

PEDRO HENRIQUE CASTRO MAGALHÃES FERREIRA

**CONTROLE EFICIENTE DE BUVA POR MEIO DE PONTAS E TAXAS DE
APLICAÇÃO DE DICAMBA**

Botucatu

2023

PEDRO HENRIQUE CASTRO MAGALHÃES FERREIRA

**CONTROLE EFICIENTE DE BUVA POR MEIO DE PONTAS E TAXAS DE
APLICAÇÃO DE DICAMBA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Proteção de Plantas.

Orientador (a): Caio Antônio Carbonari

Coorientador (a): Edivaldo D. Velini

Botucatu

2023

F383c

Ferreira, Pedro Henrique Castro Magalhães

Controle eficiente de buva por meio de pontas e taxas de aplicação de dicamba / Pedro Henrique Castro Magalhães Ferreira. -- Botucatu, 2023

47 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu

Orientador: Caio Antônio Carbonari

Coorientador: Edivaldo Domingues Velini

1. Efeito das pontas de aplicação. 2. Efeito de pontas associadas a diferentes taxas de aplicação. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

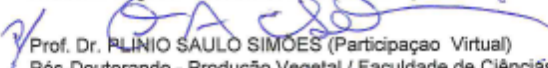
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: CONTROLE EFICIENTE DE BUVA POR MEIO DE PONTAS E TAXAS DE APLICAÇÃO DE DICAMBA

AUTOR: PEDRO HENRIQUE CASTRO MAGALHÃES FERREIRA

ORIENTADOR: CAIO ANTONIO CARBONARI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Agronomia (Proteção de Plantas), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. CAIO ANTONIO CARBONARI (Participação Virtual)
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu


Prof. Dr. PLÍNIO SAULO SIMÕES (Participação Virtual)
Pós-Doutorando - Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP


Pesquisador Dr. CAIO FORTES (Participação Virtual)
/ Syngenta

Botucatu, 22 de maio de 2023

*A Jesus, que me permitiu viver! E aos meus familiares
Carlos Henrique Castro Magalhães Ferreira, Márcia de
Castro Magalhães Ferreira, Juliana Castro Magalhães
Ferreira e Bartolomeu Magalhães, que me suportam em
cada simples passo que dou,
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Jesus, que colocou em mim alegria no que faço e paixão pela agricultura!
E a minha família e amigos que me ensinaram a dar sempre o meu melhor! A vocês os meus mais sinceros agradecimentos.

RESUMO

O herbicida dicamba é um dos herbicidas que pode ser utilizado para o controle de *Conyza* spp. (Buva) resistente ao glifosato, porém em função dos problemas relacionados a sua volatilização e deriva, seu uso tem sido pouco difundido. Diante disso, objetivou-se avaliar a eficácia de pontas e taxas de aplicação do herbicida dicamba associado a outros herbicidas em pré-semeadura, para controle dessa espécie. Foram realizados experimentos em condições de campo em duas localidades (Fazenda Campo Bom no estado de Goiás e Fazenda Canto Porto no estado de São Paulo) visando avaliar os efeitos de pontas de pulverização e os efeitos de pontas associadas a diferentes taxas de aplicação no controle da *Conyza*. Os experimentos foram realizados em delineamento em faixas com 4 repetições. Avaliou-se o percentual de cobertura da área, controle aos 14 e 21 dias após a aplicação (DAA) e rebrota aos 35 DAA. As pontas proporcionaram uma cobertura de até 26% sendo que a cobertura nas diferentes áreas foi influenciada pelo posicionamento dos papéis, e não das pontas utilizadas. Maiores taxas de aplicação proporcionaram maior cobertura, não ocorrendo diferença entre as pontas na mesma taxa aplicada. No estudo do efeito das pontas de pulverização, o controle da buva foi considerado efetivo, sendo superior a 80% aos 21 DAA. Além disso a rebrota aos 35 DAA foi inferior a 12%. Já na avaliação do efeito das pontas associados a diferentes taxas de aplicação o controle da buva na Fazenda Campo Bom (GO) foi mais efetivo aos 14 DAA, assim como para a maioria dos tratamentos aos 21 DAA. Provavelmente, em função do menor desenvolvimento das plantas de buva nesta área, que favoreceu o seu controle. O mesmo foi observado para a rebrota, a qual foi superior na Fazenda Canto Porto (SP), em função da grande maioria das plantas estarem em estágio reprodutivo, dificultando seu controle e favorecendo a rebrota. A análise de componentes principais foi eficiente em distinguir as áreas de estudo, assim como os tratamentos avaliados. O uso de pontas de pulverização que produzem gotas ultra grossas e extremamente grossas possibilitou o uso do herbicida dicamba associados a outros e herbicidas com eficiência no controle da buva.

Palavras-chave: dicamba; deriva; planta daninha; *Conyza* spp.; resistência.

ABSTRACT

The herbicide dicamba is one of the herbicides that can be used to control glyphosate-resistant *Conyza* spp. (Buva), but due to problems related to its volatilization and drift, its use has been little widespread. Therefore, the objective was to evaluate the efficiency of tips and application rate of the herbicide dicamba associated with other herbicides in pre-sowing, to control buva. Experiments were carried out under field conditions in two locations (Campo Bom Farm in Goias State and Canto Porto Farm in Sao Paulo State) to evaluate the effects of spray nozzles and the effect of nozzles associated with different spray rates on the control of buva. The experiments were carried out in a strip design with four replications. The percentage of area coverage was evaluated, control at 14 and 21 days after application (DAA) and regrowth at 35 DAA. The nozzles provided a coverage of up to 26% and the coverage in the different areas was influenced by the positioning of the papers, and not the nozzles used. Higher application rates provided greater coverage, with no difference between the tips at the same applied rate. In the study of the effect of spray nozzles, the control of horseweed was considered effective, being greater than 80% at 21 DAA. Furthermore, regrowth at 35 DAA was less than 12%. In the evaluation of the effect of the tips associated with different application rates, the control of buva at Campo Bom (GO) Farm was more effective at 14 DAA, as well as for most treatments at 21 DAA. Probably, due to the lower development of Bbuva plants in this area, which favored its control. The same was observed for regrowth, which was higher at Canto Porto (SP) Farm, as the vast majority of plants were in the reproductive stage, making it difficult to control and favoring regrowth. Principal component analysis was efficient in distinguishing the study areas, as well as the evaluated treatments. The use of spray nozzles that produce thick and extremely thick drops made it possible to use the herbicide dicamba associated with others and herbicides with efficiency in the control of buva.

Keywords: dicamba; drift; weed; *Conyza* spp.; resistance.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1	Biologia da <i>Conyza</i> spp.....	18
2.2	Herbicida dicamba.....	19
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1	Localização do experimento.....	22
3.2	Delineamento experimental.....	22
3.3	Aplicações dos tratamentos.....	25
3.4	Avaliações.....	26
3.5	Análises estatísticas.....	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1	Efeitos das pontas de aplicação.....	28
4.2	Efeito de pontas associadas a diferentes taxas de aplicação.....	33
5	CONCLUSÕES.....	39
	REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

As plantas daninhas são um dos principais fatores que afetam negativamente a produtividade e qualidade da produção agrícola (Piasecki et al., 2020). Dentre as ervas daninhas mais comuns, as espécies de buva (*Conyza* spp.) criam enormes problemas aos campos agrícolas (Mylonas et al., 2014; Tani et al., 2020). Isto ocorre devido a essas plantas possuírem grande capacidade de adaptação aos diferentes tipos de solos e condições climáticas, além do alto potencial invasor (Paula, Pinto-Maglio e Pinto, 2017).

A buva era facilmente controlada pela aplicação de glifosato, herbicida sistêmico inibidor da enzima 5-enolpiruvato-shiquimato-3-fosfato sintase, importante na biossíntese de aminoácidos aromáticos essenciais para o desenvolvimento da planta (Hess, 1974; Amaral et al., 2020). No entanto, há décadas foi comprovado biótipos de buva resistentes a aplicação de glifosato (Vargas et al., 2007; Mylonas et al., 2014; Heap, 2020), ou seja, as plantas adquiriram capacidade de sobreviver e se reproduzir após a exposição ao herbicida em condições que seriam letais as demais plantas (Vargas et al., 2007; Moreira et al., 2010). A resistência da buva ao glifosato, provavelmente está relacionada a menor translocação da molécula na planta e um possível armazenamento nos vacúolos (Moretti et al., 2021). Essa resistência é uma grande ameaça à agricultura, devido ao aumento dos custos com manejo e perdas de rendimento das principais culturas (Piasecki et al., 2019).

Uma das formas de combater plantas resistentes é pelo uso de herbicidas com diferentes mecanismos de ação (Powles e Holtum, 1994; Hedges et al., 2018). Nesse sentido, com o desenvolvimento e disseminação de biótipos de buva resistente ao glifosato, aumentou-se o uso de dicamba como tratamento alternativo ou combinado de herbicidas (Flessner et al., 2015; Hedges et al., 2018; Jones et al., 2019a).

Dicamba é um herbicida amplamente utilizado para o controle de dicotiledôneas, classificado como regulador de crescimento (Cobb e Reade, 2010; Bales e Sprague, 2020). Seu modo de ação está relacionado a uma super indução da resposta de auxina em plantas sensíveis, causando uma resposta descontrolada pela planta, levando a anormalidade de crescimento, tais como: epinastia foliar, torção e espessamento dos caules e raízes, clorose e necrose (Sterling e Hall, 1997; Kelley e Riechers, 2007).

A baixa difusão do uso de dicamba nos campos agrícolas ocorreu devido a problemas como volatilidade e deriva da molécula (Ferreira et al., 2020). Quando em contato com a água, a molécula de dicamba reage com átomos de hidrogênio e adquire caráter ácido, facilitando sua perda na forma de gás para o ambiente (Christoffoleti et al., 2015). Isso faz com que o dicamba continue se movimentando mesmo após horas de aplicação (Jones et al., 2019a; Soltani et al., 2020). Visando mitigar os problemas relacionados a volatilização desta molécula, foram desenvolvidas novas formulações, como: sais diglicolamina (DGA) e N,N-bis(3-aminopropil) metilamina (BAPMA) e uso de tecnologia com ácido acético (VaporGrip®), consideradas mais eficientes em comparação a antiga formulação com sal de dimetilamina (DMA) (Jones et al., 2019b; Carbonari et al., 2020; Soltani et al., 2020).

Além das características da molécula, outros fatores podem influenciar diretamente sobre a volatilidade, como combinações de herbicidas e adjuvantes, clima, condições durante a aplicação, pontas de pulverização e outros (Mueller e Steckel, 2019; Ferreira et al., 2020; Marques, Cunha e Alves, 2021). Recentemente, foi identificado o movimento de dicamba para áreas com espécies sensíveis em função da deriva de partículas, devido ao pequeno tamanho das gotas, o qual é influenciado pelo tipo de ponta, uso de adjuvante, volume de pulverização e altura da barra de aplicação (Dixon et al., 2021). Portanto, a seleção das pontas de pulverização é essencial para alcançar o tamanho de gota desejado, visando limitar o movimento primário fora do alvo (Heidary et al., 2014; Jones et al., 2019b). No entanto, pouca atenção tem sido dada ao tamanho das gotas e uma grande variedade de pontas com produção de gotas de tamanhos variados tem sido utilizada (Contiero et al., 2018).

