

**GUSTAVO BARBOSA CEBALHO**

**ESPECTRO DE GOTAS PARA APLICAÇÃO DA MISTURA 2,4-D E  
SAFLUFENACIL SOBRE O CONTROLE DE BUVA (*Conyza* spp.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Francisco Cláudio Lopes de Freitas

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2024**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

C387e  
2024 Cebalho, Gustavo Barbosa, 1990-  
Espectro de gotas para aplicação da mistura 2,4-D e  
saflufenacil sobre o controle de buva (*Conyza spp.*) / Gustavo  
Barbosa Cebalho. – Viçosa, MG, 2024.  
1 dissertação eletrônica (49 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Francisco Cláudio Lopes de Freitas.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Entomologia, 2024.  
Referências bibliográficas: f. 36-49.  
DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.509>  
Modo de acesso: World Wide Web.

1. Produtos químicos agrícolas - Aplicação. 2. Herbicidas.  
3. Gotas. I. Freitas, Francisco Cláudio Lopes de, 1968-.  
II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de  
Entomologia. Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária  
Vegetal. III. Título.

CDD 22. ed. 632.954

Bibliotecário(a) responsável: Bruna Silva CRB-6/2552


**GUSTAVO BARBOSA CEBALHO**

**ESPECTRO DE GOTAS PARA APLICAÇÃO DA MISTURA 2,4-D E  
SAFLUFENACIL SOBRE O CONTROLE DE BUVA (*Conyza spp.*)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.


APROVADA: 12 de julho de 2024.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente  
 **GUSTAVO BARBOSA CEBALHO**  
Data: 19/08/2024 21:49:42-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Gustavo Barbosa Cebalho**  
**Autor**

Documento assinado digitalmente  
 **FRANCISCO CLAUDIO LOPES DE FREITAS**  
Data: 30/08/2024 09:31:46-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Francisco Cláudio Lopes de Freitas**  
**Orientador**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus,

Aos meus pais Antônio João de Arruda Cebalho e Sonia Maria Barbosa Cebalho (in memorian), por sempre me apoiarem e me direcionarem a minha formação pessoal e profissional.

À minha esposa Grazielle Cristina de Almeida Ribeiro e meu filho Gabriel Ribeiro Cebalho, por serem o meu esteio em todos os meus projetos.

Ao professor e orientador Francisco Cláudio Lopes de Freitas pela orientação, paciência e conselhos profissionais.

Ao Valter Vaz pelo auxílio em todo o processo de implantação, condução e elaboração da dissertação.

Ao Daniel Barcelos por fornecer a área para o estudo e o Liuty Zemerli pelo auxílio na implantação do experimento no campo.

À Universidade Federal de Viçosa e o Curso de Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal da UFV pela estrutura física, professores e tutores, fornecido durante o período de mestrado.

A todos que de torceram e me apoiaram durante o período do mestrado, o meu muito obrigado.

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

## RESUMO

CEBALHO, Gustavo Barbosa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2024. **Espectro de gotas para aplicação da mistura 2,4-D e saflufenacil sobre o controle de buva (*Conyza spp.*)**. Orientador: Francisco Cláudio Lopes de Freitas.

A escolha de um espectro de gotas adequado é crucial para a eficácia na aplicação de herbicidas. Este estudo conduziu dois experimentos, um em laboratório e outro em campo, com o objetivo de avaliar o espectro de gotas da mistura de 2,4-D e saflufenacil, utilizando um analisador de partículas em tempo real e papel hidrossensível, além de determinar o espectro de gotas mais eficaz para o controle em pós-emergência de buva (*Conyza spp.*). No primeiro experimento, realizado em laboratório, o espectro de gotas foi avaliado por meio do diâmetro da mediana volumétrica (DMV) gerado pelas pontas de pulverização ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004, operando individualmente nas pressões de 4,28, 4,21, 5,45 e 4,21 bar, respectivamente. No segundo experimento, conduzido em campo, avaliou-se a aplicação dos herbicidas 2,4-D + saflufenacil utilizando um pulverizador autopropelido com barra de 24 metros e 48 bicos espaçados a 50 cm, operando nas mesmas pressões do experimento laboratorial, para obter um volume de calda de 140 L ha<sup>-1</sup>. Durante a aplicação, foram avaliados o DMV, a porcentagem de cobertura e a densidade de gotas (gotas cm<sup>-2</sup>) em cartões de papel hidrossensível, utilizando o software Dropscan®. As pontas ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004 produziram DMV de 162,27 µm (fina), 277,43 µm (média), 458,8 µm (muito grossa) e 531,67 µm (extremamente grossa), respectivamente, no analisador de partículas em tempo real. No campo, observou-se que o papel hidrossensível é uma boa metodologia para avaliar a cobertura e densidade de gotas. No entanto, devido ao espalhamento, sobreposição de gotas e a não detecção de gotas abaixo de 100 µm, bem como à influência da composição da calda, os valores de DMV foram superiores aos encontrados no analisador de partículas. Para o controle de buva, não houve diferença significativa entre os tamanhos de gotas avaliados com o volume de calda de 140 L ha<sup>-1</sup>. Os resultados indicam que as pontas que produziram gotas muito grossas e extremamente grossas são as mais adequadas para a aplicação de 2,4-D e saflufenacil no controle de buva, por apresentarem menor potencial de deriva, além de adequada cobertura e densidade de gotas.

Palavras-chave: DMV. Cobertura. Densidade de gotas.

## ABSTRACT

CEBALHO, Gustavo Barbosa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2024. **Droplet spectrum for the application of 2,4-D and saflufenacil mixture on horseweed (*Conyza spp.*) control.** Adviser: Francisco Cláudio Lopes de Freitas.

The selection of an appropriate droplet spectrum is crucial for the efficacy of herbicide application. This study conducted two experiments, one in the laboratory and the other in the field, with the objective of evaluating the droplet spectrum of the 2,4-D and saflufenacil mixture using a real-time particle analyzer and water-sensitive paper, as well as determining the most effective droplet spectrum for post-emergence control of horseweed (*Conyza spp.*). In the first experiment, conducted in the laboratory, the droplet spectrum was evaluated through the volume median diameter (VMD) generated by the ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003, and AVI 11004 spray nozzles, operating individually at pressures of 4.28, 4.21, 5.45, and 4.21 bar, respectively. In the second experiment, conducted in the field, the application of 2,4-D + saflufenacil herbicides was evaluated using a self-propelled sprayer with a 24-meter boom and 48 nozzles spaced 50 cm apart, operating at the same pressures as in the laboratory experiment, to achieve a spray volume of 140 L ha<sup>-1</sup>. During the application, VMD, percentage coverage, and droplet density (droplets cm<sup>-2</sup>) on water-sensitive paper cards were evaluated using Dropscan® software. The ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003, and AVI 11004 nozzles produced VMDs of 162.27 µm (fine), 277.43 µm (medium), 458.8 µm (very coarse), and 531.67 µm (extremely coarse), respectively, in the real-time particle analyzer. In the field, it was observed that water-sensitive paper is a good methodology for evaluating droplet coverage and density. However, due to droplet spread, droplet overlap, non-detection of droplets below 100 µm, and the influence of spray mixture composition, the VMD values were higher than those found in the particle analyzer. For horseweed control, no significant difference was observed between the droplet sizes evaluated at a spray volume of 140 L ha<sup>-1</sup>. The results indicate that nozzles producing very coarse and extremely coarse droplets are the most suitable for the application of 2,4-D and saflufenacil in horseweed control, as they present lower drift potential, along with adequate coverage and droplet density.

Keywords: VMD. Coverage. Droplet density.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1:** Analisador de partículas a laser Spraytech da Malvern Instruments Co.® (Marconi Ribeiro Furtado Junior)..... 17
- Figura 2:** Ilustração do estado vegetativo das plantas de buva (*Conyza spp.*) por ocasião da aplicação, com 10 cm de altura e mais de 10 folhas.....20
- Figura 3:** Papel hidrossensível a 7 cm da superfície do solo aderido ao bloco de madeira .....20
- Figura 4:** Ilustração dos papéis hidrossensíveis após a aplicação das pontas de pulverização ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004 .....21
- Figura 5:** Diâmetro da mediana volumétrica - DMV (A), porcentagem de gotas abaixo de 100  $\mu\text{m}$  - % V < 100  $\mu\text{m}$  (B) e amplitude relativa - SPAN (C) das pontas ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004 operando individualmente nas pressões de 4,28, 4,21, 5,45 e 4,21 bar, respectivamente (analisador de partículas em tempo real). ...23
- Figura 6:** Diâmetro da mediana volumétrica – DMV (A) e amplitude relativa – SPAN (B) das pontas ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004 operando individualmente nas pressões de 4,28, 4,21, 5,45 e 4,21 bar, respectivamente (papel hidrossensível). .....27
- Figura 7:** Densidade de gotas – gotas  $\text{cm}^{-2}$  (A) e cobertura (B) das pontas ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004 operando individualmente nas pressões de 4,28, 4,21, 5,45 e 4,21 bar, respectivamente (papel hidrossensível). .....29
- Figura 8:** Parcelas após 33 dias da aplicação de 2,4-D + saflufenacil. Testemunha, ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004 .....32

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Características das pontas de pulverização avaliadas e condições operacionais.....	16
<b>Tabela 2:</b> Horário e dados climáticos no momento da aplicação.....	20
<b>Tabela 3:</b> Quadrado médio do diâmetro da mediana volumétrica (DMV), amplitude relativa (SPAN), amplitude relativa (SPAN), densidade de gotas (D.G) e cobertura.	26
<b>Tabela 4:</b> Quadrado médio do controle de buva aos 5, 19 e 33 dias após a aplicação .....	31
<b>Tabela 5:</b> Porcentagem de controle de buva aos 5, 19 e 33 dias após a aplicação (DAA) de 2,4-D com saflufenacil, por meio das pontas ATR 8004, JGT 1104, AVI 1103 e AVI 1104.....	31

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	9
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5. CONCLUSÕES .....	35
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	36

## 1. INTRODUÇÃO

As plantas daninhas reduzem a produtividade das culturas de interesse econômico e a qualidade dos produtos, por competirem com as culturas por água, luz e nutrientes (LORENZI, 2014). Além disso, muitas das plantas daninhas são hospedeiras de artrópodes-praga e patógenos de diferentes culturas, causando assim danos indiretos (NORRIS e KOGAN, 2005; SILVA et al., 2010; CONCENÇO et al., 2014; AGUIAR et al., 2018; PINHEIRO et al., 2019; SALES JR. et al., 2020).

Dentre as plantas daninhas de maior relevância para os cultivos agrícolas, tem-se as espécies de buva: *Conyza bonariensis*, *C. canadensis* e *C. sumatrensis* e também na forma de plantas híbridas dessas espécies, as quais pertencem à família Asteraceae (SANTOS et al., 2013; SANTOS et al., 2014). É uma espécie com alto potencial de redução na produtividade, em que uma população de 13,3 plantas m<sup>-2</sup> pode reduzir de 25 a 35% o rendimento da soja (Trezzi et al., 2013).

No Brasil há a predominância de biótipos de buva com resistência a herbicidas, sobretudo o glyphosate (LAMEGO e VIDAL, 2008; DAN et al., 2013) e, dentre as opções de herbicidas para o controle de biótipos resistentes ao glyphosate, têm-se os herbicidas 2,4-D e saflufenacil.

Por outro lado, pelo fato de se ter biótipos de buva com resistência ao 2,4-D em algumas regiões do Brasil (QUEIROZ et al., 2020, QUEIROZ et al., 2022, SOUZA et al., 2023), a associação entre 2,4-D e saflufenacil em mistura no tanque do pulverizador é uma estratégia muito importante.

Apesar do 2,4-D e saflufenacil serem excelentes opções para o manejo de buva resistente a glyphosate, para que se tenha sucesso no controle, é necessário que a dose que chega até o alvo (dose real), seja a adequada para o efetivo controle da planta daninha (GRIESANG e FERREIRA, 2021). Com isso, é necessário que se tenha uma adequada tecnologia de aplicação.

A tecnologia de aplicação tem como conceito a utilização de diferentes áreas do conhecimento científico na colocação do produto no alvo biológico (ex: planta daninha) de forma correta, economicamente viável e com a menor contaminação de áreas adjacentes (MATUO, 1998).

