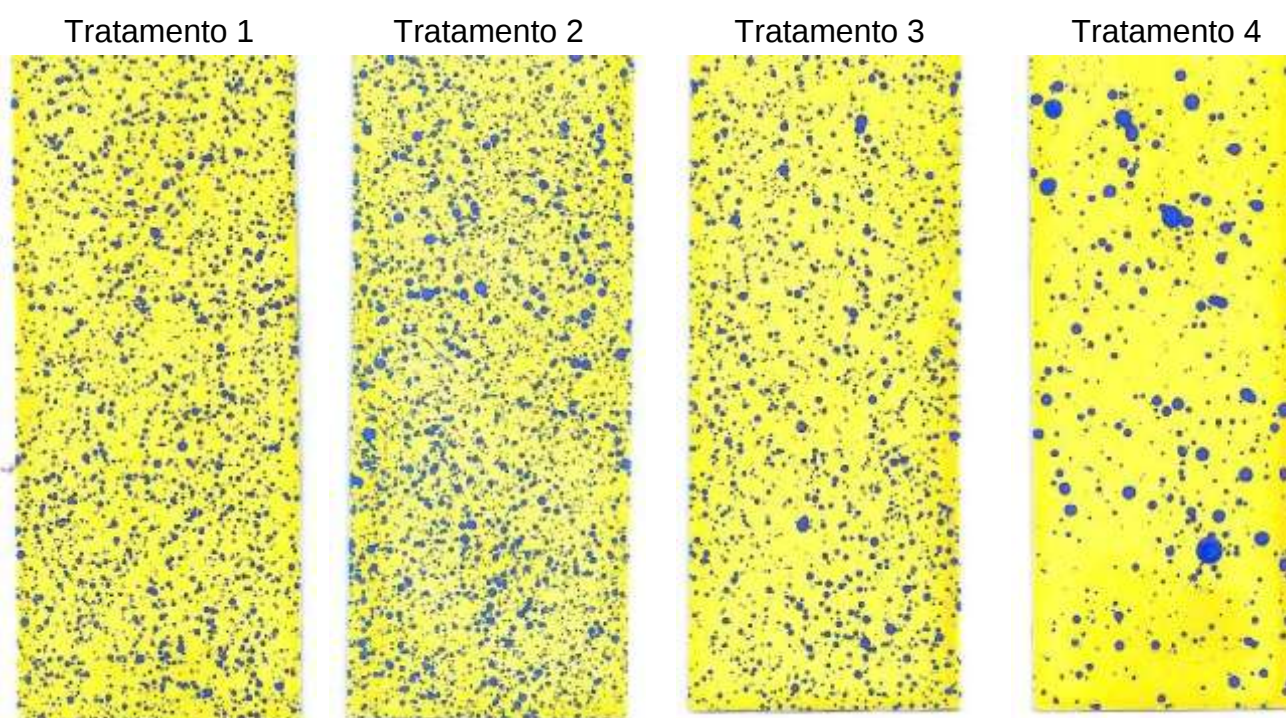
Tabela 5. Média dos resultados das 4 repetições de cada tratamento obtidos após leitura dos papéis sensíveis à água pelo programa GOTAS.

Trat.	Nº gotas	Nº diâmetro	Dispersão	Densidade Gotas/cm ²	Cob. (%)	D10	D50	D90
		0						
T1	2595	276,7	1,01	182	15,97	152	288	433
T2	2416	284,5	1,13	171	16,76	155	311	507
T3	1533	244,7	1,05	103	11,20	154	292	459
T4	673	215,2	1,3	45	8,58	234	234	917

A partir da interpretação da leitura da tabela pode-se observar que a medida que a classe de gotas aumenta, os valores de N° de gotas, N° de diâmetros, densidade (gotas/cm²) e cobertura (%), diminuem. Isso pode estar relacionado com os valores obtidos de C50, onde as classes de gotas menores apresentaram uma menor dose necessária para controle de 50% de redução da massa seca da parte aérea bem como apresentado pela pesquisa de Oliveira *et al.* (2021) citada anteriormente.

Na figura 8, estão representadas os cartões de papél sensível à água (PSA) que foram utilizados para leitura através do software GOTAS.

Figura 8. Comparativo entre os tratamentos após aplicação em papel hidrossensível.



Fonte: Elaborado pelo autor.

6- CONCLUSÃO

O aumento do tamanho das gotas proporciona maior uniformidade na pulverização uma vez que a medida em que se aumenta a classe de gotas reduz o coeficiente de variação. No entanto, esse ganho em uniformidade vem acompanhado de menor deposição e cobertura sobre a superfície foliar, o que compromete a eficiência biológica dos produtos aplicados. Gotas extremamente grossas, mostraram-se menos eficazes na deposição e no controle da massa seca da parte aérea, exigindo doses mais elevadas para alcançar o mesmo nível de fitotoxicidade das demais classes de gotas na pulverização com o herbicida diquate. Enquanto na pulverização com o herbicida glufosinato de amônio a classe de gotas fina apresentou menor dose necessária para alcançar o mesmo nível de fitotoxicidade das demais classes de gotas.

Dessa forma, buscar um equilíbrio no tamanho das gotas utilizadas, considerando as características do alvo, do produto e das condições ambientais no momento da aplicação, é fundamental. O uso de gotas médias ou grossas tende a representar um bom compromisso entre eficiência de controle, uniformidade de cobertura e segurança ambiental, garantindo uma aplicação mais eficaz e sustentável.

7- REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, A. J. P. et al. Alternativas ao Paraquat para o controle químico de azevém, aveia e buva. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 10, n. 1, p. 68-74, 2022.
- ANTUNIASI, U. R. et al. Entendendo a tecnologia de aplicação. **Botucatu: Fepaf**, 2017.
- Anvisa-Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *RDC nº 428*. Brasília: Diretoria colegiada - Anvisa, 2020.
- BAESSO, Murilo Mesquita et al. Tecnologias de aplicação de agrotóxicos. **Revista Ceres**, v. 61, p. 780-785, 2014.
- BUTTS, Thomas R. et al. Spray droplet size and carrier volume effect on dicamba and glufosinate efficacy. **Pest management science**, v. 74, n. 9, p. 2020-2029, 2018.
- CARNEIRO, Cristine Elizabeth Alvarenga et al. Produção de prolina e suscetibilidade ao glufosinato de amônio em plantas transgênicas de citrumelo Swingle. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 747-753, 2006.
- CONTIERO, Robinson Luiz; BIFFE, Denis Fernando; CATAPAN, Valdenir. Tecnologia de aplicação. **Maringá: EDUEM**, p. 401-449, 2018.
- CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues da; MARQUES, Rodrigo Santos; ALVES, Guilherme Sousa. Deposição da calda na cultura da soja em função de diferentes pressões de trabalho e pontas de pulverização. **Revista Ceres**, v. 63, n. 6, p. 761-768, 2016.
- CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues da. Tecnologia de aplicação do chlorothalonil no controle de doenças do feijoeiro. 2003.
- DAN, Hugo A. et al. Controle de plantas voluntárias de soja com herbicidas utilizados em milho. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 2, p. 253-257, 2011.
- DE CARVALHO, Saul Jorge Pinto; JÃºNIOR, Picoli; OVEJERO, Ramiro Fernando LÃ³pez. CONTROLE QUÃ MICO DE PLANTAS VOLUNTÃ RIAS DE SOJA E ALGODÃfO TOLERANTES A DICAMBA. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 19, n. 2, p. 695-1-7), 2020.
- EMBRAPA. Estudo revela que o uso de herbicidas no Brasil cresceu 128% entre 2010 e 2020. Embrapa, 15 jul. 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/101797650/estudo-revela-que-o-uso-de-herbicidas-no-brasil-cresceu-128-entre-2010-e-2020>. Acesso em: 3 out. 2025.
- FEHR, Walter; CAVINESS, Charles. **Stages of soybean development**. 1977.
- 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, 2016.
- GOOGLE EARTH WEBSITE. Disponível em: <http://earth.google.com/>, 2021. Acesso em: 31 de mai. 2022.

GRIESANG, Fabiano; FERREIRA, M. da C. Tecnologia de aplicação para herbicidas. Matologia: Estudos sobre plantas daninhas. 1ª ed. **Jaboticabal–SP: Fábrica da Palavra**, p. 428-449, 2021.

HESS, F. Dan. Light-dependent herbicides: an overview. **Weed Science**, v. 48, n. 2, p. 160-170, 2000.

HIRAKURI, Marcelo. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. 2014.

MARCHI, Giuliano; MARCHI, Edilene Carvalho Santos; GUIMARÃES, Tadeu Gracioli. Herbicidas: mecanismos de ação e uso. Planaltina: **Embrapa Cerrados**, 2008.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. Produção de grãos 24/25 atinge recorde histórico de 350,2 milhões de toneladas. Brasília, 11 set. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/producao-de-graos-24-25-atinge-recorde-historico-de-350-2-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 14 out. 2025.

OLIVEIRA, Osmar GTM et al. Influence of droplet size on spray deposition and weed control using glyphosate. **Engenharia Agrícola**, v. 41, p. 449-457, 2021.

PRADO, Evandro P. et al. Performance of spray nozzles and droplet size on glufosinate deposition and weed biological efficacy. **Crop Protection**, v. 177, p. 106560, 2024.

REIS, Tadeu Cavalcante et al. Efeitos de fitotoxicidade na soja RR tratada com formulações e dosagens de Glifosato. **Revista de biologia e ciências da terra**, v. 10, n. 1, p. 34-43, 2010.

RITZ, Christian; STREIBIG, Jens C. Dose response curves and other nonlinear curves in Weed Science and Ecotoxicology with the add-on package drc in R. **URL www. bioassay. dk [acessado no dia 22 de Abril 2019]**, 2012.

SALOMÃO, Pedro Emílio Amador; FERRO, Antônio Max Souza; RUAS, Wilson Ferreira. Herbicidas no Brasil: um breve revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, p. e32921990-e32921990, 2020.

SEEFELDT, Steven S.; JENSEN, Jens Erik; FUERST, E. Patrick. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. **Weed technology**, v. 9, n. 2, p. 218-227, 1995.

STEPHENSON, Gerald R. et al. Glossary of terms relating to pesticides (IUPAC Recommendations 2006). **Pure and applied chemistry**, v. 78, n. 11, p. 2075-2154, 2006.

VIANA, R. G. et al. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva. **Planta Daninha**, v. 28, p. 439-446, 2010.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. A Cadeia produtiva de soja e o desenvolvimento econômico e regional no Brasil. **Texto para Discussão**, 2024.

WOMAC, A. R.; MAYNARD II, R. A.; KIRK, I. W. Measurement variations in reference sprays for nozzle classification. **Transactions of the ASAE**, v. 42, n. 3, p. 609-616, 1999.