A deriva pode ser minimizada com o uso de pontas que produzam gotas relativamente grandes, porém devem proporcionar uma boa penetração e cobertura do alvo. Gotas grandes podem chocar-se com as folhas mais expostas e não penetrar para se depositar nas superfícies 'escondidas' do vegetal, causando um escorrimento sobre o vegetal até o solo (Contiero et al., 2018). Por outro lado, as gotas pequenas, penetram mais facilmente entre as folhas da planta, porém podem ser levadas pelo vento para fora da área tratada, além disso, são mais sensíveis à evaporação (Contiero et al., 2018). No entanto, gotas maiores podem não fornecer o controle desejado, sem aumentar a taxa de aplicação. Portanto, o volume de aplicação

apresenta uma forte relação com o tamanho das gotas produzidas pelas pontas, que determina a eficiência da distribuição do defensivo no alvo (Contiero et al., 2018).

Dessa forma, estabelecemos a hipótese que a utilização de pontas de pulverização que promovem gotas com maior diâmetro associados às maiores taxas de aplicação poderiam aumentar a eficiência da aplicação de dicamba, e consequentemente o controle da buva. Diante disso, objetivou-se avaliar a eficácia de pontas e taxa de aplicação do herbicida dicamba associado a outros herbicidas em pré-semeadura, para controle de buva.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Biologia da *Conyza* spp.

O gênero da planta *Conyza* spp., conhecida popularmente como buva, pertence à classe das Magnoliopsidas (Família Asteraceae), com aproximadamente 50 espécies conhecidas (Kissmann e Groth, 1999). As espécies de maior destaque no meio agrícola são a *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Conyza bonariensis* (L.) Cronq. e *Conyza sumatrensis* (Retz.) E. Walker (Kissmann e Groth, 1999). Elas ocorrem geralmente em pomares, vinhedos e em culturas anuais como trigo, milho, soja e algodão, assim como em áreas de pastagens e áreas não cultivadas (Vargas et al., 2014).

Essa espécie é caracterizada por ser do tipo herbácea, ereta e pubescente, variando entre 60 a 120 cm de altura, com caule folioso e ramos compridos. As raízes são do tipo pivotante e as folhas simples e lanceoladas, podendo variar de 6 a 15 cm de comprimento com margens levemente denteadas (Lorenzi et al., 2006).

Seu ciclo é anual ou bianual, dependendo das condições ambientais (Regehr e Bazzaz, 1979), facultativa ao período de inverno, com possibilidade de emergir no outono ou na primavera (Cici e Van Acker, 2009; Tozzi e Van Acker, 2014). Geralmente, são plantas que apresentam boa adaptabilidade em sistemas conservacionistas do solo, como o plantio direto, o cultivo mínimo e em áreas de fruticultura que adotam o manejo integrado de produção (Bhowmik e Bekech, 1993).

A dispersão das sementes dessa espécie acontece principalmente por anemocoria de forma abiótica, sendo esse, um dos vetores de disseminação mais estudados (Wu, 2007; Gomes, 2014). Isso porque, sua característica morfológica conhecida como “papus” (modificação do cálice de suas flores, constituída por ganchos e espinhos), aumenta a probabilidade de transporte lateral por correntes de ar (Andersen, 1993; Chambers e Macmahon, 1994; Cousens e Mortimer, 1995).

Estudos apontam que as sementes da espécie *Conyza canadensis*, podem ser dispersas a distância de ao menos 500m a partir do local de produção (Dauer et al., 2007). Dessa forma, levando em consideração os modelos teóricos de dispersão ajustados a uma infestação simulada de cinco hectares, conclui-se que a dispersão dessas sementes poderia afetar propriedades no raio de 1,5 km de distância (Dauer et al., 2007). Além disso, as sementes não apresentam dormência e podem germinar

após a dispersão em condições favoráveis de temperatura e umidade, preservando-se no solo por longos períodos (Santos et al., 2013).

Outra característica da espécie, é sua habilidade de autopolinização, que aliada à grande produção de sementes com alta dispersão (Dauer et al.), contribuem para a boa adaptabilidade ecológica, para a sobrevivência de biótipos resistentes e para as altas infestações nos sistemas conservacionistas de solo (Moreira et al., 2007).

2.2 Herbicida dicamba

O herbicida ácido 2-metóxi-3,6-diclorobenzoico, é popularmente conhecido como dicamba (Taiz et al., 2017) pertence ao mecanismo de ação dos mimetizadores de auxina e ao grupo químico dos ácidos benzoicos. Os herbicidas auxínicos apresentam algumas características em comum, como serem preferencialmente absorvidos pelas folhas e translocado via floema para o restante da planta, podendo haver absorção radicular e translocação via xilema. A aplicação no solo é bastante variável e depende da solubilidade do produto, da capacidade de adsorção aos colóides do solo, da matéria orgânica e da taxa de decomposição microbiana (Roman et al., 2005; Carvalho, 2013), no entanto, com exceção do picloram, esses herbicidas não persistem por longos períodos no solo (Oliveira Jr, 2011).

As auxinas (hormônios estimuladores) são naturalmente produzidas pelas plantas e possuem funções ligadas ao crescimento e desenvolvimento das plantas, atuando na divisão, crescimento e diferenciação celular, quebra da dominância apical, crescimento da gema axilar, desenvolvimento radicular, flores e frutos, abscisão foliar, entre outros (Mercier, 2008). Entretanto, se as auxinas forem aplicadas de forma exógena, podem inibir ou estimular o crescimento da planta, a depender da concentração aplicada e da sensibilidade do tecido da planta atingido (Cobb e Reade, 2010).

Estes herbicidas são análogos das auxinas naturais, portanto levam a alterações celulares e morfológicas, que dão o aspecto de “overdose” de auxina na planta (Reade e Cobb, 2002). Estudos vem sendo realizados com o intuito de descrever a ação desses herbicidas. Grossamann (2010) divide a desregulação que ocorre após a aplicação de herbicidas auxínicos em 3 fases: estimulação, inibição do crescimento e senescência. Gaines (2020) sugeriu um novo modelo do modo de ação dos herbicidas auxínicos. O autor sugere que a planta é levada a morte devido ao

rápido aumento dos níveis de ácido abscísico (ABA) que ocorre pela expressão de NCED (9-cisepoxycarotenoid deoxygenase), que foi encontrado em maior concentração do que em plantas quase mortas devido à seca. Ainda, os níveis de ABA aumentaram sem que houvesse perda de turgor das células ou fechamento estomático.

McCauley e colaboradores (2020), demonstraram o efeito dos herbicidas auxínicos em alguns processos relacionados à fotossíntese. Os autores descrevem que a aplicação de herbicidas auxínicos não influencia diretamente no processo fotossintético, mas sim na diminuição de expressão de genes chaves que estão relacionados com a função dos fotossistemas, ciclo de Calvin, complexo receptor de luz, cadeia de transporte de elétrons e biossíntese de clorofila. No entanto, não ficou esclarecido, se a diminuição da expressão desses genes ocorre devido ao aumento da concentração de auxina ou a outros hormônios desencadeados em resposta a auxina.

Ainda hoje há desafios no manejo do herbicida dicamba. Com a necessidade de controlar plantas daninhas que se tornaram resistentes a herbicidas e manejar novas variedades de cultivo, como do algodão e da soja, tolerantes a dicamba, os agricultores aumentaram o uso desse herbicida (EPA 2023). A sua capacidade de eficiência em baixas concentrações traz como consequência a preocupação com o movimento de partículas para fora da área alvo (deriva), causando danos a demais espécies.

Outro problema associado ao seu uso é a volatilização que foi encontrada entre os sais de dicamba. Com a evolução de formulações de dicamba diferentes sais foram introduzidos com a intenção de diminuir a volatilidade desse herbicida (Bunch et al., 2012). São exemplos de formulações de baixa volatilidade a Banvel II de 1981, Clarity de 1990, e as formulações mais recentes Xtendmax e Fexapan com Vaporgrip Technology e o herbicida Eugenia (BAPMA). Além da escolha do sal nas diferentes formulações do herbicida dicamba, outros fatores importantes que influenciam na volatilidade do dicamba são: precipitação após aplicação, superfície de aplicação, temperatura e formulação (Behrens e Leuschen, 1979).

A possibilidade de aplicações de herbicidas auxínicos em áreas com culturas adjacentes sensíveis a esses herbicidas levaram ao desenvolvimento de novas formulações com a característica de baixa deriva e baixa volatilidade, e também de adjuvantes que reduzem a deriva, além do desenvolvimento de pontas de

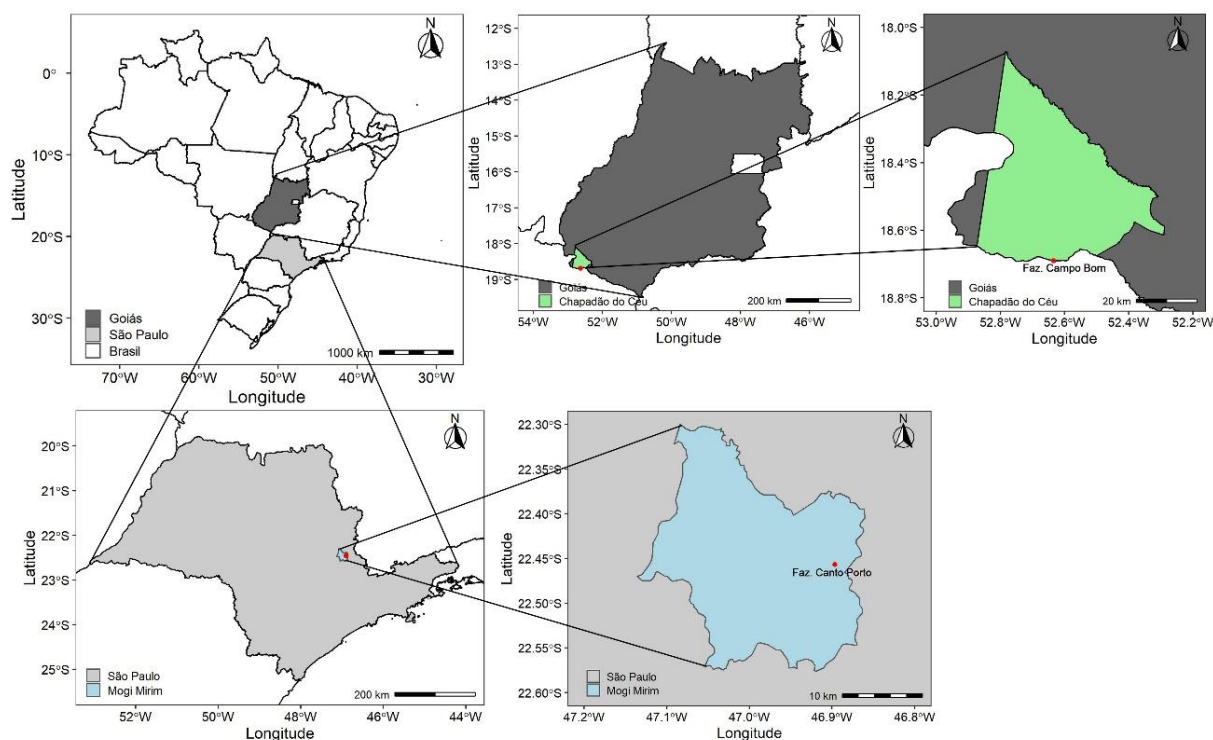
pulverização, e as novas formulações e adjuvantes que buscam reduzir a formação de gotas mais finas (Egan et al., 2014). O uso de técnicas de redução de deriva se iniciou em países desenvolvidos com o objetivo de incentivar a fabricação, comercialização e uso de tecnologias de pulverização que comprovem cientificamente a redução de deriva quando forem utilizadas (Hoffmann et al., 2010).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do estudo

Foram realizados estudos em condição de campo na Fazenda Canto Porto, localizada no município de Mogi Mirim, no estado de São Paulo (SP) ($22^{\circ} 27'25,26''$ S e $46^{\circ} 53'37,05''$ O, à 646 m de altitude) e na Fazenda Campo Bom, localizada no município de Chapadão do Céu, no estado de Goiás (GO) ($18^{\circ} 41'24,53''$ S e $52^{\circ} 38'5,93''$ O, à 746 m de altitude) na divisa com o estado de Mato Grosso do Sul (MS) (Figura 1) sob um latossolo vermelho distrófico de textura argilosa.