Dentre os fatores da tecnologia de aplicação que influenciam o controle químico de planta daninhas, o tamanho de gotas é um dos mais relevantes pelo fato de

influenciar na cobertura do alvo (GRIESANG e FERREIRA, 2021) e na deriva (FREITAS et al., 2008; FERREIRA et al., 2008).

Numa pulverização o espectro de gotas produzido pelas pontas de pulverização exerce influência na performance de controle exercido pelos herbicidas (CREECH et al., 2016), pelo fato de afetar a cobertura, a densidade de gotas por unidade de área, o potencial de deriva e retenção das gotas nas plantas (OLIVEIRA et al., 2019a).

A metodologia mais utilizada para avaliar o espectro de gotas é o papel hidrossensível, que consiste na utilização de cartões sensíveis a umidade, que são colocados na superfície pulverizada, onde após o contato da gota com a superfície do papel, os mesmos são analisados por *softwares* que fornecem o DMV, DMN, densidade de gotas (gotas cm<sup>-2</sup>) e cobertura (FREITAS et al., 2022).

Outras metodologias tem sido desenvolvidas, nos últimos anos, para analisar o tamanho de gotas em trânsito. Uma delas é o analisador de partículas em tempo real, que se baseia na difração do trajeto da luz ao se chocar com a gota, no qual o diâmetro da gota é proporcional ao ângulo formado pelo desvio sofrido pela luz (FREITAS et al., 2022).

Dentre os fatores que influenciam no tamanho de gotas, o modelo de ponta é o que exerce de maior influência (GRIESANG e FERREIRA, 2018). Devido a isso, o modelo da ponta irá influenciar na cobertura e na deposição no alvo e, conseqüentemente, na eficácia dos herbicidas (GRIESANG et al., 2017; MACIEL et al., 2008).

Em face ao exposto, conduziu-se dois experimentos, o primeiro em laboratório visando avaliar espectro de gotas e índices de cobertura, densidade de gotas gerados por diferentes pontas de pulverização sobre o controle da buva com a aplicação da mistura dos herbicidas 2,4-D e saflufenacil.

Em face ao exposto, conduziu-se dois experimentos, o primeiro em laboratório, com objetivo a avaliar o espectro de gotas produzido pelas pontas de pulverização ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004, no analisador de partículas em tempo real, por meio da técnica de difração de raio laser com a gota em trânsito, e o segundo, no campo, com o objetivo determinar o espectro de gotas, densidade de gotas e cobertura do alvo por meio da técnica do papel hidrossensível, com as respectivas pontas de pulverização avaliadas no primeiro experimento, bem como determinar o espectro de gotas mais adequado para a mistura 2,4-D e saflufenacil sobre o controle da buva (*Conyza spp*).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A buva (*Conyza* spp.) é uma planta anual ou bianual, a depender da espécie e ambiente (REGEHR e BAZZAZ, 1979; VARGAS et al., 2007), que possui alta adaptabilidade aos diferentes ambientes de cultivo de grãos no Brasil, (ZINZOLKER et al., 1985; BHOWMIK e BEKECH, 1993; ROLLIN e TAN, 2004; DAUER et al., 2007; WU et al., 2007; SANTOS et al., 2013; SOARES et al., 2017), tendo a sua propagação por meio de sementes, que é do tipo aquênio, que são leves e possuem estruturas que facilitam a dispersão pelo vento ou implementos agrícolas (HOLM et al., 1997). A sua germinação e emergência ocorre entre o final de outubro e o início da primavera, com alta incidência em áreas de pousio e culturas de inverno (YAMASHITA e GUIMARÃES, 2011).

De acordo com no Brasil ocorrem biótipos de buva com resistência ao glyphosate (inibidor da EPSPs), resistência múltipla a dois mecanismos de ação (inibidores da EPSPS e ALS), três mecanismos de ação (inibidores da EPSPS, ALS e do fotossistema I) e cinco mecanismos de ação (inibidores da EPSPS, da PROTOX, do fotossistema II e inibidores do fotossistema I e mimetizadores de auxina) (Heap, 2023).

Dentre as opções de herbicidas para o controle de biótipos de buva resistentes ao glyphosate, têm-se os herbicidas 2,4-D e saflufenacil. Segundo Oliviera et al. (2021), o 2,4-D é um mimetizador de auxina (Grupo O), sistêmico, que tem ação em plantas daninhas eudicotiledóneas anuais, sendo seletivo para gramíneas. Já o saflufenacil é um herbicida inibidor da PROTOX (Grupo E), sendo absorvido pelas raízes e parte aérea, com maior capacidade de translocação (basipetal e acropetal) do que outros herbicidas do mesmo grupo, pelo fato de ser considerado um ácido fraco (GROSSMAN et al., 2011).

O 2,4-D e saflufenacil podem ser aplicados em mistura ou de forma sequencial, associados ou não com glyphosate ou outros herbicidas de mecanismos de ação diferentes (OSIPE et al., 2011; ZOBIOLE et al., 2018; CESCO et al., 2019; ALBRECHT et al., 2020; CORREIA et al., 2020; CANTU et al., 2021; PEDROSO et al., 2021).

Para o sucesso no controle da buva por meio do 2,4-D e saflufenacil, é necessário o conhecimento dos fatores que influenciam a tecnologia de aplicação, como: características da planta daninha, características do herbicida, condições meteorológicas, equipamento utilizado, qualidade da mão-de-obra empregada, uso de

adjuvantes, o custo e impacto ambiental dos herbicidas utilizados (GRIESANG e FERREIRA, 2021).

A cobertura se refere a porcentagem da superfície que é coberta pela calda pulverizada (FREITAS et al., 2022), a qual sofre influência do volume de calda aplicado, da taxa de recuperação (porcentagem do volume aplicado captado pelo alvo), do fator de espalhamento, da superfície vegetal que capta as gotas e do diâmetro de gotas (COURSHEE 1967).

Valores de cobertura considerados ideais para herbicidas sistêmicos e de contato, são de 10% (GRIESANG e FERREIRA, 2021) e 10 a 20% (GRIESANG e FERREIRA, 2021; VAZ et al., 2024) respectivamente.

Além de influenciar a cobertura do alvo, o tamanho de gotas afeta a deriva (FREITAS et al., 2008; FERREIRA et al., 2008). A deriva refere-se ao movimento de um produto no ar, durante ou após a aplicação, para um local diferente do alvo planejado (OZKAN, 2001; FREITAS et al., 2022). O produto pode ser movimentado na forma de gota ou vapor (MILLER, 2004).

Pelo fato de se ter a formação de um espectro de gotas no processo de pulverização (RAETANO e MOTA, 2019; ANTUNIASSI et al., 2022), a avaliação da uniformidade do espectro de gotas pode ser realizada por meio de alguns parâmetros, como o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), diâmetro da mediana numérica (DMN), coeficiente de dispersão ( $r$ ) e amplitude relativa (SPAN) (CUNHA et al., 2004; ANTUNIASSI; BAIO, 2008).

Dentre os parâmetros do espectro de gotas, o DMV é o utilizado como referência para determinar o tamanho de gotas (FERREIRA et al., 2008; ANTUNIASSI et al., 2022), no qual é classificado como o diâmetro que divide o volume de gotas em duas partes iguais, sendo o volume de poucas gotas de diâmetro maior igual ao de muitas gotas de diâmetro menor (RAETANO e MOTA, 2019).

O tamanho de gota pode ser classificado de acordo com a classificação do Conselho Britânico de Proteção de Culturas (British Crop Protection Council, BCPC) (DOBLE et al., 1985) e pela Associação dos Engenheiros Agrícolas Americanos (American Society of Agricultural and Biological Engineers, ASABE) (MAYNARD; WOMAC; KIRK, 1996). A indústria de fabricação de pontas geralmente utiliza a classificação da ASABE para o tamanho de gotas gerados pelas pontas de pulverização (FREITAS et al., 2022).

De acordo com ASABE (2020), as gotas podem ser classificadas em extremamente fina ( $< 60 \mu\text{m}$ ), muito fina (61-145  $\mu\text{m}$ ), fina (146-225 $\mu\text{m}$ ), média (226-325  $\mu\text{m}$ ), grossa (326-400  $\mu\text{m}$ ), muito grossa (401-500  $\mu\text{m}$ ), extremamente grossa (501-650  $\mu\text{m}$ ) e ultra grossa ( $> 650 \mu\text{m}$ ).

Com relação aos fatores que influenciam o tamanho de gotas, os mesmos são: tipo de ponta de pulverização, tamanho do orifício da ponta, pressão de trabalho e tecnologias que podem estar contidas nas pontas como pré-orifício e indução de ar (FREITAS et al., 2022).

No caso da pressão de trabalho, quanto maior a pressão, menor o tamanho de gotas produzidas (FERREIRA et al., 2008).

Já para o tamanho do orifício da ponta de pulverização, quanto menor o mesmo, menor o tamanho de gotas produzidas (FREITAS et al., 2008).

Dentro das tecnologias contidas nas pontas de pulverização, os mecanismos de pré-orifício e indução de ar propiciam espectro de gotas com maior diâmetro (ANTUNIASSI et al., 2022; CUNHA et al., 2007; FERREIRA et al., 2008 RAETANO e MOTA, 2019).

Dentre os fatores que influenciam o tamanho de gota, o modelo de ponta é o primeiro item a ser definido antes de se fazer a aplicação e que irá influenciar os demais fatores que influenciam o tamanho de gota (GRIESANG e FERREIRA, 2021).

A ponta de pulverização é responsável pela distribuição da calda no formato de gotas, tendo como principais funções a definição do tamanho e uniformidade de gotas, vazão, direção e formato do jato de pulverização e o padrão de distribuição (FERREIRA et al., 2007; RAETANO e MOTA, 2019).

O termo “ponta de pulverização” é diferente de “bico de pulverização” (FREITAS et al., 2022). Isso porque a ponta de pulverização hidráulica juntamente com o corpo do bico (simples ou com até cinco saídas), capa, anel de vedação, filtro e válvula de retenção ou antigotejo (todas fixas na barra), compõem o bico de pulverização (RAETANO e MOTA, 2019; FREITAS et al., 2022). As pontas de pulverização hidráulicas podem ser classificadas de acordo com a forma do jato produzido, sendo classificadas em pontas de jato cônico e pontas de jato plano (SHIRATSUCHI e FONTES, 2002).

De acordo com Freitas et al. (2008), as pontas de jato cônico têm como componentes o corpo, filtro, difusor, disco e capa. Esse grupo de pontas pode ser subdividido em pontas de cone cheio e cone vazio.

As pontas de cone vazio possuem perfil de distribuição uniforme (contínuo) e formam gotas finas. Com isso, apesar de serem recomendadas para se trabalhar com sobreposição na barra de pulverização, esse tipo de ponta pode gerar uma uniformidade de distribuição desuniforme ao longo da barra de pulverização, além de produzir gotas menores de 100  $\mu\text{m}$ , que são mais propensas a perdas por deriva (FREITAS et al., 2008; FREITAS et al., 2022).

Entretanto, pelo fato de produzirem gotas finas em diferentes direções, as pontas de cone vazio conseguem ter maior efeito de penetração no dossel das plantas, sendo direcionadas para aplicações de fungicidas e inseticidas, principalmente (MATTHEWS, 1992; RAETANO e MOTA, 2019). Porém apesar de não ser comum, em alguns casos, são utilizadas na aplicação de herbicidas (UREMIS et al., 2004; HARTZLE e HANNA, 2016; CR et al., 2019; MOHAMMED et al., 2022).

As pontas do tipo cone cheio possuem perfil de distribuição não-uniforme (ou descontínuo), no qual pode gerar maior uniformidade de distribuição ao longo da barra de pulverização quando comparado ao cone vazio, em condição de barra de pulverização com sobreposição (FREITAS et al., 2008; FERREIRA et al., 2008). Além disso, esse tipo de ponta fornece gotas grossas a extremamente grossas e normalmente geram alta vazão, o que faz com que seja uma ponta pouco utilizada nas aplicações de modo geral (FREITAS et al., 2022).

Outra classe de ponta hidráulica é a ponta de jato plano ou tipo leque. As pontas de jato plano podem ser divididas em jato plano comum e de impacto ou defletoras. Pela diversidade de tipos de pontas de jato plano, a finalidade de uso dessas pontas irá depender do tamanho de gotas gerado, assim como a condição ambiental e objetivo (FREITAS et al., 2008; FREITAS et al., 2022).

