

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 17 (5)

Sept/Oct 2024

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/17520241980>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1980>



Diferentes volumes e horários de aplicação de herbicidas no controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar

Different volumes and times of herbicide application for weed control in sugarcane

Corresponding author

Sálvio Napoleão Soares Arcoverde

Centro Universitário da Grande Dourados

salvionapoleao@gmail.com

Gabriela Nonis Tezolin

Centro Universitário da Grande Dourados

Rayssa Marques dos Santos

Centro Universitário da Grande Dourados

Jackeline Matos do Nascimento

Centro Universitário da Grande Dourados

Mateus Luiz Secretti

Centro Universitário da Grande Dourados

Resumo. O controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar é crucial para garantir alta produtividade e eficiência agrícola. Este estudo investigou a aplicação de herbicidas pré-emergentes (Clomazona, Diuron e Hexazinona) em parcelas subdivididas, variando volumes de aplicação (80, 100, 200 e 250 L ha⁻¹) e horários (07:00 e 10:00 horas). Para avaliar a eficácia da aplicação, papéis hidrossensíveis foram fixados nas entrelinhas da cana-de-açúcar, para medir a deposição e a possível fitotoxicidade dos herbicidas. Posteriormente, os papéis foram digitalizados e analisados quanto à cobertura, amplitude relativa (AR), diâmetro médio numérico (DMN), diâmetro médio volumétrico (DMV), D0,1 e D0,9, em três momentos após a aplicação (7, 14 e 21 dias), sem registro de emergência de plantas daninhas. Os resultados indicaram que a aplicação de 100 L ha⁻¹ se mostrou economicamente viável e eficiente. As aplicações realizadas às 07:00 horas foram mais eficazes, devido às condições climáticas favoráveis: temperaturas mais baixas e maior umidade relativa do ar, que contribuíram para minimizar a evaporação dos herbicidas e reduzir a deriva. Isso resultou em uma distribuição mais precisa dos produtos agrícolas e melhores resultados em todos os parâmetros avaliados.

Palavras-chaves defensivos, fitotoxidez e papéis hidrossensíveis

Abstract. Weed control in sugarcane cultivation is crucial for ensuring high productivity and agricultural efficiency. This study investigated the application of pre-emergent herbicides (Clomazone, Diuron, and Hexazinone) in split plots, varying application volumes (80, 100, 200, and 250 L ha⁻¹) and times (07:00 and 10:00 hours). To evaluate application efficacy, water-sensitive papers were fixed between the sugarcane rows to measure deposition and potential herbicide phytotoxicity. Subsequently, the papers were scanned and analyzed for coverage, relative amplitude (RA), numerical mean diameter (NMD), volumetric mean diameter (VMD), D0.1, and D0.9, at three moments after application (7, 14, and 21 days), without recording weed emergence. The results indicated that the application of 100 L ha⁻¹ was economically viable and efficient. Applications conducted at 07:00 hours were more effective due to favorable climatic conditions: lower temperatures and higher relative humidity, which contributed to minimizing herbicide evaporation and reducing drift. This resulted in a more precise distribution of agricultural products and better results in all evaluated parameters

Keywords: pesticides, phytotoxicity, water-sensitive papers

Introdução

A cana-de-açúcar desempenha um papel fundamental na economia brasileira, sendo utilizada na produção de açúcar, álcoois combustíveis, aguardente, entre outros produtos de valor econômico e industrial. Além disso, seus subprodutos são aproveitados para geração de energia, papel, alimentação animal através da ponta da cana, e extração de palmito, demonstrando a versatilidade e importância dessa cultura agrícola.

A ocorrência de plantas daninhas na cultura de cana-de-açúcar provoca perdas significativas na produtividade, quando não controladas adequadamente. Diversos trabalhos de pesquisa mostram esses danos, atribuindo ao manejo dessas plantas uma porcentagem importante do custo de produção. Autores como Fay e Duke (1977), discutem os efeitos alelopáticos das plantas daninhas, pois algumas plantas daninhas podem liberar substâncias químicas que têm efeitos negativos (alelopatia) na germinação e crescimento da cana-de-açúcar. Essas substâncias podem inibir ou retardar o desenvolvimento da cultura principal, afetando diretamente sua produtividade. Enquanto Pitelli (1985) e Victoria Filho e Christoffoleti (2004) abordam como essas plantas podem afetar a germinação, crescimento e desenvolvimento das culturas podem servir como hospedeiras para várias pragas e doenças que, eventualmente, podem se espalhar para a cana-de-açúcar, causando mais danos e exigindo medidas adicionais de controle.

Portanto, é crucial adotar um manejo eficiente das plantas daninhas para mitigar esses impactos negativos. Este estudo focaliza a aplicação de herbicidas em diferentes volumes e horários, analisando seu impacto na tecnologia de aplicação e na fitotoxidez das folhas de cana-de-açúcar. Além disso, visa entender como as gotas pulverizadas podem afetar o banco de sementes das plantas daninhas, que é um dos principais alvos dessa prática agrícola.

As plantas daninhas, espécies vegetais que se desenvolvem onde não são desejadas, representam um dos fatores limitantes ao potencial produtivo das culturas. O prejuízo do potencial produtivo decorre do processo de interferência, da competição que ocorre quando água, luz e nutrientes se tornam limitantes ao crescimento das plantas, resultando em prejuízos (Christoffoleti, 2004).