Figura 1 – Localização das áreas de estudo

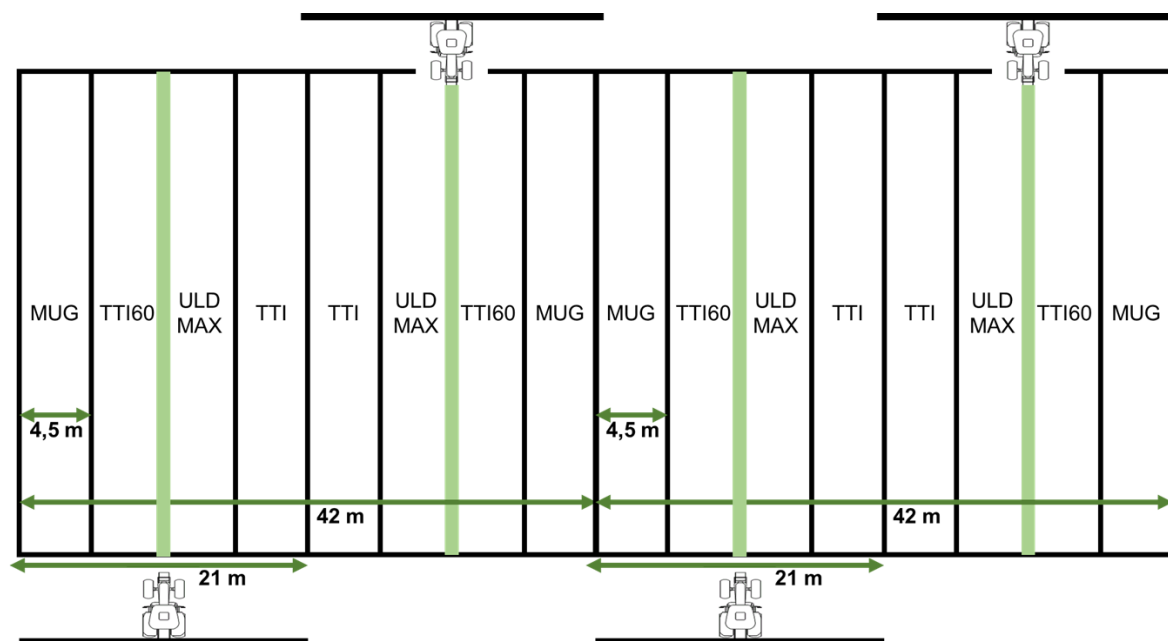


3.2 Delineamento experimental

Os estudos foram realizados seguindo um delineamento em faixas com 4 repetições. Foram realizados dois ensaios em cada localidade, um avaliando o efeito de diferentes pontas de aplicação e outro avaliando diferentes pontas e taxas de aplicação para avaliação da eficiência no controle de buva (*Conyza* spp.). Nos estudos realizados na Fazenda Canto Porto (SP) as parcelas experimentais (Figura 2) foram

de 4,5 m de largura e 180 m de comprimento (810 m²), sendo implantado no dia 04 de outubro de 2019. E na Fazenda Campo Bom (GO) de 4,5 m de largura e 90 m de comprimento (405 m²), implantados no dia 06 e 07 de novembro de 2019.

Figura 2 – Delineamento experimental dos estudos



No estudo da avaliação de diferentes pontas os tratamentos foram compostos por 4 diferentes pontas, as quais estão descritas na tabela abaixo:

Tabela 1 – Descrição das pontas utilizadas no estudo.

Pontas	Fornecedor	Características
TTI	Teejet technologies ^a	Ponta de pulverização de jato plano, de ângulo de 110°, com indução de ar. Produz gotas ultra grossas (UC) e extremamente grossas (XC). Faixa de pressão de pulverização sugerida de 1-7 bar.
TTI60	Teejet technologies ^b	Produz dois padrões de jato plano, ângulo de 110° para cobertura uniforme em aplicações de transmissão e ângulo de 60° entre padrões iniciais e finais para maior

		penetração no dossel e cobertura foliar. Produz gotas ultra grossas (UC) e extremamente grossas (XC). Faixa de pressão de pulverização sugerida de 1,5-7 bar.
ULDMAX	Hypro ^c	Ponta de pulverização de jato plano, leque simples, ângulo de 130°, com indução de ar. Produz gotas ultra grossas (UC) e extremamente grossas (XC). Faixa de pressão de pulverização sugerida de 1,5-6 bar.
ST-IA	Magnojet	Produz jato plano com 30° e ângulo de 140° de abertura do jato. Produz gotas ultra grossas (UC) e extremamente grossas (XC). Faixa de pressão de pulverização sugerida de 2-6,2 bar.
MUG	Magnojet ^e	Possui ângulo de 110 graus de abertura com 30 graus de inclinação, produzindo gotas de classe Ultra Grossa (UC). Pressão de trabalho: 2 a 6 Bar.

^aTeejet technologies (2022a); ^bTeejet technologies (2022b); ^cPentair hypro (2020); ^dMagnojet (2022a);

^eMagnojet (2022b).

Na Fazenda Campo Bom (GO) o tratamento T4 foi realizado utilizando a ponta Magnojet modelo ST-IA a qual é equivalente a ponta ULDMAX, diferindo apenas na angulação de abertura. Para o ensaio do efeito de pontas e taxas de aplicação foram utilizados as pontas TTI e TTI60 (TTILD) e taxas de aplicação de 50, 70, 100 e 140 L ha⁻¹, resultado assim em 8 tratamentos os quais estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Descrição dos tratamentos avaliados nos estudos do efeito das pontas e taxas de aplicação.

Tratamento	Ponta	Taxa (L ha ⁻¹)	Identificação
T1	TTI	50	TTI50
T2	TTI	70	TTI70
T3	TTI	100 ^b	TTI100
T4	TTI	140	TTI140
T5	TTILD ^a	50	TTILD50
T6	TTILD	70	TTILD70
T7	TTILD	100 ^b	TTILD100
T8	TTILD	140	TTILD140

^aTTILD: Ponta TTI com leque duplo; ^bNo estudo realizado na Fazenda Canto Porto (SP) utilizou-se o volume de 120 L ha⁻¹ nos tratamentos T3 e T7, em vez de 100 L ha⁻¹.

3.3 Aplicação dos tratamentos

Na Fazenda Canto Porto (SP) utilizou-se um Uniport da Jacto com barras de aplicação de 21 m contendo 36 pontas de pulverização, e na fazenda Campo Bom (GO) foi utilizado um pulverizador BH Slim com barras de 12 m e 24 pontas de pulverização acoplado a um trator Valtra BL 88. Todos os equipamentos passaram por uma manutenção e calibração antes da aplicação dos tratamentos para garantir a correta dosagem.

As pontas utilizadas no estudo produzem gotas ultra grossas e extremamente grossas de acordo com a classificação da norma ASAE S572.1 (Asabe, 2017) com vazão de referência 0,25 gal min⁻¹. Exceto a ponta Magnojet modelo MUG que produz somente gotas extremamente grossas. No estudo realizado para avaliação das diferentes pontas de aplicação utilizou-se uma taxa de aplicação de 100 L ha⁻¹ e uma velocidade de deslocamento de 12 km h⁻¹.

A mistura da calda pulverizada em todos os tratamentos foi realizada imediatamente antes de cada aplicação, com a ordem de adição de cada produto conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Descrição da ordem de adição, produtos e dosagens utilizadas no controle da buva.

Ordem	Ingrediente ativo	Dose (p.c.) ^d	Formulação ^a	Indicação
1º	Saflufenacil (700 g kg ⁻¹)	50 g ha ⁻¹	WG	Herbicida
2º	Dicamba (600 g L ⁻¹)	500 mL ha ⁻¹	SL	Herbicida
3º	Glifosato (588 g L ⁻¹)	2,25 – 3,0 L ha ^{-1b}	SL	Herbicida
4º	Metilado de soja	0,3 – 0,5% ^c	EC	Adjuvante

Nota: ^aWG: Grânulos dispersíveis em água; SL: Concentrado Solúvel; EC: Concentrado emulsionado;

^bNa Fazenda Canto Porto foi utilizado 2,25 L ha⁻¹ e na Campo Bom (GO) 3,0 L ha⁻¹; ^cNa Fazenda Campo Bom (GO) foi utilizado 0,3% e na Fazenda Canto Porto (SP) 0,5% (v/v) na calda de aplicação;

^d p.c.: produto comercial.

Durante a aplicação dos tratamentos a barra de pulverização foi mantida constante com a distância de 0,5 m entre o dossel da massa vegetal e as pontas de pulverização. Na Fazenda Canto Porto (SP) no momento da aplicação dos tratamentos a velocidade do vento variou de 11 a 12 km h⁻¹, com uma temperatura variando de 24 a 27 °C e umidade de 42 a 52%. Na Fazenda Campo Bom (GO) a velocidade do vento variou de 1,2 a 3,0 km h⁻¹, com temperatura variando de 20 a 22 °C e umidade relativa variando de 87 a 92%. As condições ideais de aplicação são temperatura < 30 °C, umidade > 60% e velocidade do vento de 3 a 8 km h⁻¹ (Contiero et al., 2018). Em todos os estudos a aplicação foi realizada com pressão de trabalho de 3 bar. Na Fazenda Canto Porto (SP) as plantas de buva apresentavam-se em estágio vegetativo e reprodutivo, variando de 0,7 a 1,5 m de altura. Na Fazenda Campo Bom (GO) as plantas apresentavam-se em estágio vegetativo com até 0,7 m de altura.