As pontas de jato plano podem ter perfil de distribuição uniforme (contínuo), com recomendação de aplicação em faixas, sem sobreposição, na qual contém a letra “E” (even) na nomenclatura (FREITAS et al., 2008). Já as pontas de jato plano com perfil de distribuição não-uniforme (descontínuo), possuem recomendação para aplicação em área total, para uso na barra com sobreposição (RAETANO e MOTA, 2019; FREITAS et al., 2022).

As pontas de jato plano comum possuem um orifício de forma elíptica, na porção inferior, no qual o líquido ao passar pelo mesmo gera um jato na forma de leque (RAETANO e MOTA, 2019; ANTUNIASSI et al., 2022; FREITAS et al., 2022).

Há uma diversidade de pontas de jato plano comum no mercado, sendo as mesmas divididas em jato plano convencional, jato plano de faixa ampliada, jato plano angulado (conhecidas comercialmente como “pontas 3-D”), jato plano duplo (dividido em pontas de ângulos simétricos e as de ângulos assimétricos), jato plano de baixa deriva com pré-orifício e jato plano com pré-orifício e indução de ar (RAETANO e MOTA, 2019; ANTUNIASSI et al., 2022).

Outro grupo de pontas de jato plano, são as pontas de jato plano defletoras ou de impacto (FREITAS et al., 2008; FERREIRA et al., 2008;). Nessas pontas o líquido passa em um orifício e se choca a uma superfície, formando assim um jato plano (RAETANO e MOTA, 2019; ANTUNIASSI et al., 2022).

Além disso, existem algumas variações das pontas defletoras, como as pontas de jato plano defletoras ou de impacto com pré-orifício e as pontas de jato plano defletoras com pré-orifício e indução de ar (FREITAS et al., 2022).




### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos entre julho de 2023 e fevereiro de 2024. O primeiro foi realizado no Laboratório de Aplicação de Defensivos Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG, enquanto que o segundo experimentos foi realizado em campo, em Uberlândia MG (19°11'34.3"S 48°35'55.0"W, altitude de 730 m).

#### Experimento I. Caracterização do espectro de gotas produzido pelas pontas de pulverização ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004

Neste experimento foi realizado a caracterização do espectro de gotas gerado pelas pontas de pulverização ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004 operando individualmente nas pressões de 4,28, 4,21, 5,45 e 4,21 bar, respectivamente, conforme caracterização na Tabela 1, utilizando-se o analisador de partículas em tempo real (Spraytech da Malvern Instruments), por meio da técnica de difração de raio laser (Figura 1). A escolha das pressões foi baseada no espectro de gotas desejado, segundo informações contidas no catálogo do fabricante.

**Tabela 1:** Características das pontas de pulverização avaliadas e condições operacionais

Ponta de pulverização	Tipo	Vazão (L min <sup>-1</sup> )	Pressão (bar)	Classe	
ATR 8004	cone vazio	1,292	4,28 (62 psi)	Fina	
JGT 11004	jato plano duplo leque com indução de ar	1,881	4,21 (61 psi)	Média	
AVI 11003	jato plano com indução de ar	1,633	5,45 (79 psi)	Grosa	
AVI 11004	jato plano com indução de ar	1,881	4,21 (61 psi)	Muita Grossa	

**Figura 1:** Analisador de partículas a laser Spraytech da Malvern Instruments Co.® (Marconi Ribeiro Furtado Junior)



O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições (para cada modelo de ponta foram realizadas três leituras), nas pressões de trabalho acima descritas.

Antes do início das leituras, as pressões foram aferidas no manômetro do equipamento e comparado com um manômetro de referências classe A3 conforme norma NBR-12446/1992, de acordo com Alvarenga (2012).

O analisador de partículas em tempo real tem como componente uma lente focal de 750 mm. O aparelho tem capacidade de determinar gotas com diâmetro de 0,10 a 2.500  $\mu\text{m}$  e como base a difração da trajetória da luz ao chocar com as gotas. Devido a configuração acima descrita, o diâmetro das gotas é inversamente proporcional ao ângulo formado devido à difração sofrida pela luz.

As leituras foram realizadas mediante a instalação das respectivas pontas, com posterior acionamento do sistema hidráulico, que ficou em funcionamento até que o fluxo do líquido se estabilizasse à pressão desejada. Para cada leitura, a ponta avaliada foi posicionada a 0,40 metros do feixe óptico, movendo a ponta no sentido transversal ao jato, de modo a permitir a leitura das gotas formadas ao longo do mesmo, utilizando-se água pura na temperatura ambiente, de acordo com Camara et al. (2008), Cunha et al. (2010) e Alvarenga (2012). As condições ambientes no dia da aplicação eram de 25 °C ( $\pm 1,0$  °C) para a temperatura do ar e entre 70 e 80% para umidade relativa.

Para cada ponta de pulverização foi determinado o diâmetro da mediana volumétrica ( $Dv_{0,5}$  ou DMV), e a partir dos dados obtidos, foi determinada também a amplitude relativa (Span), variável relacionada à homogeneidade de gotas, por meio da equação (1).

$$Span = \frac{(Dv_{0,9} - Dv_{0,1})}{Dv_{0,5}}$$

Equação 1

Onde:

Span - grau de uniformidade do diâmetro das gotas produzidas;

$Dv_{0,9}$  – diâmetro da gota abaixo do qual os volumes acumulados totalizam 90% do volume total;

$Dv_{0,5}$  – valor do diâmetro da mediana volumétrica;

$Dv_{0,1}$  - diâmetro da gota abaixo do qual os volumes acumulados totalizam 10% do volume total;

Outra variável determinada foi a porcentagem de gotas com diâmetro menor que 100  $\mu\text{m}$  ( $\% < 100 \mu\text{m}$ ).

A classificação de gotas, para cada ponta, foi realizada segundo a norma S-572 da Associação Americana de Engenheiros Agrícolas e Biológicos (ASABE, 2020), por meio do DMV ( $Dv_{0,5}$ ).

Os dados de  $Dv_{0,5}$  (DMV), Span e  $\% < 100 \mu\text{m}$  foram analisados por meio de análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade e em caso de significância, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico SISVAR® (Ferreira, 2008).

### **Experimento II. DMV, SPAN, densidade de gotas e cobertura em papel hidrossensível e controle da buva com os herbicidas 2,4D + saflufenacil**

O experimento foi conduzido a campo, em área de pousio após cultivo da soja, em Uberlândia MG (19°11'34.3"S 48°35'55.0"W, altitude de 730 m) que possui clima do tipo AW (Köppen e Geiger, 1928; Köppen, 1931), sendo considerado tropical úmido com inverno seco, com precipitação anual varia de 1450 a 1600 mm, sendo 60 mm no mês mais seco (3 a 7 meses de período seco) e 250 mm no mês mais chuvoso

(SILVA et al., 2003; NOVAIS, 2021). A temperatura média mensal no inverno varia de 18,5 a 21,5 °C e no verão de 28 e 29 °C (SILVA et al., 2003; NOVAIS, 2021).

Foram avaliados o espectro de gotas, a porcentagem de cobertura e a densidade de gotas produzidas pelas pontas de pulverização avaliadas no experimento 1 (ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004 operando individualmente nas pressões de 4,28, 4,21, 5,45 e 4,21 bar, respectivamente) por meio de papel hidrossensível,

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com oito repetições para a avaliação do espectro de gotas, cobertura do alvo (%) e densidade de gotas (gotas/cm<sup>2</sup>), e 5 repetições para a avaliação de controle de plantas de *Conyza* spp. O tamanho de cada parcela foi de 100 m de comprimento por 24 metros largura.

As características operacionais das pontas avaliadas, estão descritas na Tabela 1. Os diâmetros de gotas de cada ponta avaliada, descritos na Tabela 1, foram obtidos no experimento 1 e classificados conforme ASABE (2020).

A aplicação foi realizada com o pulverizador autopropelido com barra de 24 metros, com 48 bicos espaçados de 50 cm entre si (Jacto 2030 canavieiro), nas velocidades de 11,07 (ponta ATR 8004 a 4,28 bar e 1,292 L min<sup>-1</sup>), 16,12 (JGT 11004 a 4,21 bar e 1,881 L min<sup>-1</sup>), 13,99 (AVI 11003 a 5,45 bar e 1,633 L min<sup>-1</sup>) e 16,12 km h<sup>-1</sup> (AVI 11004 a 4,21 bar e 1,881 L min<sup>-1</sup>), de modo a obter o volume de calda de 140 L ha<sup>-1</sup>.

No processo de regulagem de cada ponta no pulverizador, foi aferido a vazão das pontas com o equipamento fluxômetro, de forma a verificar se a ponta tinha desgaste e/ou entupimento.

Os herbicidas foram aplicados em mistura de tanque nas seguintes doses: 938 g ha<sup>-1</sup> do e.a de 2,4-D (2,4-D Agroimport<sup>®</sup>), 34,26 g ha<sup>-1</sup> do i.a saflufenacil (Heat<sup>®</sup>), 0,5% v/v de óleo mineral (Agefix<sup>®</sup>) e 0,35% v/v de adjuvante condicionador de calda e redutor de deriva (Fulltec Max<sup>®</sup>).

Na ocasião da aplicação as plantas de buva (*Conyza* spp.) apresentavam altura entre 7 e 10 cm e mais de 10 folhas (Figura 2). As plantas eram provenientes de sementes, no qual a emergência se deu após 60 dias da colheita da soja.

**Figura 2:** Ilustração do estado vegetativo das plantas de buva (*Conyza spp.*) por ocasião da aplicação, com 10 cm de altura e mais de 10 folhas



A aplicação foi realizada no dia 07/07/2023 e no momento da aplicação foram aferidas temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, com o anemômetro AZ8910, na qual os dados estão dispostos na Tabela 2.

**Tabela 2:** Horário e dados climáticos no momento da aplicação

Horário	Temperatura	Umidade relativa (%)	Velocidade do vento (km h <sup>-1</sup> )
09:00 – 09:45 hs	28,5 °C (± 1,0 °C)	35 % (± 1,0 %)	10,18 km h <sup>-1</sup> (± 1,0 km h <sup>-1</sup> )

Para as avaliações de cobertura (%) e densidade de gotas (gotas/cm<sup>2</sup>), foram dispostos em quatro das cinco parcelas dois papéis hidrossensíveis, a 7 cm do solo, aderidos em blocos de madeira (Figura 3).

**Figura 3:** Papel hidrossensível a 7 cm da superfície do solo aderido ao bloco de madeira

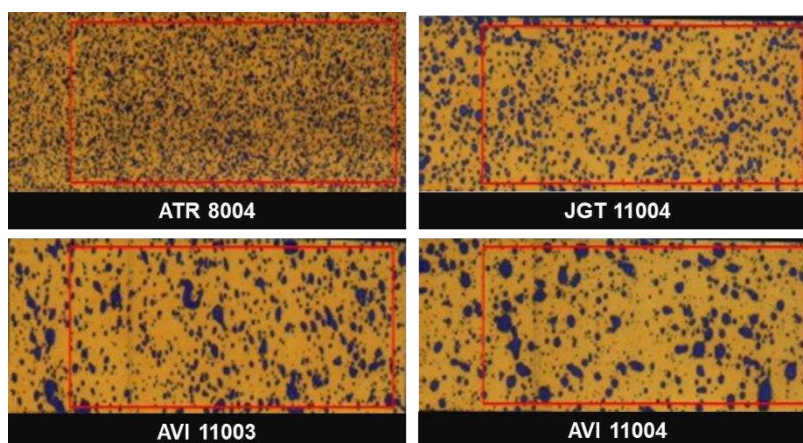


Posteriormente a aplicação, os papéis hidrossensíveis de cada repetição foram colocados em pequenas sacolas de plástico para que não ocorresse a influência da umidade do ambiente nos papéis.

As leituras dos papéis hidrossensíveis foram realizadas por meio do software DropsScan® (VAZ et al., 2024), na qual forneceu os dados de DMV, SPAN, densidade de gotas (gotas  $\text{cm}^{-2}$ ) e cobertura (%).

As imagens dos papéis de cada tratamento, após a aplicação, estão apresentadas na Figura 4.

**Figura 4:** Ilustração dos papéis hidrossensíveis após a aplicação das pontas de pulverização ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004



As avaliações visuais de intoxicação de herbicidas das plantas de buva, foram realizadas aos 5, 19 e 33 dias após a aplicação, seguindo a escala de percentual de controle proposta por Asociación Latino-americana de Malezas (ALAM, 1974), na qual 0% corresponde a ausência de sintomas e 100% a morte das plantas.