3.4 Avaliações

Para a avaliação dos tratamentos nos diferentes ensaios, as variáveis resposta avaliadas foram: percentual de cobertura da calda depositada; percentual de controle da buva aos 14 e 21 dias após a aplicação (DAA) e percentual de rebrota aos 35 DAA. Para análise da eficiência de aplicação ou cobertura, foram usados papéis hidrossensíveis, os quais foram distribuídos nas parcelas experimentais onde receberam a aplicação dos tratamentos. Na Fazenda Canto Porto (SP) os papéis

foram posicionados em estacas a 0,8 m da superfície do solo. Já na Fazenda Campo Bom (GO) os papéis foram posicionados no solo, nas parcelas experimentais. As diferenças metodológicas para determinação da eficiência de cobertura, quanto a localização dos papéis (solo ou em estacas) nas diferentes áreas ocorreu em função das diferentes metodologias empregadas em cada propriedade. Principalmente devido ao trabalho ter como objetivo aplicar as práticas rotineiras de cada local visando uma melhor representatividade em cada situação. Os papéis hidrossensíveis foram retirados da área, imediatamente após aplicação. Após a coleta os papéis foram acondicionados de forma a evitar contaminação, após foram digitalizados com uma resolução de 600 dpi pelo uso de um escâner de mesa e suas imagens foram analisadas pelo programa computacional Gotas (Embrapa, 2020) para a avaliação da eficiência da pulverização.

Para avaliação do controle das plantas de buva, antes da aplicação realizou-se a delimitação das parcelas experimentais e o levantamento e contabilização da quantidade de plantas de buva em cada parcela. Essa contagem foi realizada para permitir a realização do cálculo do percentual de controle e rebrota das plantas de buva na área após a aplicação dos tratamentos.

3.5 Análises estatísticas

Após a verificação da normalidade e homogeneidade, os dados foram submetidos a análise de variância conjunta e quando verificado significância, as médias foram comparadas utilizando o teste Tukey ao nível de 5% ($p < 0,05$) de significância. Os dados foram submetidos a análise de componentes principais (ACP) com o objetivo de verificar a relação entre as localidades, tratamentos e as variáveis avaliadas. Todas as análises foram realizadas utilizando o software R versão 4.0.2 (R Core Team, 2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeito das pontas de aplicação

O efeito das diferentes pontas de aplicação na eficiência de cobertura da área aplicada, e no controle e rebrota da buva estão apresentados da Tabela 4. Houve diferença significativa entre os locais de estudo apenas para o percentual de cobertura da calda e para o controle da buva aos 14 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas. Para os tratamentos (pontas de pulverização) houve diferença apenas aos 14DAA, com interação significativa entre local e tratamentos.

Tabela 4 – Resumo da análise de variância conjunta com os valores do quadrado médio (QM) e nível de significância para o efeito de pontas de aplicação no controle de buva.

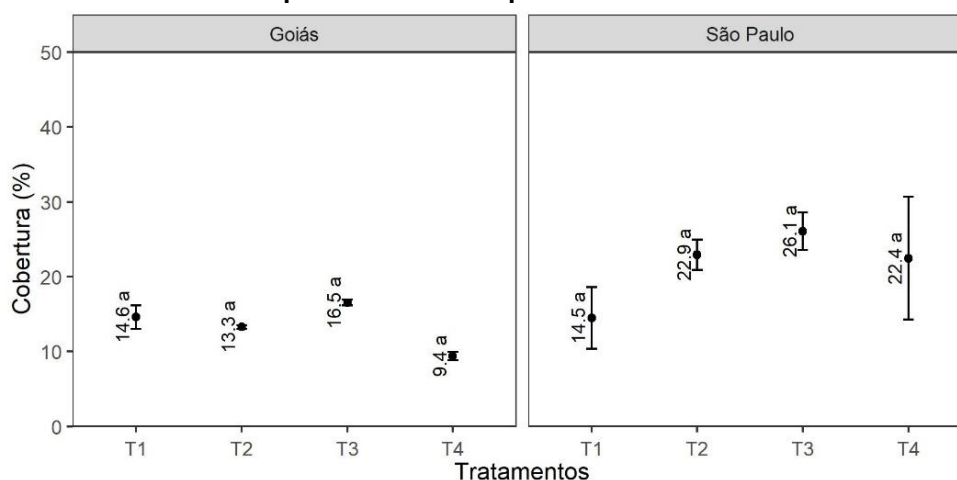
Fonte de Variação	GL	Cobertura	Controle 14 DAA	Controle 21 DAA	Rebrota 35 DAA
Erro I					
Local	1	515,2*	12429**	335,2 ^{ns}	187,8 ^{ns}
Resíduos	6	339,3	596	145,7	97,28
Erro II					
Tratamentos	3	207,5 ^{ns}	1389,2*	125,3 ^{ns}	42,81 ^{ns}
Local: Tratamentos	3	192,8 ^{ns}	1538,5*	119,3 ^{ns}	28,13 ^{ns}
Resíduos	18	829,6	308,7	93,01	96,28

*** significativo ao nível de confiança de 0,1% ($p < 0,001$); ** significativo ao nível de confiança de 1% ($p < 0,01$); * significativo ao nível de confiança de 5% ($p < 0,05$); ^{ns} não significativo ($p > 0,05$).

A cobertura por pulverização se refere a área proporcional coberta pelas gotas da formulação do pesticida em superfícies tratadas, como folhas da cultura ou planta daninha a ser controlada (Nansen et al., 2015). O uso de pontas mais grossas pode comprometer a eficiência dessa cobertura, devido as gotas produzidas terem maior diâmetro (Cunha et al., 2008). No entanto, o percentual de cobertura da área não foi influenciado pelas diferentes pontas de pulverização utilizadas (Figura 3). Possivelmente, a não significância entre pontas de aplicação no percentual de cobertura, ocorreu em função de as pontas apresentarem características semelhantes

quanto ao tamanho das gotas produzidas, sendo gotas grossas e extremamente grossas. Nansen et al. (2015) ao avaliarem a eficiência de pontas de aplicação com diferentes diâmetros, verificaram diferença significativa na cobertura de pulverização pela calda de aplicação variando de acordo com algumas condições ambientais e de aplicação estudadas, como taxa de aplicação e temperatura.

Figura 3 – Efeito das pontas de aplicação na distribuição da calda dos herbicidas. Nota: T1 – TTI, T2 – TTI60, T3 – MUG, T4 – ULDMAX ou ST-IA; Barras de erro representam o erro padrão da média.

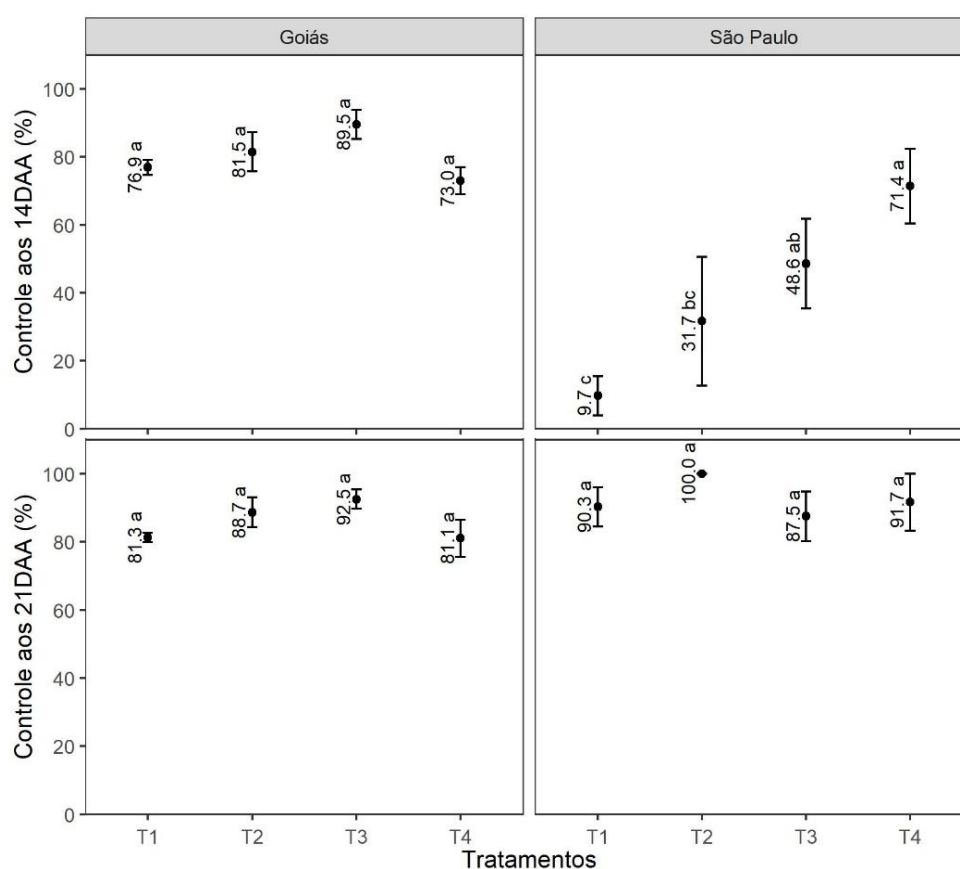


Quanto aos locais avaliados, a média de cobertura estimada pelas diferentes pontas de aplicação foi de 13,5% na Fazenda Campo Bom (GO) e 21,5% na fazenda Canto Porto (SP). De imediato, uma baixa cobertura de pulverização reflete em menos pragas alvo controladas, elevando os investimentos de tempo e recursos por mais aplicações (Nansen et al., 2015). Além disso, uma baixa dosagem do herbicida aplicado, causada pelo baixo percentual de cobertura, pode elevar o risco as plantas daninhas desenvolverem resistência (Renton et al., 2014).

Provavelmente, essa diferença entre os locais de estudo, ocorreu em função das diferenças no posicionamento dos papéis hidrossensíveis. Na fazenda Canto Porto (SP) os papéis foram posicionados a 0,8 m do solo, apresentado assim a maior cobertura (21,5%) em função da maior proximidade da barra de aplicação. Já na fazenda Campo Bom (GO) os papéis foram posicionados no solo, mais distantes da barra de aplicação, e provavelmente as plantas apesar de serem menores, podem ter retido parte das gotas, apresentando assim menor percentual de cobertura (13,5%). De fato, o percentual de cobertura na planta é frequentemente maior na parte superior das plantas, em comparação a parte inferior (Marchi et al., 2011; Negrisoli et al., 2019).

O controle das plantas de buva em função das diferentes pontas de aplicação para os dois locais de estudo estão apresentados na Figura 4. Não houve diferença entre as pontas de aplicação no controle da buva, exceto para o controle aos 14 DAA na Fazenda Canto Porto (SP) (Figura 4), na qual houve diferença significativa entre os locais e interação entre o local de estudo e as pontas de aplicação (Tratamentos).

Figura 4 – Efeito das pontas de aplicação no controle da buva aos 14 e 21 dias após a aplicação (DAA). Nota: T1 – TTI, T2 – TTI60, T3 – MUG, T4 – ULDMAX e ST-IA; Barras de erro representam o erro padrão da média.



Aos 14 DAA, a média de controle da buva foi de 80% na Fazenda Campo Bom (GO) e variou de acordo com a ponta utilizada para Fazenda Canto Porto (SP), sendo maior controle observado para o uso da ponta ULDMAX (T4) e MUG (T3), e o menor controle observado para a ponta TTI (T1).

Especificamente no caso da buva, o tamanho das plantas tem papel fundamental na eficiência dos herbicidas (Constantin et al., 2013). Essa afirmação vai de encontro aos nossos resultados, onde na fazenda Campo Bom (GO) as plantas apresentavam-se em estágio vegetativo com menos de 70 cm de altura (mais jovens)

e um controle aos 14 DAA de 80%. Já na Fazenda Canto Porto (SP) as plantas estavam com estatura acima de 70 cm, e grande parte em estágio reprodutivo (mais velhas), com menor eficiência de controle aos 14 DAA (40%).

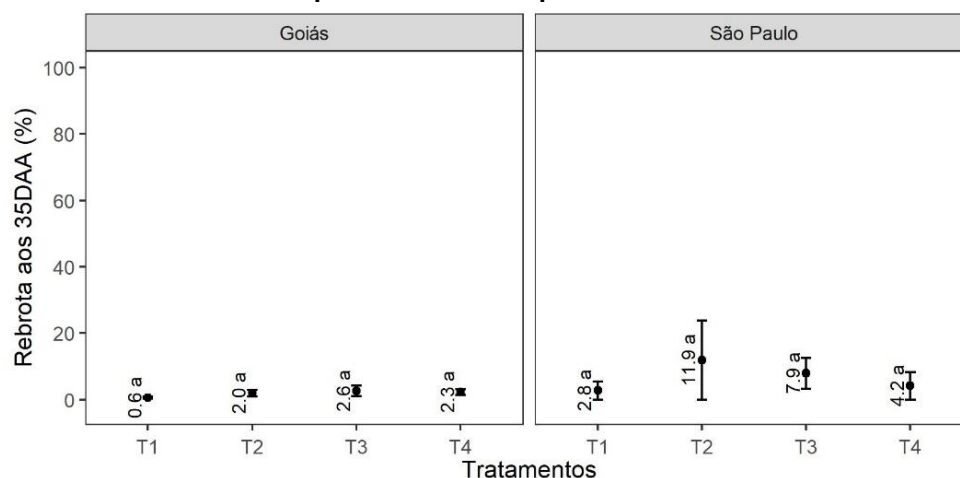
Aos 21 DAA não houve diferença significativa entre as pontas em nenhuma das áreas avaliadas, com um nível de controle médio de 86% para Fazenda Campo Bom (GO) e 92% para Fazenda Canto Porto (SP) (Figura 4). Estes resultados indicam que na Fazenda Canto Porto (SP), onde as plantas eram avançadas em relação ao estágio, o herbicida necessitou de maior tempo de ação para promover o controle da buva, uma vez que o controle foi de 40% aos 14 DAA para 92% aos 21 DAA. Ainda assim, é importante ressaltar que, mesmo com a eficácia do controle da buva com aplicação única da formulação estabelecida nesse estudo, deve-se atentar para estratégias que mitiguem casos de resistência das plantas, através da diversificação de herbicidas (Christoffoleti e Nicolai, 2016; Rossi et al., 2018).

Particularmente interessante, é o fato de que as pontas ULDMAX (T4) e MUG (T3) foram mais eficientes aos 14 DAA na Fazenda Canto Porto (SP). Pontas ULDMAX (Ultra Low Drift Max) são recomendadas para situações favoráveis à deriva (Pentair, 2020). Em estudo com diferentes pontas de pulverização, pressão de trabalho e formulações de dicamba, Pereira Neto (2021) encontraram que a ponta ULDMAX apresentou maior uniformidade de distribuição do tamanho das gotas, sendo mais eficiente mesmo em diferentes pressões de trabalho e formulações.

A ponta MUG produz gotas ultra grossas, apto para aplicação de dicamba sendo recomendada para manejo de deriva (Magnojet, 2021). Avaliando taxa de aplicação e associação de dicamba com glifosato, Santana (2021) concluíram a ponta MUG como sendo satisfatória para a aplicação do dicamba, por proporcionar uma pulverização bastante homogênea e, conseqüentemente contribuindo para o controle mais eficiente das plantas daninhas. Ferreira et al. (2020) também recomendaram pontas do tipo MUG para aplicação de dicamba, em função do maior diâmetro e homogeneidade das gotas produzidas e redução da deriva.

Em função do alto potencial competitivo da buva, deve-se buscar o nível de controle mais alto possível, visando minimizar a capacidade de rebrota das plantas (Constantin et al., 2013). No geral a rebrota foi inferior a 20% nos dois locais de estudo, sendo 1,9% na Fazenda Campo bom (GO) e 6,7% na Fazenda Canto Porto (SP), não variando em função das pontas de pulverização (Figura 5).

Figura 5 – Efeito das pontas de aplicação na rebrota da buva aos 35 dias após a aplicação (DAA). Nota: T1 – TTI, T2 – TTI60, T3 – MUG, T4 – ULDMAX e ST-IA ; Barras de erro representam o erro padrão da média.

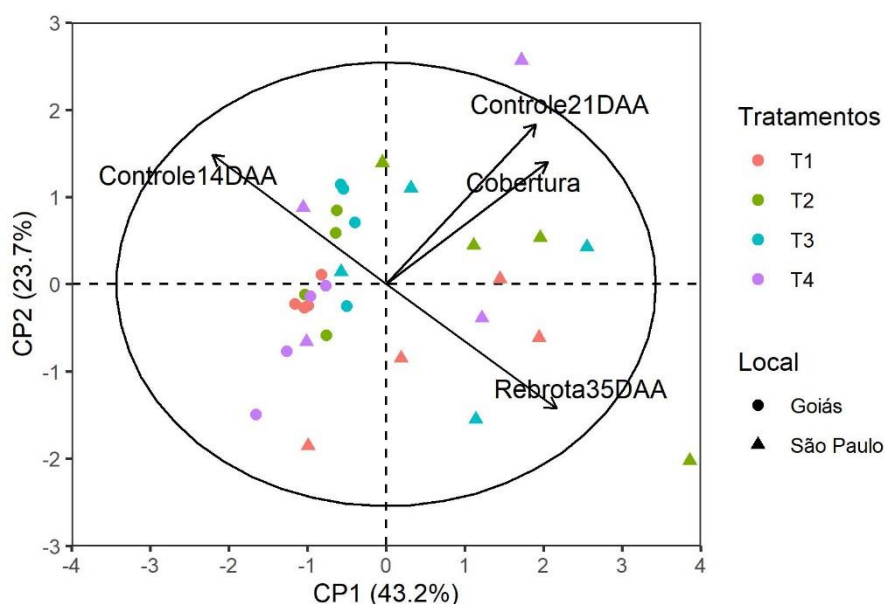


Os dados obtidos no experimento na Fazenda Canto Porto (SP) apresentaram maior variação, provavelmente em função da variação na população das plantas de buva nas parcelas experimentais e também nos seus estádios de desenvolvimento. Plantas mais desenvolvidas tendem a apresentar maior facilidade de rebrota que plantas novas em início de desenvolvimento (Constantin et al., 2013).

Segundo Oliveira Junior, Constantin e Inoue (2011), a idade da planta afeta diretamente a absorção do herbicida, sua translocação e atividade nas plantas. Isso ocorre devido as plantas mais jovens possuírem maior quantidade de tecidos meristemáticos, que são os centros de atividades biológicas nas plantas. Logo, espera-se que herbicidas que afetam os processos metabólicos, sejam mais tóxicos para plantas que apresentam maior quantidade de tecidos meristemáticos e menos nocivos em plantas mais velhas, onde passam a predominar tecidos diferenciados.

A análise de componentes principais foi utilizada para avaliar a relação entre as variáveis e as diferentes pontas de pulverização (tratamentos), sendo capaz de explicar 67% da variação (Figura 6).

Figura 6 – Análise de componentes principais para o efeito das pontas de aplicação sobre as variáveis nos diferentes locais. Nota: T1 – TTI, T2 – TTI60, T3 – MUG, T4 – ULDMAX e ST-IA.



Pela análise de componentes principais foi possível distinguir os locais de estudo, sendo que os dados da Fazenda Campo Bom (GO) ficaram localizados no lado esquerdo da Figura 5, e a maior parte dos dados da Fazenda Canto Porto (SP) ficaram no lado direito. Os dados da Fazenda Campo Bom (GO) ficaram mais associados ao controle aos 14 DAA, enquanto os dados da Fazenda Canto Porto (SP) ficaram mais associados a cobertura, controle aos 21 DAA e rebrota aos 35 DAA. De acordo com a análise não foi possível separar tratamentos, ficando os mesmos dispersos de forma aleatória, mostrando que não há diferenças significativas entre eles, como foi observado para a maioria das variáveis analisadas nos dois locais de experimento.

4.2 Efeito de pontas associadas a diferentes taxas de aplicação

O efeito das diferentes pontas associadas a diferentes taxas de aplicação na eficiência de cobertura da área aplicada, e no controle e rebrota da buva estão apresentados da Tabela 3. Houve diferença entre os locais de estudo para todas as variáveis estudadas, assim como para o efeito dos tratamentos e interação entre os tratamentos e locais de estudo, exceto para a o percentual de cobertura que não apresentou interação significativa.

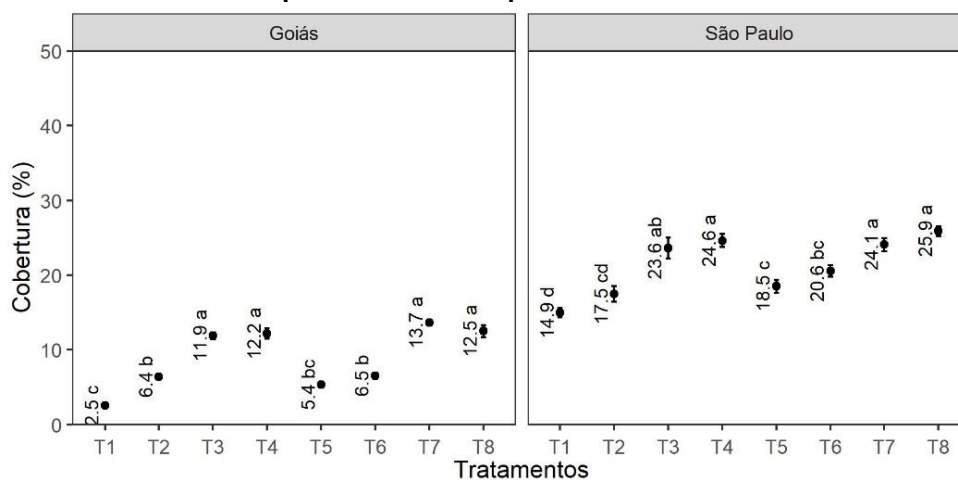
Tabela 5 – Resumo da análise de variância conjunta com os valores do quadrado médio (QM) e nível de significância para o efeito de pontas e taxas de aplicação com controle de buva.