Os dados de diâmetro da mediana volumétrica (DMV), amplitude relativa (SPAN), cobertura (%), densidade de gotas (gotas  $\text{cm}^{-2}$ ) e controle de buva foram submetidos a análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade e em caso de significância, foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico SISVAR® (Ferreira, 2008).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

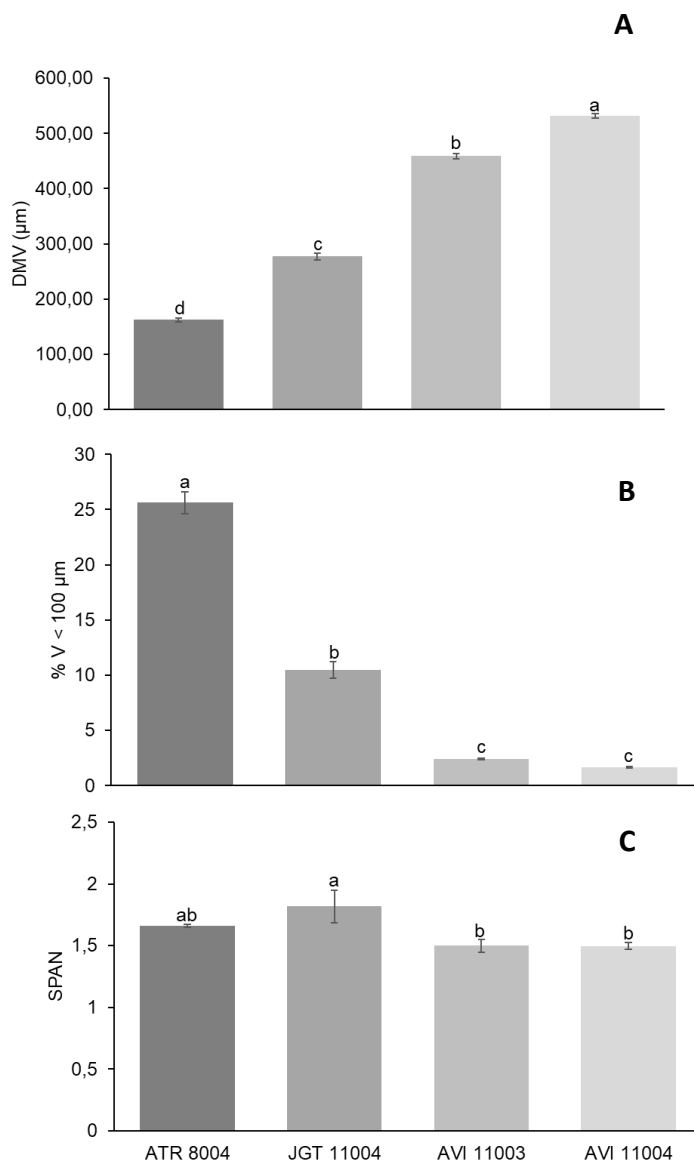
### **Experimento I. Caracterização do espectro de gotas produzido pelas pontas de pulverização ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004**

Os valores médios do diâmetro da mediana volumétrica (DMV) das gotas geradas pelas pontas de pulverização ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004 nas condições operacionais descritas na Tabela 1, diferiram entre si e foram de 162,27, 277,43, 458,8 e 531,67  $\mu\text{m}$ , respectivamente (Figura 5A). Portanto, as gotas geradas por estas pontas de pulverização são classificadas segundo as normas da ASABE (2020), como finas, médias, muito grossas e extremamente grossas, respectivamente.

**Figura 5:** Diâmetro da mediana volumétrica - DMV (A), porcentagem de gotas abaixo de 100  $\mu\text{m}$  - % V < 100  $\mu\text{m}$  (B) e amplitude relativa - SPAN (C) das pontas ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004 operando individualmente nas pressões de 4,28, 4,21, 5,45 e 4,21 bar, respectivamente (analisador de partículas em tempo real).

As barras em linha são referentes ao desvio padrão das médias.

Médias seguidas por letras diferentes entre as barras, diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey



O menor espectro de gotas proporcionado pela ponta ATR 8004, classificadas como gotas finas (162,27  $\mu\text{m}$  na pressão de 4,28 bar), se deve ao fato de ser uma ponta tipo cone vazio, que é direcionado para aplicações em alvos irregulares por apresentar maior penetração no dossel das plantas, assim como maior cobertura (MATTHEWS, 1992; RAETANO e MOTA, 2019), sendo indicada para aplicações de inseticidas e fungicidas em plantas com área foliar maior e/ou com dossel fechado (FERREIRA et al., 2008).

Por outro lado, pelo fato de apresentar perfil de distribuição uniforme ou contínuo, quando opera na barra de pulverização com sobreposição, pode proporcionar baixa uniformidade de distribuição ao longo da mesma, (FERREIRA et al., 2008; FREITAS et al., 2022).

Além disso, pelo fato da ponta cone vazio produzir gotas finas a muito finas, a mesma produz gotas mais propensas a perdas por deriva (RAETANO e MOTA, 2019). As gotas mais propensas a perdas por deriva, seja por vento e/ou evaporação, são as de diâmetro menor que 100  $\mu\text{m}$  ( $\% V < 100 \mu\text{m}$ ) (MURPHY et al., 2000; WOLF, 2000), sendo assim, quanto maior a porcentagem de gotas inferiores a 100  $\mu\text{m}$ , maior é o potencial de perda por deriva (ARVIDSSON et al., 2011).

De acordo com Cunha et al. (2003), aplicações com valores abaixo de 15% de gotas menores que 100  $\mu\text{m}$ , são consideradas aplicações seguras. Com isso, de acordo com a Figura 5B é possível constatar que a ponta ATR 8004 forneceu espectro de gotas com alto risco de perda por deriva, pelo fato de ter obtido valor médio de  $\% V < 100 \mu\text{m}$  de 25,61%, com valor médio acima das pontas JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004.

Ao confrontar os gráficos da Figuras 5A e 5B, podemos evidenciar que há uma relação inversa entre DMV e porcentagem de gotas menores que 100  $\mu\text{m}$ , ou seja, quanto maior o DMV, menor a porcentagem de gotas menores que 100  $\mu\text{m}$ . Fato esse corroborado por diversos autores (CUNHA et al., 2003; CREECH et al., 2015; ALVES et al., 2018; FERREIRA et al., 2011; KRAMER e LEGLEITER., 2022; WANG et al., 2023).

Com relação a ponta JGT 11004, a mesma gerou gotas classificadas como médias no presente estudo (DMV 277,43  $\mu\text{m}$  na pressão de 4,21 bar), sendo considerada uma ponta de jato plano com duplo leque, que se comporta como duas pontas JGT 11002 e possui o mecanismo de indução de ar, que consiste em um pré-orifício de entrada da calda em alta velocidade, fazendo com que ocorra a entrada de ar pelos orifícios laterais da ponta, causando uma turbulência na calda e conseqüente a formada de gotas de maior diâmetro devido ao preenchimento do interior com ar (FERREIRA et al., 2008; FREITAS et al., 2022).

As pontas de jato plano duplo possuem a característica de promover maior cobertura e penetração do dossel, se comparado as pontas de jato plano convencional e de impacto (PANISSON et al., 2004; VIANA et al., 2006; FERREIRA et al., 2008), sendo direcionadas para aplicações de inseticidas e fungicidas em plantas com

elevado índice de área foliar e porte baixo, como a cultura da soja, assim como de herbicidas de contato (RAETANO e MOTA, 2019).

No presente estudo podemos inferir que a ponta JGT 11004 proporcionou espectro de gotas com menor potencial de risco por deriva, em relação a ponta ATR 8004 (diferindo da mesma), pelo fato da menor porcentagem de gotas abaixo de 100  $\mu\text{m}$  (Figura 5B), proporcionado pelo mecanismo de indução de ar que confere menor porcentagem de gotas abaixo de 100 (ANTUNIASSI et al., 2022). Além de ter obtido valor médio de % V < 100  $\mu\text{m}$  de 10,47%, abaixo dos 15% preconizado por Cunha et al. (2003) como limite para aplicações seguras.

No caso das pontas AVI 11003 e AVI 11004, as mesmas proporcionaram os maiores DMVs (458,8 e 542,67  $\mu\text{ms}$ , respectivamente), pelo fato de também apresentarem o mecanismo de indução de ar. Apesar de ter o mesmo mecanismo que a JGT 11004, as pontas AVI 11003 e AVI 11004 possuem espectro de gotas que vão de grossa a extremamente grossa e de muito grossa a extremamente grossas, respectivamente, enquanto que a ponta JGT 11004 fornece gotas de média a grossa (JACTO, 2023).

O fato que levou a ponta AVI 11004 a gerar um DMV maior que a ponta AVI 11003, foi a diferença do tamanho do orifício e pressão de trabalho entre pontas, em que a ponta AVI 11004 possui maior orifício e trabalhou numa menor pressão (5,45 bar da AVI 11003 e 4,21 bar da AVI 11004) para que pudesse ser obtido o mesmo volume de calda.

Devido as características do espectro de gotas, as pontas AVI 11003 e AVI 11004 são principalmente direcionadas para aplicações de herbicidas aplicados em pós-emergência sistêmicos (podendo ser na modalidade de jato dirigido ou quando próximo a culturas sensíveis) e pré-emergência (RAETANO e MOTA, 2019).

Para a variável % V < 100  $\mu\text{m}$  (Figura 5B), podemos inferir que as pontas AVI 11003 e AVI 11004 (valores médios de 2,41 e 1,63% respectivamente), forneceram o espectro de gotas mais seguros com relação ao potencial de perdas por deriva.

Para a variável amplitude relativa - SPAN (Figura 5C), os valores médios das pontas de pulverização ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004, ficaram em 1,67, 1,82, 1,50 e 1,50, respectivamente.

Quanto mais próximo de zero é o valor de amplitude relativa, maior é a uniformidade do espectro de gotas (CUNHA et al., 2004). Com isso, ao se avaliar uma

pulverização, deve-se considerar o DMV conjuntamente a amplitude relativa (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Não houve diferença significativa entre as pontas ATR 8004 e JGT 11004, assim como entre a ATR 80004, AVI 11003 e AVI 11004. Enquanto que a ponta JGT 11004 apresentou menor uniformidade do espectro de gotas em relação as pontas AVI 11003 e AVI 11004.

### **Experimento II. DMV, SPAN, densidade de gotas e cobertura em papel hidrossensível**

Na Tabela 3 estão apresentadas as análises de variância referentes ao DMV, amplitude relativa (SPAN), densidade de gotas (D.G) e cobertura, obtidos em papel hidrossensível, onde se observa que houve diferença entre as pontas de pulverização para todas características.

**Tabela 3:** Quadrado médio do diâmetro da mediana volumétrica (DMV), amplitude relativa (SPAN), amplitude relativa (SPAN), densidade de gotas (D.G) e cobertura

Fator de variação	G.L	DMV	SPAN	D.G	Cobertura
Pontas	3	76354,98*	0,06*	12536,26*	170,18*
Blocos	4	930,82 <sup>ns</sup>	0,0067 <sup>ns</sup>	240,07 <sup>ns</sup>	5,87 <sup>ns</sup>
Erro	12	1962,36	0,0093	253,14	21,97
CV		8,94	9,92	18,59	18,57
Média		495,65	0,97	80,60	25,25

\*/ Significativo pelo de 5% de probabilidade pelo teste de F.