Fonte de Variação	GL	Cobertura	Controle 14 DAA	Controle 21 DAA	Rebrota 35 DAA
Erro I					
Local	1	2431,7***	71563***	31913***	20250***
Resíduos	6	3,4	104	103	272
Erro II					
Tratamentos	7	127,6***	725,8***	4034***	3146,9***
Local: Tratamentos	7	2,89 ^{ns}	379,6***	4765***	2163,1***
Resíduos	42	1,94	64,5	90	320,7

*** significativo ao nível de confiança de 0,1% ($p < 0,001$); ** significativo ao nível de confiança de 1% ($p < 0,01$); * significativo ao nível de confiança de 5% ($p < 0,05$); ^{ns} não significativo ($p > 0,05$).

O efeito das diferentes pontas de pulverização associadas às diferentes taxas de aplicação está apresentado na Figura 7. Em ambas as áreas o percentual de cobertura foi maior com as maiores taxas de pulverização (100 ou 120 L ha⁻¹ e 14 L ha⁻¹) (Figura 7), não havendo diferença entre as pontas TTI e TTILD.

Figura 7 – Efeito das pontas e taxas de aplicação na distribuição da calda dos herbicidas. Notas: T1 – TTI50, T2 – TTI70, T3 – TTI100, T4 – TTI140, T5 – TTILD50, T6 – TTILD70, T7 – TTILD100, T8 – TTILD140; TTI – Ponta TTI; TTILD – Ponta TTILD; Barras de erro representam o erro padrão da média.



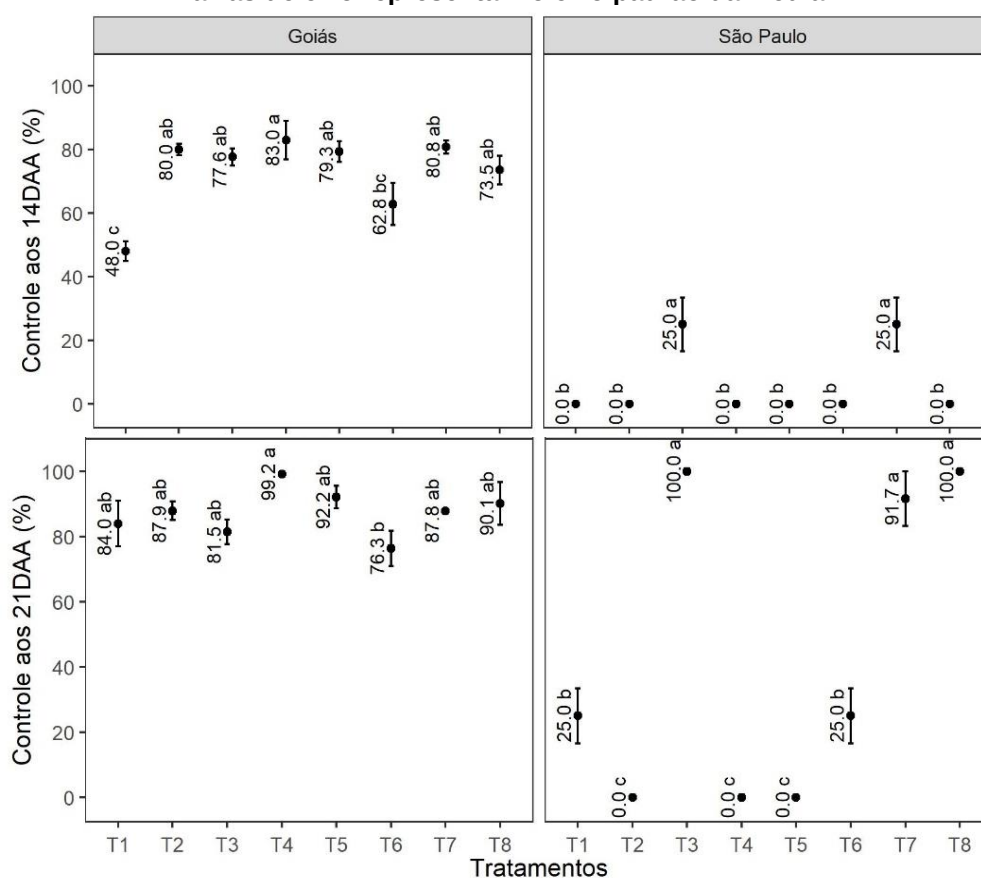
Independente da área de estudo as menores taxas de pulverização (50 e 70 L ha⁻¹) apresentaram as menores taxas de cobertura. Esse comportamento já era

esperado, uma vez que, entre herbicidas, a superfície da planta daninha coberta diminui à medida que o volume de calda também diminui (Butts et al., 2018; Sperry et al., 2021).

Observou-se que a taxa de cobertura na Fazenda Canto Porto (SP) foi maior que na Fazenda Campo Bom (GO). Isso pode ter ocorrido devido as diferenças no posicionamento dos papéis hidrossensíveis, os quais foram semelhantes ao experimento anterior, sendo que na Fazenda Canto Porto (SP) por estar mais próximo a barra de aplicação (0,8 m de altura), acabou favorecendo a maior incidência de gotas nos papéis durante a avaliação, resultando assim em uma maior cobertura.

O efeito das pontas pulverização associadas a diferentes taxas de aplicação no controle da buva aos 14 DAA e aos 21 DAA estão apresentados na Figura 8. Aos 14 DAA o controle da buva na Fazenda Campo Bom (GO), atingiu até 83% de controle.

Figura 8 – Efeito das pontas e taxas de aplicação no controle da buva aos 14 e 21 dias após a aplicação (DAA). T1 – TTI50, T2 – TTI70, T3 – TTI100, T4 – TTI140, T5 – TTILD50, T6 – TTILD70, T7 – TTILD100, T8 – TTILD140; TTI – Ponta TTI; TTILD – Ponta TTI60; Barras de erro representam o erro padrão da média.



Ainda na fazenda Campo Bom (GO), o controle da buva com uso da ponta TTI (tratamentos T1 ao T4) foram semelhantes a partir da taxa de aplicação de 70 L ha^{-1} , os quais foram superiores ao T1 (50 L ha^{-1}), enquanto para as pontas TTI60 (T5 ao T8) não diferiram entre si. Nessa situação, pontas TTI60 possibilitariam a utilização de menores taxas de aplicações, que permite redução de tempo de abastecimento e uso de água.

Para a Fazenda Canto Porto (SP), foi verificado baixo percentual de controle (máximo de 25%). Provavelmente, a ocorrência de plantas, já no estágio reprodutivo nesse local, dificultou o controle, uma vez que quanto maior for o estágio de desenvolvimento das plantas de buva, mais difícil será o seu controle (Constantini et al., 2013; Grigolli e Lourenção, 2013), sendo recomendado o seu controle quando as plantas ainda estão jovens.

Para o controle de buva com baixa estatura ($<20 \text{ cm}$) uma única aplicação é suficiente para um controle eficiente, porém em maiores alturas ($>20 \text{ cm}$) é necessário proceder com mais aplicações (Oliveira Neto et al., 2013). Alinhado a esses autores, Santana (2021), em estudos com taxas de aplicações de dicamba associado a glifosato, verificaram que a mistura de herbicidas é mais eficiente quanto as plantas daninhas estão com menor altura, conseqüentemente mais jovens. Segundo Bressanin et al. (2014), quanto maior o desenvolvimento fenológico da buva, menor é a eficiência de controle por aplicação de herbicida. Nossos resultados estão de acordo com os estudos mencionados.

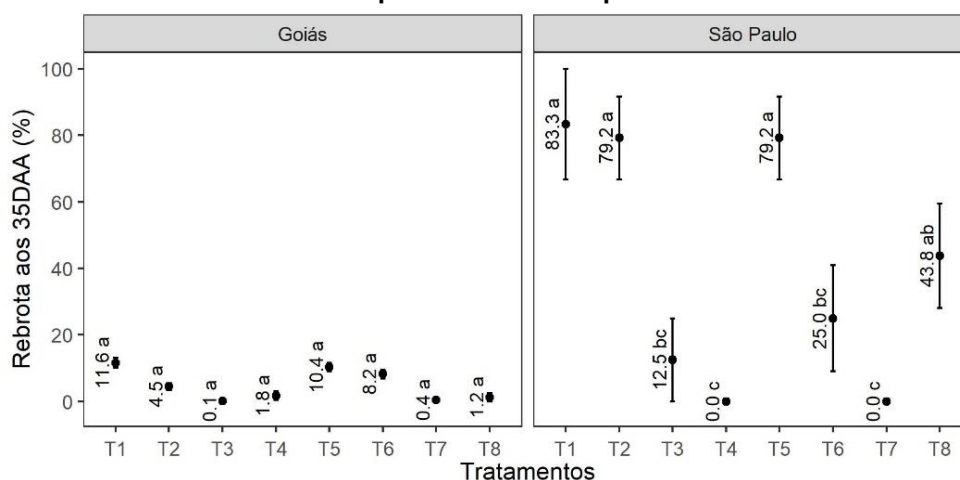
Ainda na Fazenda Canto Porto (SP), o maior controle foi observado nos tratamentos T3 e T7 com aplicação de 120 L ha^{-1} . Estes resultados estão de acordo com Butts et al. (2018), que definiram maiores volumes de calda (187 L ha^{-1}) com pontas de maior diâmetro (ultra grossas) par aplicações de dicamba associado a glufosinato.

Aos 21 DAA o controle da buva foi maior na Fazenda Campo Bom (GO) chegando a 99% de controle. Para este local de estudo as taxas de aplicação não diferiram quando avaliadas com a mesma ponta de pulverização. Houve diferença apenas entre o T4 (TTI140) e T6 (TTILD70), onde o T4 apresentou maior controle.

Na fazenda Canto Porto (SP) a variação da população das plantas de buva e no seu estágio de desenvolvimento, provavelmente dificultou o seu controle. Os tratamentos T3, T7 e T8 apresentaram o maior controle, chegando a 100%. Enquanto os tratamentos T2, T4 e T5 não apresentaram controles desta planta daninha.

O nível de rebrota aos 35 DAA nos diferentes locais em função do uso de diferentes pontas de aplicação associadas às diferentes taxas de aplicações estão apresentadas na Figura 9. Na Fazenda Campo Bom (GO) o nível de rebrota não diferiu entre os tratamentos, apresentando uma média de aproximadamente 5% de rebrota.

Figura 9 – Efeito das pontas e taxas de aplicação na rebrota da buva aos 35 dias após a aplicação (DAA). Notas: T1 – TTI50, T2 – TTI70, T3 – TTI100, T4 – TTI140, T5 – TTILD50, T6 – TTILD70, T7 – TTILD100, T8 – TTILD140; TTI – Ponta TTI; TTILD – Ponta TTI60; Barras de erro representam o erro padrão da média.