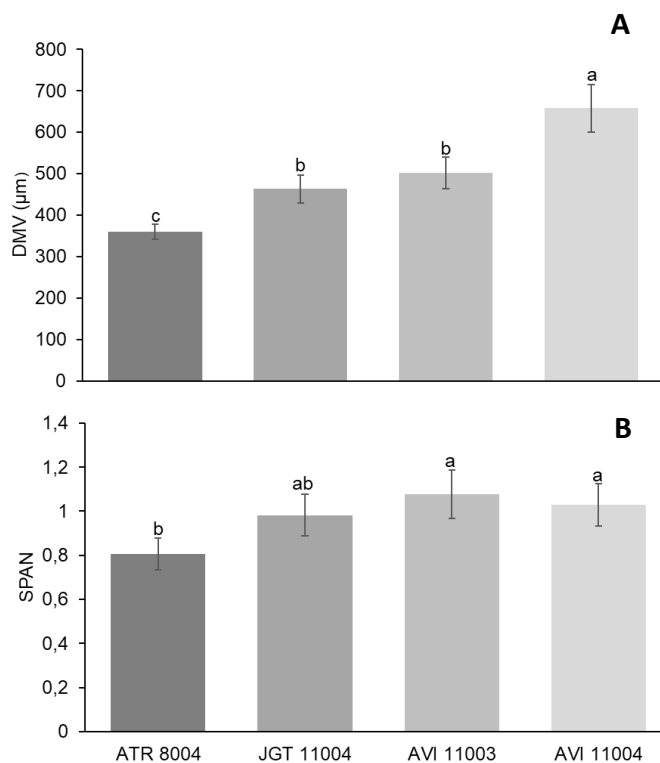
<sup>ns</sup>/ não significativo pelo teste f a 5% de probabilidade

Para os valores de DMV (Figura 6A), em papel hidrossensível, é possível observar que houve diferença considerável em relação aos valores do analisador de partículas em tempo real (Figura 5A). O que pode ser constatado pela classificação de tamanho de gotas segundo ASABE (2020), onde de acordo com os valores do papel hidrossensível, as pontas ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004, obtiveram classificação de grossa, muito grossa, extremamente grossa e ultra grossa respectivamente. Enquanto no analisador de partículas em tempo real, no experimento 1, a classificação ficou em fina, média, muito grossa e extremamente grossa para as pontas ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004, respectivamente.

**Figura 6:** Diâmetro da mediana volumétrica – DMV (A) e amplitude relativa – SPAN (B) das pontas ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004 operando individualmente nas pressões de 4,28, 4,21, 5,45 e 4,21 bar, respectivamente (papel hidrossensível).

As barras em linha são referentes ao desvio padrão das médias.

Médias seguidas por letras diferentes entre as barras, diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey



Assim como para o DMV, os valores de SPAN em papel hidrossensível (Figura 6B) diferiram consideravelmente dos valores do analisador de partículas em tempo real (Figura 5C), em que os valores de SPAN para todas as pontas de pulverização em papel hidrossensível, ficaram abaixo dos valores do analisador de partículas em tempo real. Além do padrão de gráfico diferente entre as duas análises.

A diferença nas classes de DMV, assim como nos valores de SPAN, se deve ao fato de ocorrer o espalhamento da gota, que é dependente da superfície de contato, assim como a sobreposição de gotas (Freitas et al, 2022), além da impossibilidade a detecção de gotas muito finas no papel hidrossensível, vindo a influenciar de forma significativa o DMV e SPAN.

A diferença nos valores de DMV entre o analisador de partículas em tempo real e o papel hidrossensível (por meio de softwares como Dropsan), foi evidenciado por Ramos et al. (2019), no qual também observou valores superestimados de DMV para o papel hidrossensível.

Além das características inerentes ao papel hidrossensível, o fato de se ter utilizado um adjuvante redutor de deriva (Fulltec Max®) na avaliação do papel hidrossensível (enquanto que no analisador de partículas em tempo real se utilizou somente água), pode ter feito com que tenha ocorrido de fato um aumento do DMV na aplicação no campo, haja visto que adjuvantes redutores de deriva podem alterar o DMV (KLEIN et al., 2009; GRIESANG et al., 2017; ALVES et al., 2018), assim como na % V < 100 µm (ALVES et al., 2018) e SPAN (GRIESANG et al., 2017). Porém, a influência dos adjuvantes irá depender do tipo de ponta de pulverização (CUNHA et al., 2010), assim como da pressão de trabalho (SPANOGHE et al., 2007).

Outro fator que pode ter influenciado o DMV em condições de campo foi a adição do óleo mineral (Agefix®), além da possível presença de adjuvantes nas formulações dos herbicidas aplicados, conforme relatado por CARVALHO et al. (2017) e CARVALHO et al. (2018).

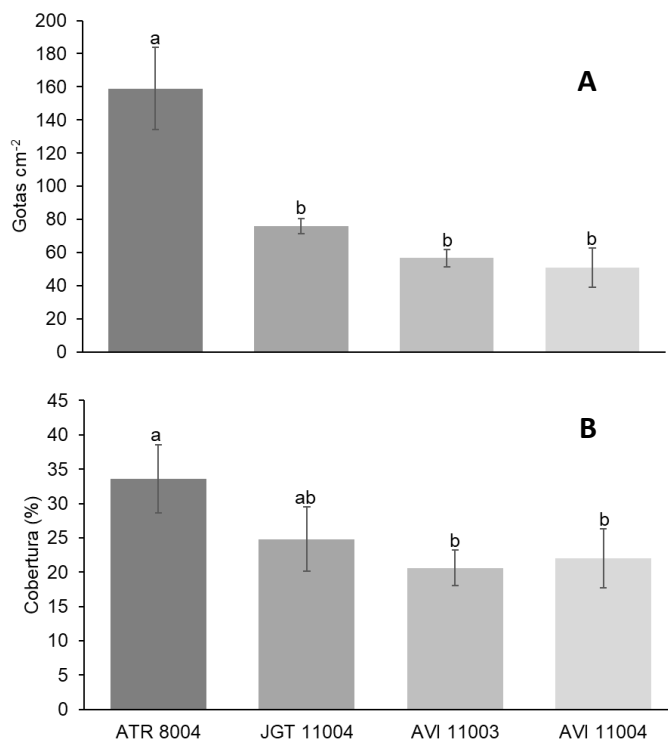
Entretanto, apesar das características técnicas do papel hidrossensível influenciar a estimativa do DMV (RAMOS et al., 2019), pelo fato de ser uma ferramenta prática, a mesma é muito utilizada e serve como comparativo e avaliativo da qualidade da aplicação em condições de campo. Até porquê, mesmo sem nenhum *software*, é possível visualizar, imediatamente após a aplicação, se a cobertura do alvo atendeu ou não ao propósito da pulverização (Freitas et al., 2022).

De acordo com a Figura 7A, os valores médios de densidade de gotas para as pontas ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004, foram de 159, 75,8, 56,6 e 51 gotas cm<sup>-2</sup> respectivamente, com a maior densidade de gotas apresentado pela ponta ATR 8004, devido ao fato de seu menor DMV em relação às demais pontas de pulverização.

**Figura 7:** Densidade de gotas – gotas cm<sup>-2</sup> (A) e cobertura (B) das pontas ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004 operando individualmente nas pressões de 4,28, 4,21, 5,45 e 4,21 bar, respectivamente (papel hidrossensível).

As barras em linha são referentes ao desvio padrão das médias.

Médias seguidas por letras diferentes entre as barras, diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey



No caso da cobertura (Figura 7B), os valores médios das pontas ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004, ficaram em 33,6, 24,8, 20,6 e 22% respectivamente. Com a maior cobertura da ponta ATR 8004 em relação as pontas AVI 11003 e AVI 11004, e sem diferença significativa em relação a JGT 11004. Enquanto que as pontas JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004 não diferiram significativamente entre si.

A maior cobertura apresentada pela ponta ATR 8004 em relação as pontas AVI 11003 e AVI 11004, é devido ao menor DMV do espectro de gotas formado pela ponta ATR 8004 (ZAIDAN et al., 2012; FERGUSON et al., 2016).

Apesar da diferença de densidade de gotas e cobertura entre as pontas de pulverização, tendo em vista que o 2,4-D possui pKa de 2,73 e log Kow de 2,81 (MOJIRI et al., 2020), o que confere ao mesmo translocação via xilema e floema (MENDES et al., 2022) e com isso caracterizando-o como herbicida sistêmico, os valores de densidade de gotas e cobertura das pontas de pulverização avaliadas ficaram dentro do recomendado para herbicidas sistêmicos, que é de 30 gotas cm<sup>-2</sup>

(MAGDALENA et al., 2010) e 10% (GRIESANG e FERREIRA, 2021) para densidade de gotas e cobertura respectivamente.

No caso do saflufenacil, pelo fato do mesmo possuir valores de pKa de 4,41 e log Kow de 2,6 (ASHIGH e HALL, 2010), esse herbicida possui certa mobilidade via floema (MENDES et al., 2022; GROSSMAN et al., 2011; CAVICHIOLI et al., 2021). Diferentemente de outros herbicidas do mesmo mecanismo de ação, como o fomesafen que não transloca (MENDES et al., 2022), assim como de outros herbicidas de contato como o diquat e glufosinato de amônio (mecanismos de ação diferentes do saflufenacil), que também não translocam (MENDES et al., 2022). Com isso, possivelmente o saflufenacil não demande altos valores de densidade de gotas e cobertura para uma adequada performance.

No caso de se utilizar as pontas AVI 11003 e AVI 11004 no mesmo volume de calda deste estudo ( $140 \text{ L ha}^{-1}$ ) para a aplicação dos herbicidas fomesafen, diquat e glufosinato de amônio, que requerem um mínimo de 50 gotas por  $\text{cm}^2$  (MAGDALENA et al., 2010) e uma cobertura de 10 a 20% (GRIESANG e FERREIRA, 2021; VAZ et al., 2024) em termos de densidade de gotas e cobertura, respectivamente, a aplicação não seria comprometida para ambas as variáveis. Isso se deve ao fato de que os valores médios obtidos neste estudo com as pontas AVI (Figuras 7A e 7B) atenderam aos requisitos mínimos necessários.

Contudo, a tendência atual é trabalhar com volumes de calda abaixo de  $70 \text{ L ha}^{-1}$  para aumentar o rendimento operacional e reduzir os custos de transporte (FREITAS et al., 2022). Sabe-se que a redução do volume de calda diminui a cobertura (COURSHEE, 1967). Nesse contexto, o uso das pontas AVI 11003 e AVI 11004 na aplicação de fomesafen, diquat e glufosinato de amônio, pode não atender os valores mínimos necessários de densidade de gotas e cobertura.

Porém, com relação ao volume de calda, a tendência atual é de se trabalhar com valores abaixo de  $70 \text{ L ha}^{-1}$  pelo fato de proporcionar maior rendimento operacional e menor custo de transporte (FREITAS et al., 2022), onde de conhecimento que a redução do volume de calda diminui a cobertura (COURSHEE 1967), o uso das pontas AVI 11003 e AVI 11004 possivelmente não seria ideal para a aplicação de herbicidas como fomesafen, diquat e glufosinato de amônio.

Os dados da análise de variância para o controle de buva (*Coryza spp.*), estão dispostos na Tabela 4 e demonstram que houve diferença no controle, aos 5, 19 e 33 dias após a aplicação, em pelo menos um dos tratamentos avaliados.

**Tabela 4:** Quadrado médio do controle de buva aos 5, 19 e 33 dias após a aplicação

Fator de variação	G.L	5 DAA	19 DAA	33 DAA
Pontas	4	3671,50*	5749,00*	7228,50*
Blocos	4	16,50 <sup>ns</sup>	9,00 <sup>ns</sup>	46,00 <sup>ns</sup>
Erro	16	11,50	14,62	59,75
CV		7,01	6,31	11,40
Média		48,40	60,60	67,40

Os quadrados médios com asterisco na linha diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>ns</sup>/ não significativo pelo teste f a 5% de probabilidade

Essa diferença é evidenciada pela Tabela 5, no qual as pontas de pulverização diferiram significativamente em relação a testemunha, alcançando valores acima de 80% de controle aos 33 dias após a aplicação, porém não diferiram entre si em nenhum dos três períodos de avaliação de controle.

**Tabela 5:** Porcentagem de controle de buva aos 5, 19 e 33 dias após a aplicação (DAA) de 2,4-D com saflufenacil, por meio das pontas ATR 8004, JGT 1104, AVI 1103 e AVI 1104

Ponta	5 DAA	19 DAA	33 DAA
Testemunha	0 b	0 b	0 b
ATR 8004	62 a	76 a	83 a
JGT 11004	61 a	75 a	81 a
AVI 11003	61 a	78 a	89 a
AVI 11004	58 a	74 a	86 a
CV	7,01	6,31	11,40
Média	48,40	60,60	67,40

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os valores de porcentagem de controle aos 33 dias após a aplicação (Tabela 5) mostram que as densidades e coberturas dos espectros de gotas gerados pelas pontas de pulverização atenderam às recomendações para a mistura de 2,4-D e saflufenacil.

Na Figura 8 é possível observar a infestação de plantas de buva na testemunha, assim como o efeito visual de controle aos 33 dias após a aplicação, pelas pontas ATR 8004, JGT 11004, AVI 1103 e AVI 1104.