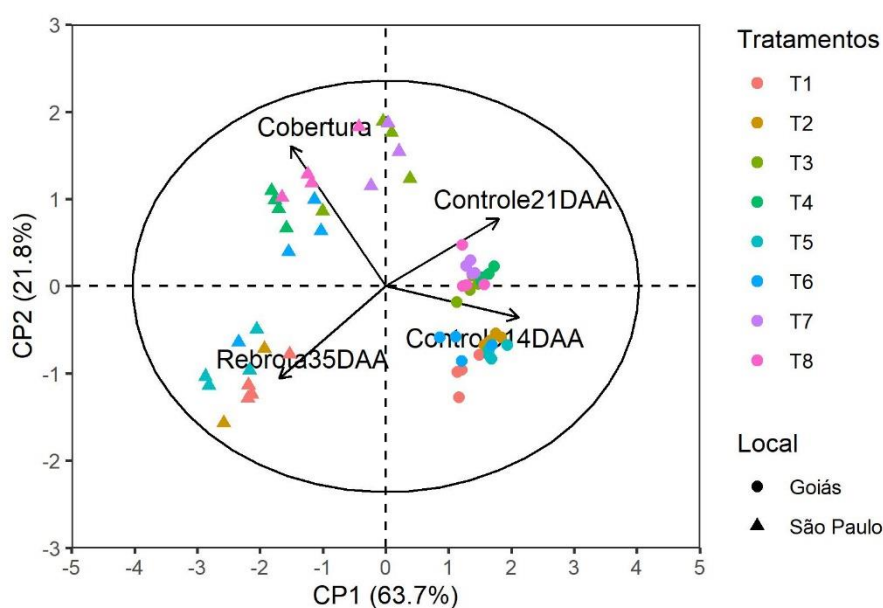


Na fazenda Canto Porto (SP), o maior nível de rebrota esteve associado a ocorrência de plantas fora do estágio ideal de controle na área, em comparação a fazenda Campo Bom (GO). Essa afirmação está de acordo com resultados de Oliveira Neto et al. (2010), que compararam a capacidade de rebrota de plantas de acordo com a altura de plantas, observando maiores percentuais em plantas mais altas. Já Moreira et al. (2010) afirmam que, quanto mais avançado o estágio de desenvolvimento da buva no momento da aplicação do herbicida, maior a ocorrência de brotações laterais.

Para o uso da ponta TTI (T1 ao T4) o maior nível de rebrota foi observado para as menores taxas de pulverização (50 e 70 L ha⁻¹), enquanto para o uso da ponta TTI60 ou TTILD (T5 ao T8) o maior nível de rebrota foi observado para a menor taxa de aplicação (50 L ha⁻¹). Os maiores percentuais de rebrota em menores taxas de aplicações corroboram com o estudo de Knoche (1994), onde estes afirmam que, quanto maiores taxas de aplicação proporcionam melhor eficiência do herbicida aplicado, assim diminuindo a possibilidade de rebrota das plantas.

A análise de componentes principais para os tratamentos e as variáveis no estudo do efeito de pontas associadas a diferentes taxas de pulverização esta apresentada na Figura 10. A análise foi eficiente em explicar 85% da variação experimental, com 63,7% para o componente 1 (CP1) e 21,8% para o componente 2 (CP2).

Figura 10 – Análise de componentes principais para o efeito das pontas e taxas de aplicação sobre as variáveis nos diferentes locais. Notas: T1 – TTI50, T2 – TTI70, T3 – TTI100, T4 – TTI140, T5 – TTILD50, T6 – TTILD70, T7 – TTILD100, T8 – TTILD140; TTI – Ponta TTI; TTILD – Ponta TTI60.



A partir da análise é possível discriminar entre os locais de estudo, onde os dados da Fazenda Campo Bom (GO) ficaram à direita do eixo principal e os dados da Fazenda Canto Porto (SP) ficaram à esquerda, mostrando que houve diferença no controle da buva entre os locais. Além disso por meio da análise é possível discriminar as taxas de aplicação, onde as menores taxas ficaram agrupadas, assim como as maiores em ambas as áreas. Porém não foi possível distinguir entre as diferentes pontas (TTI ou TTI60), mostrando assim que o seu efeito na distribuição da calda é semelhante. Os dados de Controle foram mais associados a Fazenda Campo Bom (GO), enquanto os dados de cobertura e rebrota foram mais associados a Fazenda Canto Porto (SP), confirmando os resultados obtidos pelas análises anteriores.

5 CONCLUSÕES

As pontas de pulverização que produzem gotas ultra grossas e extremamente grossas são eficientes na distribuição do herbicida dicamba associado a outros herbicidas. O estágio de desenvolvimento das plantas de buva influenciam sobremaneira no seu controle, devendo assim realizar o seu controle quando ainda estiverem em estágio vegetativo de desenvolvimento, garantindo assim a maior eficiência no seu controle. No entanto o uso do tankmix, ou seja, mistura dos diferentes produtos foi eficiente no controle da buva mesmo em estágio avançado de desenvolvimento.

O uso de pontas que produzem gotas ultra grossas e extremamente grossas inicialmente tende a apresentar melhor controle em taxas de aplicação maiores, porém ao longo prazo essa diferença é pouco visível. O dicamba associado a outros herbicidas pode ser aplicado de forma eficiente com a utilização de pontas de pulverização de produzem gotas de maior tamanho.

Nossos achados indicam que houve pouca influência do tipo de pontas e taxas de aplicação estudadas, quando as plantas daninhas se encontram em estágios mais jovens. Por outro lado, há uma necessidade de seleção do tipo de ponta e maiores taxas de aplicações de calda quando as plantas estão mais desenvolvidas.

REFERÊNCIAS

AMARAL, G. S. *et al.* Stressful Conditions affect seed quality in glyphosate resistant *Conyza bonariensis* (L.). **Agronomy**, Basel, v. 10, n. 11, p. 1706-1717, 2020.

ANDERSEN, M. C. Diaspore morphology and seed dispersal in several wind-dispersed Asteraceae. **American Journal of Botany**, New York, NY, v. 80, n. 5, p. 487-492, 1993.

ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers). Spray Nozzle Classification by Droplet Spectra. ASABE S572.1 Droplet Size Classification. Disponível em: https://cdn2.hubspot.net/hub/95784/file-32015844-pdf/docs/asabe_s572.1_droplet_size_classification.pdf. Acesso em: 7 mar. 2022.

BALES, S. R.; SPRAGUE, C. L. Sensitivity of dry edible bean to dicamba and 2,4-D. **Weed Technology**, Champaign, IL, v. 34, n. 1, p. 117-124, 2020.

BEHRENS, R.; LUESCHEN, W. E. Dicamba volatility. **Weed Science**, Cambridge, UK, v. 27, n. 5, p. 486-493, 1979.

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

BRESSANIN, F. N. *et al.* Controle de biótipos resistentes de *Conyza bonariensis* com glyphosate + clorimuron-etílico em função do estágio de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, PR, v. 13, n. 1, p. 68-72, 2014.

BUNCH, T. R. *et al.* 2012. **Dicamba**. Ficha Técnica do Centro Nacional de Informações sobre Pesticidas, Universidade Estadual de Oregon. Disponível em: http://npic.orst.edu/factsheets/archive/dicamba_tech.html. Acesso em: 30 ago. 2023.

BUTTS, T. R. *et al.* Spray droplet size and carrier volume effect on dicamba and glufosinate efficacy. **Pest Management Science**, Sussex, LW, v. 74, n. 9, p. 2020-2029, 2018.

CARBONARI, C. A. *et al.* Volatilization of Standalone dicamba and dicamba plus glyphosate as function of volatility reducer and derent surfaces. **Agriculture**, Basel, v. 10, n. 11, p. 495-505, 2020.

CARVALHO, L. B. C. **Herbicidas**. 1. ed. Lages-SC: Edição do Autor, 2013.

CHAMBERS, J. C.; MACMAHON, J. A. A day in the life of a seed: movements and fates of seeds and their implications for natural and managed systems. **Annual Review of Ecological Systematics**, Palo Alto, CA, v. 25, n. 1, p. 263-292, 1994.

CHRISTOFFOLETI, P. J. *et al.* Auxinic herbicides, mechanisms of action, and weed resistance: A look into recent plant science advances. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 72, n. 4, p. 356-362, 2015.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 4. ed. Piracicaba - SP: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas Daninhas – HRAC-BR, 2016.

CICI, S. Z. H.; VAN ACKER, R. C. A review of the recruitment biology of winter annual weeds in Canada. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, ON, v. 89, n. 3, p. 575-589, 2009.

COBB, A. H.; READE, J. P. **Herbicides and Plant Physiology**. 2. ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2010.

CONSTANTIN, J. *et al.* **Buva: Fundamentos e recomendações para manejo**. Curitiba-PR: Omnipax, 2013.

CONTIERO, R. L. *et al.* **Tecnologia de Aplicação**. In: BRANDÃO FILHO, J. U. T. *et al.* Hortaliças-fruto [online]. Maringá: EDUEM, 2018. p. 401-449.

COUSENS, R. D.; MORTIMER, M. **Dynamics of weed populations**. Cambridge, UK: Press Syndicate of the University of Cambridge, 1995.

CUNHA, J. P. A. R. *et al.* Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v. 28, n. 2, p. 283-291, 2008.

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

DIXON, S. E. *et al.* Simulated Particle and Vapor Drift of Dicamba to 'Vidal blanc' Hybrid Grapevine under Missouri Field Conditions. **Horttechnology**, Alexandria, VA, v. 31, n. 6, p. 723-732, 2021.

EGAN, J. F. *et al.* A meta-analysis on the effects of 2,4-D and dicamba drift on soybean and cotton. **Weed Science**, Champaign, IL, v. 62, n. 1, p. 193-206, 2014.

EMBRAPA. Software Gotas. Embrapa Meio Ambiente e Embrapa Informática Agropecuária. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1421/gotas---programa-de-calibracao-de-pulverizacao---gotas>. Acesso em: 10 jan. 2020.

EPA. Environmental Protection Agency (2023). EPA extends comment period on proposed decision to register dicamba for use on genetically-engineered crop. Disponível em: <https://www.epa.gov/pesticides/dicamba>. Acesso em: 30 ago. 2023.

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

FLESSNER, M. L. *et al.* Glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis*) control with dicamba in Alabama. **Weed Technology**, Champaign, IL, v. 29, n. 4, p. 633-640, 2015.

GAINES, T. A. The and dead: a new model for the essential role of ABA accumulation in synthetic auxin herbicide mode of action. **Journal of Experimental Botany**, Oxônia, UK, v. 71, n. 12, p. 3383-3385, 2020.

GOMES, G. L. G. C. Caracterização bioquímica e morfofisiológica de populações de buva (*Conyza* spp.) resistentes ao glyphosate. 2014. Tese (Doutorado em Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2014.

GRIGOLLI, J. F. J.; LOURENÇÃO, A. L. F. **Manejo das Plantas Daninhas no Milho Safrinha**. In: Tecnologia e Produção: Milho Safrinha e culturas de inverno, Maracaju: Fundação MS, 2013. 91-101.