**Figura 8:** Parcelas após 33 dias da aplicação de 2,4-D + saflufenacil. Testemunha, ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004



A porcentagem média de controle das pontas de pulverização, aos 33 dias após a aplicação, foi de 84,75%. Esse índice de controle obtido para todas as pontas de pulverização avaliadas pode ser atribuída à presença de algumas plantas rebrotadas (Figura 8). Para alcançar valores superiores a 90% de controle, a aplicação sequencial de um herbicida de contato, como o glufosinato de amônio, seria ideal.

Basicamente os estudos científicos envolvendo os herbicidas 2,4-D e saflufenacil no controle de buva são baseados na aplicação desses herbicidas de forma separada (geralmente associados ao glifosato), e em menor quantidade de forma sequencial.

Diversos autores relatam o controle eficaz da buva, sobretudo de populações com resistência ao glifosato, pelo saflufenacil (MELLENDORF et al., 2013; DALAZEN et al., 2015; BUDD et al., 2016; PEREIRA et al., 2016; MONTGOMERY et al., 2017; CESCO et al., 2019; SCHNEIDER et al., 2021). Porém, alguns autores relatam que a altura de plantas de buva tem forte influência no sucesso de controle pelo saflufenacil, tendo relação com a taxa de rebrote das plantas de buva. É o que foi constatado por Schneider et al. (2021) no ano de 2016, na associação de saflufenacil (49 g de i.a ha<sup>-1</sup>) com glifosato (1080 g de e.a ha<sup>-1</sup>), no qual o controle de buva decresceu de 100

para 83,7% (diferença significativa) quando a altura de plantas passou de até 5 cm para 16 a 25 cm, respectivamente, aos 28 dias após a aplicação. E no ano de 2017 a eficiência caiu de 96,5 para 47%, quando as plantas passaram de até 5 cm para 16 a 25 cm, aos 28 dias após a aplicação.

Difícilmente se tem alta eficácia no controle de plantas de buva em estágio mais avançados desenvolvimento (acima de 10 cm), com uma única aplicação (DALAZEN et al. 2015; CESCO et al., 2019; SCHNEIDER et al., 2021). Sendo assim, é necessário a adição de aplicações sequenciais com herbicidas de contato, como glufosinato de amônio, ou mesmo o saflufenacil (associado com glufosinato de amônio ou sozinho) após aplicação de herbicidas sistêmicos como glifosato e 2,4-D (OSIPE et al., 2011; ALBRECHT et al., 2022; ALBRECHT et al., 2023).

Outro herbicida utilizado para o controle de buva é o 2,4-D, no qual nos últimos anos tem sido amplamente utilizado. Em consequência do seu uso indiscriminado, conforme já mencionado, selecionou-se biótipos resistentes de buva a 2,4-D (QUEIROZ et al., 2020; QUEIROZ et al., 2022; SOUZA et al., 2023). Esse fato foi evidenciado pelo estudo de Albrecht et al. 2022, em plantas de buva maiores que 20 cm, no qual a associação 2,4-D (1.005 g de e.a por ha<sup>-1</sup>) com glifosato (1.500 g e.a por ha<sup>-1</sup>) atingiu controle menor do que 60% e 20% aos 21 e 42 dias após a aplicação, respectivamente.

Por outro lado, em populações de buva que não apresentam resistência ao 2,4-D, esse herbicida é uma ferramenta muito importante no manejo. É o que foi constatado por Takano et al. (2013), em condição de casa de vegetação, no qual a aplicação isolada de 2,4-D (670 g de e.a por ha<sup>-1</sup>) obteve 99 e 85% de controle em plantas de buva menores que 6 cm e entre 6 e 15 cm respectivamente. Assim como Takano et al. (2013), outros autores também demonstraram eficácia do 2,4-D no controle de buva (MONTGOMERY et al., 2017; OLIVEIRA NETO et al., 2019).

Além da escolha do herbicida e de suas associações, a espécie e a fase fenológica da planta daninha (relacionadas ao porte e número de folhas), o DMV das gotas produzidas na aplicação também pode influenciar significativamente a eficácia do controle (ALMEIDA et al., 2016; FERGUSON et al., 2018; FRANCA et al., 2020a; FRANCA et al., 2020b; OLIVEIRA et al., 2021).

Creech et al. (2016) observaram esse efeito no controle de *Chenopodium giganteum*, *Helianthus annuus*, *Glycine max* (L.) Merrill, *Solanum lycopersicum* L. e *Abutilon theophrasti* com o uso de 2,4-D, utilizando DMV variando de 219 µm ( $V < 141$

$\mu\text{m}$ : 18,9%) a 613  $\mu\text{m}$  ( $V < 141 \mu\text{m}$ : 0,5%). O melhor desempenho foi observado com DMV entre 246  $\mu\text{m}$  ( $V < 141 \mu\text{m}$ : 13,3%) e 518  $\mu\text{m}$  ( $V < 141 \mu\text{m}$ : 1%), ou seja, entre classes de gotas médias a extremamente grossas, respectivamente (ASABE, 2020).

Esse resultado pode ser atribuído ao fato de que o 2,4-D apresenta um alto potencial de perda por deriva (GROVER et al., 1972; EGAN e MORTENSEN, 2012; EGAN et al., 2014; KALSING et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2019a; OLIVEIRA et al., 2019b), sendo que as gotas finas (menores tamanhos de gotas estudadas) são mais suscetíveis a essa perda.

Entretanto, no mesmo estudo de Creech et al. (2016), ao se utilizar DMV entre 224  $\mu\text{m}$  ( $V < 141 \mu\text{m}$ : 17,8%) e 622  $\mu\text{m}$  ( $V < 141 \mu\text{m}$ : 0,5%), não se observou influência desse fator no controle das plantas daninhas avaliadas com o uso do saflufenacil de forma isolada.

Diferente do 2,4-D, o saflufenacil é um herbicida menos problemático quanto a perdas por volatilização, devido à menor pressão de vapor (BASF, 2008; PETERSON et al., 2015; CORRÊA et al., 2019; PIRES et al., 2022) e com isso não requer tanta preocupação quanto ao uso de gotas com maior DMV, apesar de não ser dependente de boa cobertura, pois possui certa translocação via floema, diferentemente de outros herbicidas do mesmo mecanismo de ação, no caso, inibidores da PROTOX (ASHIGH e HALL, 2010; GROSSMAN et al., 2011; CAVICHIOLI et al., 2021).

A partir dos resultados da aplicação e controle da buva, qualquer ponta de pulverização avaliada pode ser utilizada para aplicação da mistura 2,4-D e saflufenacil com volume de calda de  $140 \text{ L ha}^{-1}$ . No entanto, as pontas AVI 11003 e AVI 11004 são as mais seguras, pois produzem menos gotas menores que  $100 \mu\text{m}$  (espectro de gotas muito grossas a extremamente grossas), reduzindo a deriva, especialmente considerando o alto potencial de deriva do 2,4-D.

## 5. CONCLUSÕES

- O DMV obtido pelo analisador de partículas em tempo real para pontas de pulverização ATR 8004, JGT 11004, AVI 11003 e AVI 11004, operando individualmente nas pressões de 4,28, 4,21, 5,45 e 4,21 bar é de 162,27 (gotas finas), 277,43 (gotas médias), 458,8 (gotas muito grossas) e 531,67  $\mu\text{m}$  (gotas extremamente grossas), respectivamente;
- As classes de gotas fina, média, muito grossa e extremamente grossa não influenciam a eficácia da mistura 2,4-D + saflufenacil no controle da buva;
- As pontas de pulverização AVI 11003 e AVI 11004 que produziram gotas muito grossas e extremamente grossas, respectivamente, são as mais indicadas para a aplicação da mistura 2,4-D e saflufenacil;
- O papel hidrossensível é uma metodologia adequada para se determinar a cobertura e densidade de gotas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, R.W.S. et al. Evaluation of weeds as virus reservoirs in watermelon crops. **Planta Daninha**, v.36, p.e018171593, 2018.
- ALBRECHT, A. J. P. et al. Control of *Conyza* spp. with sequential application of glufosinate in soybean pre-sowing. **Ciência Rural**, v. 50, p. e20190868, 2020.
- ALBRECHT, L. P.; ALBRECHT, A. J. P.; SILVA, A. F. M.; et al. Sumatran fleabane (*Conyza sumatrensis* [Retz.] E. Walker) control in soybean with combinations of burndown and preemergence herbicides applied in the off-season. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 89, p. e00052022, 2022.
- ALBRECHT, A. J. P.; ALBRECHT, L. P.; SILVA, A. F. M.; et al. Incremento na eficácia de herbicidas no controle de plantas daninhas devido a aplicação sequencial de glufosinate + saflufenacil. **REVISTA DE AGRICULTURA NEOTROPICAL**, v. 10, n. 2, p. e7125–e7125, 2023.
- ALMEIDA, D. P.; AGOSTINI, A. R.; YAMAUCHI, A. K.; et al. Application Volumes and Sizes of Droplets for the Application of Diquat Herbicide in the Control of *Eichhornia crassipes*. **Planta Daninha**, v. 34, p. 171–179, 2016.
- ALVARENGA, C.B. **Automatização de um pulverizador hidropneumático visando o controle de espectro em função do déficit de pressão de vapor d'água no ar**. 2012. 119f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa - MG, 2012.
- ALVES, G.; KRUGER, G. R.; CUNHA, J. P. A. R. Spray drift and droplet spectrum from dicamba sprayed alone or mixed with adjuvants using air-induction nozzles. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, p. 693–702, 2018.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS. **ASABE Standard S-572.3: Spray nozzle classification by droplet spectra**. St. Joseph, Michigan. 2020.

ANTUNIASSI, U. R.; BAIO, F. H. R. Tecnologia de aplicação de defensivos. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. P. 174-175.

ANTUNIASSI, U. R.; CARVALHO, F.K.; MOTA, A. A. B.; CHIECHETTO, R. G. Seleção de pontas de pulverização. In: ANTUNIASSI, U. R.; CARVALHO, F. K.; MOTA, A. A. B.; CHECHETTO, R. G. **Entendendo a tecnologia de aplicação**. 3. ed. Botucatu: FEPAF, 2022. p. 20-38.

ARVIDSSON, T.; BERGSTRÖM, L.; KREUGER, J. Spray drift as influenced by meteorological and technical factors. **Pest Management Science**, v. 67, n. 5, p. 586–598, 2011.

ASHIGH, J.; HALL, J. C. Bases for Interactions between Saflufenacil and Glyphosate in Plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 12, p. 7335–7343, 2010.

ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS – ALAM. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, v. 1, n. 1, p. 35-38, 1974.

Badische Anilin and Soda Fabrik (BASF) (2008). Agricultural Products KIXORTM herbicide: **Worldwide Technical Brochure (GL-69288)**. North Carolina, NC: Agricultural Products Division, Research Triangle Park.

BAIO, F. H. R.; SCARPIN, I. M.; SILVA, E. E. da. PAPEL HIDROSENSÍVEL E ALTERNATIVO FOTOGRÁFICO EM ENSAIOS DE DEPOSIÇÃO DE GOTAS. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 9, n. 4, p. 339–347, 2015.

BHOWMIK, P.C.; BEKECH, M.M. Horseweed (*Conyza canadensis*) seed production, emergence, and distribution in no-tillage and conventional tillage corn (*Zea mays*). **Agronomy**, New York, v.1, n.1, p.67-71, 1993.

BUDD, C. M.; SOLTANI, N.; ROBINSON, D. E.; et al. Glyphosate-Resistant Horseweed (*Conyza canadensis*) Dose Response to Saflufenacil, Saflufenacil plus Glyphosate, and Metribuzin plus Saflufenacil plus Glyphosate in Soybean. **Weed Science**, v. 64, n. 4, p. 727–734, 2016.

CAMARA, F.T.; SANTOS, J.L.; SILVA, E.A.; FERREIRA, M.D.C. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de bicos hidráulicos de jato plano de faixa expandida XR11003. **Engenharia Agrícola**, v.28, n.4, p. 740–749, 2008.

CANTU, R. M. et al. Herbicide alternative for *Conyza sumatrensis* control in pre-planting in no-till soybeans. **Advances in Weed Science**, v. 39, p. e2021000025, 2021.

CARVALHO, F. K.; ANTUNIASSI, U. R.; CHECHETTO, R. G.; et al. Viscosity, surface tension and droplet size of sprays of different formulations of insecticides and fungicides. **Crop Protection**, v. 101, p. 19–23, 2017.

CARVALHO, F. K.; ANTUNIASSI, U.; CHECHETTO, R.; et al. Viscosity, surface tension and droplet size of spray liquids containing formulations of insecticides and fungicides with oil-based adjuvants. **Aspects of Applied Biology**, v. 137, p. 190, 2018.

CAVICHIOLO, B. M.; BARBIERI, G. F.; PIGATTO, C. S.; et al. Control and translocation of saflufenacil in fleabane (*Conyza* spp.) according to plant integrity. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v. 74, n. 2, p. 9523–9530, 2021.

CESCO, V. J. S. et al. Management of Resistant *Conyza* spp. During Soybean Pre-sowing. **Planta Daninha**, v. 37, p. e019181064, 2019.

CHRISTOFOLETTI, J.C. Considerações sobre tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. São Paulo: Teejet, 1999. 15p.

CONCENÇO, G. et al. Ciência das plantas daninhas: histórico, biologia, ecologia e fisiologia. In: MONQUERO, P.A. (Ed.). **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos: Editora Rima – SBCPD, 2014. p.1-29.

CORRÊA, F. R.; DAMIN, V.; BARROSO, A.; et al. Saflufenacil Dose-Response Curves Applied to Brazilian ‘Cerrado’ Soils. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, p. 349, 2019.

CORREIA, N. M. Management and development of fleabane plants in central Brazil. **Planta Daninha**, v. 38, p. e020238215, 2020.

COURSHEE, R. J. Application and use of foliar fungicides. In: TORGESON, D. C (Ed). **Fungicide- An advance treatise**. New York: Academic Press, 1967. P. 239-286.

C R, C.; CHANDER, S.; GHOSH, D. HERBICIDE APPLICATION METHODOLOGIES: INFLUENCE OF NOZZLE SELECTION, DROPLET SIZE AND SPRAY DRIFT ON EFFECTIVE SPRAYING – **A REVIEW**. 2019.

CREECH, C.; HENRY, R.; FRITZ, B.; et al. Influence of Herbicide Active Ingredient, Nozzle Type, Orifice Size, Spray Pressure, and Carrier Volume Rate on Spray Droplet Size Characteristics. **Weed Technology**, v. 29, p. 150304140224007, 2015.

CREECH, C. F.; MORAES, J. G.; HENRY, R. S.; et al. The Impact of Spray Droplet Size on the Efficacy of 2,4-D, Atrazine, Chlorimuron-Methyl, Dicamba, Glufosinate, and Saflufenacil. **Weed Technology**, v. 30, n. 2, p. 573–586, 2016.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; COURY, J. R.; et al. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, v. 21, p. 325–332, 2003.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C.; COURY, J. R. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 977–985, 2004.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F. Avaliação de pontas de pulverização hidráulicas na aplicação de fungicida em feijoeiro. **Ciência Rural**, v. 35, p. 1069–1074, 2005.

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

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

DALAZEN, G.; KRUSE, N. D.; MACHADO, S. L. O.; et al. Sinergismo na combinação de glifosato e saflufenacil para o controle de buva. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, p. 249–256, 2015.

DAN, H.A.; BRAZ, G.B.P.; BIFFE, D.F.; ALONSO, D.G.; RAIMONDI, M.A. Histórico da Infestação de Buva Resistente a Herbicida no Mundo e no Brasil. In: **Buva: fundamento e recomendações para manejo**. Curitiba: Ompipax, 2013. p.5-10.

DAUER, J. T. et al. Temporal and spatial dynamics of long-distance *Conyza canadensis* seed dispersal. **Journal of Applied Ecology**, v. 44, n. 1, p. 105–114, 2007.

EGAN, J. F.; BARLOW, K. M.; MORTENSEN, D. A Meta-Analysis on the Effects of 2,4-D and Dicamba Drift on Soybean and Cotton. **Weed Science**, v. 62, n. 1, p. 193–206, 2014.

FERGUSON, J. C.; HEWITT, A. J.; O'DONNELL, C. C. Pressure, droplet size classification, and nozzle arrangement effects on coverage and droplet number density using air-inclusion dual fan nozzles for pesticide applications. **Crop Protection**, v. 89, p. 231–238, 2016.

FERGUSON, J. C.; CHECHETTO, R. G.; ADKINS, S. W.; et al. Effect of spray droplet size on herbicide efficacy on four winter annual grasses. **Crop Protection**, v. 112, p. 118–124, 2018.

FERREIRA, D. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36–41, 2008.

FERREIRA, L. R.; VIANA, R. G.; TEIXEIRA, M. M.; SANTOS, L. D. T.; MACHADO, A. F. L. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários em pequenas propriedades e regiões montanhosas. In: ZAMBOLIM, L.; PICANÇO, M.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; JESUS, J. C. W. **Produtos Fitossanitários**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa (Ufv), 2008. p. 607-649.

FERREIRA, M. C.; LOHMANN, T. R.; CAMPOS, A. P.; et al. Distribuição volumétrica e diâmetro de gotas de pontas de pulverização de energia hidráulica para controle de corda-de-viola. **Planta Daninha**, v. 29, p. 697–705, 2011.

FRANCA, L. X.; DODDS, D. M.; BUTTS, Thomas R.; et al. Droplet size impact on lactofen and acifluorfen efficacy for Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) control. **Weed Technology**, v. 34, n. 3, p. 416–423, 2020<sup>a</sup>.

FRANCA, L. X.; DODDS, D. M.; BUTTS, Thomas R.; et al. Evaluation of optimal droplet size for control of Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) with acifluorfen. **Weed Technology**, v. 34, n. 4, p. 511–519, 2020<sup>b</sup>.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L.R.; NASCIMENTO, P. G. M. L. Métodos de aplicação de herbicidas para pequenas propriedades e áreas declivosas. In: KARAM, D.; MASCARENHAS, M. H. T.; SILVA, J. B. (Org). **A Ciência das Plantas Daninhas na Sustentabilidade dos Sistemas Agrícolas**. V. 1. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. P. 269-296.

FREITAS, F.C.L.; FERREIRA, L.R.; SOUZA, W.M.; MORAES, H.M.F.; PAIVA, A.C.G. Desafios e avanços na tecnologia de aplicação de herbicidas. *in*: MENDES, K.F.; SILVA, A.A. (Org.). **Plantas daninhas, herbicidas**. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo - SP: Oficina de textos, p. 129-171, 2022.

GRIESANG, F. et al. How Much Do Adjuvant and Nozzles Models Reduce the Spraying Drift? Drift in Agricultural Spraying. **American Journal of Plant Sciences**, v. 08, p. 2785–2794, 2017.

GRIESANG, F.; FERREIRA, M. C. Tecnologia de aplicação: Como evitar a deriva? In: GUIMARÃES, A. C. D.; INOUE, M. H.; IKEDA, F. S. (Org.). **Estratégias de Manejo de Plantas Daninhas para Novas Fronteiras**. Curitiba, PR: Editora da SBCPD. Cáceres, MT: Editora da Unemat, 2018.

GRIESANG, F.; FERREIRA, M.C. Tecnologia de aplicação para herbicidas. In: BARROSO, A.A.M.; MURATA, A.T. (Org.). **Matologia: Estudos sobre plantas daninhas**. 1<sup>a</sup> ed. Jaboticabal – SP: Fábrica da Palavra, p.428-449, 2021.

GROSSMANN, K. et al. Saflufenacil (Kixor™): Biokinetic Properties and Mechanism of Selectivity of a New Protoporphyrinogen IX Oxidase Inhibiting Herbicide. **Weed Science**, v. 59, n. 3, p. 290–298, 2011.

GROVER, R.; MAYBANK, J.; YOSHIDA, K. Droplet and Vapor Drift from Butyl Ester and Dimethylamine Salt of 2,4-D. **Weed Science**, v. 20, n. 4, p. 320–324, 1972.

HARTZLE, R.G. e HANNA M. Selecting Nozzles for Post-emergence Herbicides. Integrated Crop Management News (Paper 2326), **Iowa State University**. 2016.

HEAP I. List of Herbicide Resistant Weeds by Weed Species. Disponível em: <<https://weedsociety.org/Pages/Species.aspx>>. Acesso em: 25 ago. 2023.

HOLM, L. et al. **World Weeds: Natural Histories and Distribution**. [s.l.]: John Wiley e Sons, 1997.

JACTO. Bicos jacto. Pompéia, São Paulo, Brasil. 108p. 2023.  
<<https://jacto.com/brasil/products/bicos-e-acessorios/guia-de-bicos>>. Acesso em: 22 de abril de 2024.

KALSING, A.; ROSSI, C.; LUCIO, F.; et al. Effect of Formulations and Spray Nozzles on 2,4-D Spray Drift under Field Conditions. **Weed Technology**, v. 32, p. 379–384, 2018.

KLEIN, R.; GOLUS, J.; NELMS, K. The Effect of Adjuvants, Pesticide Formulation, and Spray Nozzle Tips on Spray Droplet Size. **West Central Research and Extension Center**, North Platte, 2009. Disponível em: <<https://digitalcommons.unl.edu/westcentresext/97>>. Acesso em: 16 de julho de 2024.

KRAMER, M. D.; LEGLEITER, T. R. Influence of Broadcast Nozzle Design and Weed Density on Dicamba Plus Glyphosate Deposition, Coverage, and Efficacy in Dicamba-Resistant Soybean. **Frontiers in Agronomy**, v. 4, 2022. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fagro.2022.903669>>. Acesso em: 25 fev. 2024.

Köppen, W., & Geiger, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes.

Köppen, W. (1931). Grundriss der Klimakunde: outline of climate science (p. 388). Berlin: Walter de Gruyter.

LAMEGO, F. P.; VIDAL, R. A. Resistência ao glyphosate em biótipos de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Planta Daninha**, v. 26, p. 467–471, 2008.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 7ª ed. Nova Odessa – SP: Instituto Plantarum, 2014. 379 p.

MACIEL, C. D. G. et al. Eficiência e seletividade dos herbicidas trifloxysulfuron-sodium + ametryne e hexazinone + diuron em função da tecnologia de aplicação e do manejo mecânico da palha de cana-de-açúcar na linha de plantio. **Planta Daninha**, v. 26, p. 665–676, 2008.

MAGDALENA, C.J.; CASTILLO, B.H.; DI PRINZIO, A.; HOMER, I. B.; VILLALBA, J. **Tecnología de aplicación de agroquímico**. 1o ed. Argentina, 2010.

MAHAJAN, G.; PRASAD, A.; CHAUHAN, B. S. Seed germination ecology of Sumatran fleabane (*Conyza sumatrensis*) in relations to various environmental parameters. **Weed Science**, v. 69, n. 6, p. 687–694, 2021.

MATUO, T. Fundamentos da tecnologia de aplicação de agrotóxicos. In: GUEDES, J.V.C.; DORNELES, S.H.B. (Org.). **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**. Santa Maria: Departamento de Defesa Sanitária: Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998.

MAYNARD, R. A.; WOMAC A. R.; KIRK, I. W. Nozzle Classification Factors for Ground Applications. In: **ASAE ANNUAL MEETING**, paper nº 961074, Phoenix, AZ, 1996.

MELLENDORF, T. G.; YOUNG, J. M.; MATTHEWS, J. L.; et al. Influence of Plant Height and Glyphosate on Saflufenacil Efficacy on Glyphosate-Resistant Horseweed (*Conyza canadensis*). **Weed Technology**, v. 27, n. 3, p. 463–467, 2013.

MENDES, K.F.; MIELKE, K.C.; D'ANTONINO, L.; SILVA, A.A. Retenção, absorção, translocação e metabolismo de herbicidas em plantas. *in*: MENDES, K.F.; SILVA, A.A. (Org.). **Plantas daninhas, herbicidas**. 2ª ed. São Paulo - SP: Oficina de textos, p. 57-73, 2022.

MILLER, P.C.H. Reducing the risk of drift from boom sprayers. In: RAETANO, C.G.; ANTUNIASSI, U.R. **Qualidade em tecnologia de aplicação**. Botucatu: Fepaf, 2004. P. 110-124.

MOHAMMED, T.; AL-OBADUI, I.; AL-OBADUI, H.; et al. Effect of Nozzle on Efficiency of Herbicide on Weeds in Wheat. **Indian Journal of Ecology**. v. 48, n.13, p. 156-159, 2022.