GROSSMANN, K. Auxin herbicides: current status of mechanism and mode of action. **Pest Management Science**, Sussex, LW, v. 66, n. 2, p. 113-120, 2010.

HEAP, I. The International Herbicide-Resistant Weed Database. 2020. Disponível em: <https://www.weedscience.org>. Acesso em: 16 fev. 2022.

HEDGES, B. K. *et al.* Influence of glyphosate/dicamba application rate and timing on the control of glyphosate resistant horseweed in glyphosate/dicamba resistant soybean. **Weed Technology**, Champaign, IL, v. 32, n. 6, p. 678-682, 2018.

HEIDARY, M. A. L. *et al.* Influence of spray characteristics on potential spray drift of field crop sprayers: A literature review. **Crop Protection**, v. 63, p. 120-130, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219414001604>. Acesso em: 05 fev. 2022.

HESS, F. D. **Mechanism of action of inhibitors of amino acid biosynthesis**. In: HESS, F. D. Herbicide action: an intensive course on the activity, selectivity, behavior, and fate of herbicides in plants and soil. West Lafayette: Purdue University, 1994. 344-365.

HOFFMANN, W. C. *et al.* Spray drift reduction evaluations of spray nozzles using a standardized testing protocol. **Journal of ASTM International**, Fort Belvoir, VA, v. 7, n. 8, p. 1-8, 2010.

JONES, G. T. *et al.* Off-target movement of diglycolamine dicamba to non-dicamba soybean using practices to minimize primary drift. **Weed Technology**, Champaign, IL, v. 33, n. 1, p. 24-40, 2019b.

JONES, G. T. *et al.* Effect of low doses of dicamba alone and in combination with glyphosate on parent soybean and offspring. **Weed Technology**, Champaign, IL, v. 33, n. 1, p. 17-23, 2019a.

KELLEY, K. B.; RIECHERS, D. E. Recent developments in auxin biology and new opportunities for auxinic herbicide research. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, CA, v. 89, n. 1, p. 1-11, 2007.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, 1999.

KNOCHE, M. Effect of droplet size and carrier volume on performance of foliage-applied herbicides. **Crop Protection**, v. 13, n. 3, p. 163-17, 1994. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0261219494900752>. Acesso em: 10 set. 2022.

LORENZI, H. *et al.* **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**. 6. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2006.

MAGNOJET. Catálogo 2023: MUG - Magno Ultra grossa. Disponível em: https://www.magnojet.com.br/area_restrita. Acesso em: 06 jun. 2022b.

MAGNOJET. Catálogo 2023: ST-IA - Super Turbo Com Indução De Ar. Disponível em: https://www.magnojet.com.br/area_restrita. Acesso em: 06 jun. 2022a.

MAGNOJET. Ponta MUG. 2021. Disponível em: <https://www.mugfastcap.com.br/>. Acesso em: 25 fev. 2022.

MARCHI, S. R. *et al.* Spray deposition on water fern plants in function of nozzle tips and population arrangements with water hyacinth and water lettuce plants. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 77-84, 2011.

MARQUES, M. G. *et al.* Dicamba residues in sprayers: Phytotoxicity on non-dicamba tolerant soybean. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 25, n. 8, p. 573-579, 2021.

MCCAULEY, C. L. *et al.* Transcriptomics in *Erigeron Canadensis* reveals rapid photosynthetic and hormonal responses to auxin herbicide application. **Journal of Experimental Botany**, Oxônia, UK, v. 71, n. 12, p. 3701-3709, 2020.

MERCIER, H. **Auxinas**. In: KERBAUY, G. B. *Fisiologia Vegetal*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan Ltda, 2008. 182-211.

MOREIRA, M. S. *et al.* Herbicidas alternativos para o controle de biótipos de *Conyza bonariensis* e *C. canadensis* resistentes ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, n. 1, p. 167-175, 2010.

MOREIRA, M. S. *et al.* Resistência de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* ao herbicida ghyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 25, n. 1, p. 157-164, 2007.

MORETTI, M. L. *et al.* Cross-resistance to diquat in glyphosate/paraquat-resistant hairy fleabane (*Conyza bonariensis*) and horseweed (*Conyza canadensis*) and confirmation of 2,4-D resistance in *Conyza bonariensis*. **Weed Technology**, Champaign, IL, v. 35, n. 4, p. 554-559, 2021.

MUELLER, T. C.; STECKEL, L. E. Dicamba volatility in humidomes as affected by temperature and herbicide treatment. **Weed Technology**, Champaign, IL, v. 33, n. 4, p. 541-546, 2019.

MYLONAS, P. N. *et al.* Glyphosate resistance of molecularly identified *Conyza albida* and *Conyza bonariensis* populations. **Crop Protection**, v. 65, p. 207-215, 2014.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219414002324>. Acesso em: 10 mar. 2022.

NANSEN, C. *et al.* Optimizing pesticide spray coverage using a novel web and smartphone tool, SnapCard. **Agronomy for Sustainability Development**, Berlin, v. 35, p. 1075-1085, 2015.

NEGRISOLI, M. M. *et al.* Performance of new flat fan nozzle design in spray deposition, penetration and control of soybean rust. **European Journal of Plant Pathology**, v. 155, p. 755-767, 2019. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10658-019-01803-1>. Acesso em: 03 set. 2022.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S. *et al.* **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba: Omnipax. 2011.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S. **Mecanismos de Ação de Herbicidas**. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S. *et al.* Biologia e manejo de plantas daninhas. Curitiba: Omnipax Editora Ltda, 2011. p. 139-192.

OLIVEIRA NETO, A. M. *et al.* Sistemas de dessecação de manejo com atividade residual no solo para áreas de pousio de inverno infestadas com buva. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, PI, v. 4, n. 2, p. 120-128, 2013.

OLIVEIRA NETO, A. M. *et al.* *Conyza bonariensis* management with glyphosate + 2,4-D and glufosinate according to development stage. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, PR, v. 9, n. 3, p. 73-80, 2010.

PAULA, J. M. *et al.* Morphological analysis and DNA methylation in *Conyza bonariensis* L. Cronquist (Asteraceae) phenotypes. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 76, n. 4, p. 480-491, 2017.

PAZDIORA, P. C. *et al.* Glyphosate-Resistant *Conyza bonariensis* is susceptible to Powdery Mildew Caused by *Podosphaera erigerontis-canadensis*. **Plant Disease**, Washington, DC, v. 103, n. 2, p. 365-365, 2019.

PENTAIR HYPRO. ULTRA LO-DRIFT MAX: bico com dupla indução de ar para controle máximo de deriva. Disponível em:

<https://cdn.awsli.com.br/1887/1887835/arquivos/folheto-uldmax-ptbr.PDF>. Acesso em: 06 jun. 2022.

PENTAIR. Spray nozzle selection guide. 2021. Disponível em: <https://www.pentair.com/en-us/brands/hydro.html>. Acesso em: 22 fev. 2022.

PEREIRA NETO, W. G. Volatilização e espectro de gotas do dicamba influenciada por diferentes formulações, adjuvantes e sais de glifosato. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2021.

PIASECKI, C. *et al.* Glyphosate and Saflufenacil: elucidating their combined action on the control of glyphosate-resistant *Conyza bonariensis*. **Agriculture**, Basel, v. 10, n. 6, p. 236, 2020.

PIASECKI, C. *et al.* Glyphosate resistance affect the physiological quality of *Conyza bonariensis* seeds. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 37, p. e019213902, 2019.

POWLES, S. B.; HOLTUM, J. A. M. **Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry**. Boca Raton: CRC Press, 1994.

R CORE TEAM (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

READE, J. P. H.; COBB, A. H. **Herbicides: Modes of Action and Metabolism**. In: NAYLOR, R. E. L. *Weed Management Handbook*. 9. ed. Bachory: Blackwell Publishing, 2002. p. 134-170.

REGEHR, D. L.; BAZZAZ, F. A. The population dynamics of *Erigeron Canadensis*, a successional winter annual. **Journal of Ecology**, Hoboken, NJ, v. 67, n. 3, p. 923-933, 1979.

RENTON, M. *et al.* Herbicide resistance modelling: past, present and future. **Pest Management Science**, Sussex, LW, v. 70, n. 9, p.1394-1404, 2014.

ROMAN, E. S. *et al.* **Como funcionam os herbicidas: da biologia a aplicação**. Passo Fundo: Gráfica Editora Berthier, 2005.

ROSSI, C. V. S. *et al.* Comparison of horseweed chemical control methods with burndown starting in dry or moist period. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, PR, v. 17, n. 3, p. e613, 2018.

SANTANA, V. S. Taxas de aplicação e associação de herbicidas dicamba e glifosato no controle de plantas daninhas. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

SANTOS, G. *et al.* **Aspectos da biologia e da germinação da buva.** In: CONSTANTIN, J. *et al.* Buva: Fundamentos e recomendações para manejo. Curitiba: Omnipax, 2013. p. 11-25.

SOLTANI, N. *et al.* Off-target movement assessment of dicamba in North America. **Weed Technology**, Champaign, IL, v. 34, n. 3, p. 318-330, 2020.

SPERRY, B. P. *et al.* Effect of carrier volume and spray quality on glyphosate-resistant soybean response to sublethal dicamba exposure. **Pest Management Science**, Sussex, LW, v. 77, n. 6, p. 2719-2725, 2021.

STERLING, T. M.; HALL, J. C. **Mechanism of action of natural auxins and the auxinic herbicides.** In: ROE, R. M. *et al.* Herbicide Activity: Toxicology, Biochemistry and Molecular Biology. Burke: IOS Press, 1997. p.111-141.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal.** 6. ed. Porto Alegre: Artmed Editora Ltda, 2017.

TANI, E. How is glyphosate resistance modified by exogenous salicylic acid application on *Conyza bonariensis* biotypes. **Phytoparasitica**, v. 48, p. 305-315, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12600-020-00790-y>. Acesso em: 15 de fev. 2022.

TEEJET TECHNOLOGIES. Catálogo 51A - PT. Disponível em: <https://www.teejet.com/pt-br/-/media/dam/agricultural/brazil/sales-material/catalog/cat51a-pt.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2022a.

TEEJET TECHNOLOGIES. TTI TWINJET®: air induction twin flat spray tips. Disponível em: <https://www.teejet.com/pt-br/-/media/dam/agricultural/usa/sales-material/product-market-bulletin/li-tj201-tti60.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2022b.

TOZZI, E.; VAN ACKER, R. C. Effects of seedling emergence timing on the population dynamics of horseweed (*Conyza canadensis* var. *canadensis*). **Weed Science**, Champaign, IL, v. 62, n. 3, p. 451-456, 2014.

VARGAS, L. *et al.* Glyphosate influence on the physiological parameters of *Conyza bonariensis* biotypes. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 151-159, 2014.

VARGAS, L. *et al.* *Conyza bonariensis* biotypes resistant to the Glyphosate in Southern Brazil. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 25, n. 3, p. 573-578, 2007.

WU, H. The biology of Australian weeds 49. *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist. **Plant Protection Quarterly**, Meredith, NH, v. 22, n. 4, p. 122-131, 2007.