MOJIRI, A.; ZHOU, J. L.; ROBINSON, B.; OHASHI, A.; OZAKI, N.; KINDAICHI, T.; FERRAJI, H.; VAKILI, M.. Pesticides in aquatic environments and their removal by adsorption methods. **Chemosphere**, v. 253, p. 126646, 2020.

MONTGOMERY, G. B.; TREADWAY, J. A.; REEVES, J. L.; et al. Effect of Time of Day of Application of 2,4-D, Dicamba, Glufosinate, Paraquat, and Saflufenacil on Horseweed (*Conyza canadensis*) Control. **Weed Technology**, v. 31, n. 4, p. 550–556, 2017.

MOREIRA, M. S. et al. Crescimento diferencial de biótipos de *Conyza* spp. resistente e suscetível ao herbicida glifosato. **Bragantia**, v. 69, p. 591–598, 2010a.

MURPHY, S. D.; MILLER, P. C. H.; PARKIN, C. S. The Effect of Boom Section and Nozzle Configuration on the Risk of Spray Drift. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 75, n. 2, p. 127–137, 2000.

NANDULA, V. K.; EUBANK, T. W.; POSTON, D. H.; et al. Factors affecting germination of horseweed (*Conyza canadensis*). **Weed Science**, v. 54, n. 5, p. 898–902, 2006.

NORRIS, R. F.; KOGAN, M.. Ecology of interactions between weeds and arthropods. **Annual Review of Entomology**, v. 50, n. 1, p. 479–503, 2005.

NOVAIS, G. UNIDADES CLIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA (MG)  
CLIMATE UNITS OF THE MUNICIPALITY OF UBERLÂNDIA (MG). **Revista de Ciências Humanas**, v. 21, p. 223, 2021.

OLIVEIRA NETO, Antonio Mendes De; CONSTANTIN, Jamil; OLIVEIRA JÚNIOR, Rubem Silvério De; et al. Management of Sumatran fleabane after maize harvest in the fallow period shorter than 60 days. *Communications in Plant Sciences*, v. 8, n. 1, 2019. Disponível em: <<https://cpsjournal.org/2019/07/30/cps2019009/>>. Acesso em: 25 fev. 2024.

OLIVEIRA, R. S. et al. Tecnologia de aplicação para herbicidas. In: BARROSO, A.A.M.; MURATA, A.T. (Org.). **Matologia: Estudos sobre plantas daninhas. 1ª ed.** Jaboticabal – SP: Fábrica da Palavra, p.170-204, 2021.

OLIVEIRA, R. B.; PRECIPITO, L. M. B.; GANDOLFO, M. A.; et al. Effect of droplet size and leaf surface on retention of 2,4-D formulations. **Crop Protection**, v. 119, p. 97–101, 2019<sup>a</sup>.

OLIVEIRA, G. M. P. de; GANDOLFO, M. A.; OLIVEIRA, R. B. de; et al. POTENTIAL DRIFT AND INJURY OF HERBICIDES SPRAYED IN A WIND TUNNEL. **Engenharia Agrícola**, v. 39, p. 75–82, 2019<sup>b</sup>.

OSIPE, J.B.; ZENY, E.P.; CUNHA, B.A.; OSIPE, R; RIOS, F.A.; FRANCHINI, L.H.; BRAZ, G.B.P e TEIXEIRA, E.A., Eficiência de misturas de herbicidas no controle de buva de diferentes alturas. In: **Resumos do 3º Simpósio Internacional de Glyphosate**. Botucatu, SP: FEPAF, p. 199-202, 2011.

OTTAVINI, D.; PANNACCI, E.; ONOFRI, A.; et al. Effects of Light, Temperature, and Soil Depth on the Germination and Emergence of *Conyza canadensis* (L.) **Cronq. Agronomy**, v. 9, n. 9, p. 533, 2019.

OZKAN, H.E. Reduzindo a deriva nas pulverizações. Disponível em: <http://www.comam.com.br>. Acesso em: 21 abr. 2024.

PANISSON, E.; BOLLER, W.; REIS, E.M. Avaliação da deposição de calda em anteras de trigo, para o estudo do controle químico de giberela (*Gibberella zeae*). **Engenharia Agrícola**. V.24, n.1, p. 111-120, 2004.

PEDROSO, R. M. et al. Mesotrione use for selective post-emergence control of glyphosate-resistant *Conyza* spp. in black oats. **Adv Weed Sci**, v. 39, p. 2021.

PEREIRA, L. V.; CARVALHO, L. B.; MAGRO, T. D. Controle químico de buva resistente a glyphosate é mais eficaz no pré-florescimento ou no rebrote? **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 15, n. 3, p. 277–280, 2016.

PETERSON, M.; MCMASTER, S.; RIECHERS, D.; et al. 2,4-D Past, Present, and Future: A Review. **Weed Technology**, v. 30, 2015.

PINHEIRO, J.B. et al. Reaction of weeds, found in vegetable production areas, to root-knot nematodes *Meloidogyne incognita* and *M. enterolobii*. **Horticultura Brasileira**, v.37 n.4, p.445-450, 2019.

PIRES, J. L. M.; ABI-SAAB, O. J. G.; SACHS, L. G.; et al. Efeito da umidade relativa do ar na volatilidade de herbicidas / Effect of relative humidity in the volatility of herbicides. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 4, p. 24943–24953, 2022.

QUEIROZ, A. R. S.; DELATORRE, C. A.; LUCIO, F. R.; et al. Rapid necrosis: a novel plant resistance mechanism to 2,4-D. **Weed Science**, v. 68, n. 1, p. 6–18, 2020.

QUEIROZ, A. R. S. de; DELATORRE, C. A.; MARKUS, C.; et al. Rapid necrosis II: physiological and molecular analysis of 2,4-D resistance in Sumatran fleabane (*Conyza sumatrensis*). **Weed Science**, v. 70, n. 1, p. 36–45, 2022.

RAETANO, C. G.; MOTA, A. A. B. Pontas de pulverização hidráulica. In: ANTONIASSI, R. U.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. 2 ed. Passo Fundo; Botucatu: Aldeira Norte; FEPAF, 2019. P. 67-90.

RAMOS, G.; ANTUNIASSI, U. R.; ARAÚJO, V. C. R.; JUNIOR, V. M. C.; CARVALHO, F. K. Desempenho de softwares de análise de gotas em papel hidrossensível. **SINTAG - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação**, 09 – 11 de setembro de 2019 – Campo Grande/MS – Brasil. p.418 a 421.

REGEHR, D. L.; BAZZAZ, F. A. The Population Dynamics of *Erigeron Canadensis*, A Successional Winter Annual. **The Journal of Ecology**, v. 67, n. 3, p. 923, 1979.

ROLLIN, M.J.; TAN. First report of glyphosate resistant flax-leaf fleabane from the western Darling Downs. In: FLEABANE. 2004, Toowoomba, Australia. **Proceedings**. CRC for Australian Weed Management, 2004. p. 7-15.

SALES JR. et al. Patogenicidade de espécies de *Macrophomina* coletadas de plantas daninhas em feijão-caupi. **Revista Caatinga**, v.33, n.2, p.95-401, 2020.

SANTOS, G. et al. Aspectos da biologia e da germinação da buva. In: CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.S; OLIVEIRA NETO, A.M. **Buva: fundamentos e recomendações para manejo**. Curitiba, Pr: Omnipax, p. 11-25, 2013.

SANTOS G. et al. Multiple resistance of *Conyza sumatrensis* to Chlorimuron-ethyl and to Glyphosate. **Planta Daninha**. 2014;32(2):409-16.

SASAKI, R. S.; TEIXEIRA, M. M.; MACIEL, Christiam F. S.; et al. Espectro das gotas produzidas por pontas de jato plano duplo defasado com indução de ar. **Revista Engenharia na Agricultura - REVENG**, v. 24, n. 3, p. 211–218, 2016.

SCHNEIDER, T.; CAMERA, J. N.; KOEFENDER, J.; et al. Herbicide performance in the control of *Conyza* spp. where three plant heights. **Bioscience Journal**, v. 37, p. e37091–e37091, 2021.

SHIRATSUCHI, L. S.; FONTES, J. R. A. Tecnologia de aplicação de herbicidas. **Embrapa Cerrados**, Planaltina-DF, 2002. 30 p.

SILVA, J. W.; GUIMARÃES, E. C.; TAVARES, M. Variabilidade temporal da precipitação mensal e anual na estação climatológica de Uberaba, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.3, p.665-674, 2003

SILVA, A.A. et al. Biologia de plantas daninhas. In: SILVA, A.A. et al. **Proteção de plantas: manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Editora Cead, 2010. p. 4-15.

SOARES, D. J. et al. Growth and development of *Conyza bonariensis* based on days or thermal units. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, p. 45–53, 2017.

- SOUZA, A. S.; LEAL, J. F. L.; MONTGOMERY, J. S.; et al. Nontarget-site resistance due to rapid physiological response in 2,4-D resistant *Conyza sumatrensis*: reduced 2,4-D translocation and auxin-induced gene expression. **Pest Management Science**, v. 79, n. 10, p. 3581–3592, 2023.
- SPANOGHE, P.; DE SCHAMPHELEIRE, M.; VAN DER MEEREN, P.; et al. Influence of agricultural adjuvants on droplet spectra. **Pest Management Science**, v. 63, n. 1, p. 4–16, 2007.
- TAKANO, H. K.; JUNIOR, R. S. O.; CONSTANTIN, J.; et al. Efeito da adição do 2,4-D ao glyphosate para o controle de espécies de plantas daninhas de difícil controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 12, n. 1, p. 1–13, 2013.
- TREZZI, M. M. et al. Competitive ability of soybean cultivars with horseweed (*Conyza bonariensis*). **Planta Daninha**, v. 31, p. 543–550, 2013.
- UREMIS, I.; BAYAT, A.; ULUDAG, A.; et al. Studies on different herbicide application methods in second-crop maize fields. **Crop Protection**, v. 23, n. 11, p. 1137–1144, 2004.
- VANGESSEL, M. J. Glyphosate-Resistant Horseweed from Delaware. **Weed Science**, v. 49, n. 6, p. 703–705, 2001.
- VARGAS L. et al. Buva (*Conyza bonariensis*) resistente ao glyphosate na região sul do Brasil. **Planta Daninha**. 2007;25(3):573-8.
- VAZ, V.; LEMOS, A. S.; SOUZA, W. M.; et al. Spray volume and droplet spectrum in the control of *Bidens pilosa* and *Ipomoea triloba* with the Fomesafen herbicide. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n.8 p. 1–7, 2024.
- VIANA, R.G. **Avaliação de pontas de pulverização sob diferentes condições operacionais**. 2006. 44 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; TEIXEIRA, M. M.; et al. Deposição de gotas no dossel da soja por diferentes pontas de pulverização hidráulica e pressões de trabalho. **Revista Engenharia na Agricultura - REVENG**, v. 16, n. 4, 2008.

Disponível em: <<https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/52>>. Acesso em: 22 mar. 2024.

WOLF, R.E. Strategies to reduce spray drift. Kansas: KSU, 2000. 4 p. (**Application Technology Series**).

WANG, S.; LI, X.; NUYTENS, D.; et al. Evaluation of compact air-induction flat fan nozzles for herbicide applications: Spray drift and biological efficacy. **Frontiers in Plant Science**, v. 14, 2023. Disponível em:

<<https://www.frontiersin.org/journals/plantscience/articles/10.3389/fpls.2023.101862>>. Acesso em: 26 fev. 2024.

WU, H. et al. Germination, persistence, and emergence of flaxleaf fleabane (*Conyza bonariensis* [L.] Cronquist). **Weed Biology and Management**, v. 7, n. 3, p. 192–199, 2007.

YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Germinação de sementes de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* em função da presença de alumínio no substrato. **Ciência Rural**, v. 41, p. 599–601, 2011.

ZAIDAN, S. E.; GADANHA JR, C. D.; GANDOLFO, M. A.; et al. Performance of spray nozzles in land applications with high speed. **Engenharia Agrícola**, v. 32, p. 1126–1132, 2012.

ZINZOLKER, A; KIGEL, J. e RUBIN, B. Effects of environmental factors on the germination and flowering of *Conyza albida*, *C. bonarienses* and *C. canadenses*. **Phytoparasitica**, 13(3/4):229-230, 1985.

ZOBIOLE, L. H. S. et al. Management Programs to Control *Conyza* spp. in Pre-Soybean Sowing Applications. **Planta Daninha**, v. 36, p. e018175883, 2018.