A análise desses aspectos visa não só maximizar a eficiência da aplicação de herbicidas, levando em conta atributos técnicos, econômicos e ambientais, mas também estimular práticas sustentáveis de manejo agrícola na produção de cana-de-açúcar.

O controle dessas plantas daninhas consiste na adoção de práticas que resultam na redução da infestação, esta redução da interferência das plantas daninhas em uma cultura deve ser feita até o nível em que as perdas pela interferência sejam iguais ao custo do controle, ou

seja, de modo que não influenciem a produção econômica da cultura (Silva et al. 1999). Apesar do controle químico de plantas daninhas ser considerado o método mais eficiente, quando não se utiliza corretamente a tecnologia de aplicação, esta eficiência é comprometida. Se mau realizada a aplicação, pode ocorrer aumento do banco de sementes das espécies não controladas, além da perda com o produto comercial bem como os gastos para realizar a aplicação, além da contaminação ambiental (Niewegowski Filho, 2014).

Atualmente, há uma tendência de redução dos volumes de calda, a fim de diminuir os custos de produção e elevar a capacidade operacional das aplicações, aumentando a autonomia e dos pulverizadores e diminuindo o risco de perdas por escorrimento (Rodrigues, 2011). Contudo, essa redução pode levar a uma menor cobertura do alvo, comprometendo a eficácia dos tratamentos. Embora seja prática comum em algumas propriedades, a redução do volume de calda ainda desperta incerteza sobre sua viabilidade e limite mínimo. Dessa forma, é essencial conhecer as características físico-químicas das caldas de pulverização de modo a entender a função de seus componentes, uma vez que existe pouca informação a esse respeito e sobre os fatores que as influenciam (Schampheleire et al., 2009).

As condições climáticas são essenciais visando uma correta aplicação, nesse aspecto deve-se monitorar a velocidade do vento, sempre menor que 8 km h⁻¹, a umidade relativa, maior que 55%, e a temperatura do ar, menor que 30°C (Adegas, 2016). Logo, o monitoramento das condições meteorológicas é indispensável antes da aplicação, entretanto durante o dia estas condições podem ser alteradas, sendo que o horário da manhã é considerado o mais efetivo para a pulverização, resultando na eficácia da aplicação e ganho de produtividade (Favaretto, 2019).

O objetivo do trabalho foi analisar volumes de calda em dois horários de aplicação com herbicida para controle de plantas daninhas, monitorando parâmetros da tecnologia de aplicação e de fitotoxidez na folha de cana-de-açúcar, considerando que o banco de sementes das plantas daninhas é o alvo principal dessa prática agrícola.

Material e métodos

O experimento foi realizado na Empresa Central Energética Vicentina em Vicentina-MS, a qual situa-se nas coordenadas geográficas de latitude 22°28'47.87"S e longitude 54°24'34.44"W. O clima predominante é o tropical, apresentando o subtipo Cwa (clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos) conforme a classificação de Köppen-Geiger (Fietz e Fisch, 2008). O tipo de solo da área onde foi conduzido o ensaio é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, com textura média. As condições meteorológicas foram medidas por um termo-higro-

anemômetro, registrando o vento, temperatura e umidade relativa do ar nos dias das aplicações.

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) se encontrou no momento das aplicações dos tratamentos em uma altura de 0,20 metros em estágio de soqueira de 2º corte, com a variedade RB97 579. Foram dois Herbicidas aplicados (Clomazona e Diuron;Hexazinona), onde o modo de ação é pré-emergente das plantas daninhas na área.

Para as aplicações foram utilizados, é um trator com um implemento acoplado no hidráulico com 5 sessões na barra total, sendo as laterais com 2 sessões de 5 pontas cada e a sessão da traseira com 7 pontas, marca Case, MAX 110, com capacidade volumétrica total de 1500 litros de calda, barra de pulverização 13,5 metros, com 27 pontas de pulverização distanciadas 50 centímetros entre elas.

Na Tabela 1 constam as pontas de pulverização utilizadas no experimento, modelo de pontas, forma de emissão, pressão (bar) e a taxa de aplicação de cada uma.

O estudo foi conduzido no delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 2, sendo quatro taxas de aplicação: 80 L ha⁻¹, 100 L ha⁻¹ (com a ponta PDA 90 0,134), pressão (bar) de 1,8 e 200 L ha⁻¹ e 250 L ha⁻¹ (com a ponta ST – IA 03), pressão (bar) de 2,8. Forma de emissão: cone vazio, para os dois modelos de pontas, e dois horários de aplicação (7:00 e 10:00 horas), totalizando oito tratamentos e cinco repetições.

As condições climáticas foram monitoradas com auxílio de termo-higrômetro digital (Tabela 2). A velocidade do vento durante as aplicações foi monitorada com auxílio de anemômetro de molinete.

Tabela 1. Modelos de Pontas de Pulverização utilizados no experimento

Modelo	Forma de emissão	Pressão (Bar)	Taxa de Aplicação
DA 90 0,134	Cone Vazio	1,8	80L ha ⁻¹
PDA 90 0,134	Cone Vazio	1,8	100L ha ⁻¹
ST – IA 03	Cone Vazio	2,8	200L ha ⁻¹
ST – IA 03	Cone Vazio	2,8	250L ha ⁻¹

Tabela 2. Condições climáticas observadas no horário da instalação do experimento, temperatura e umidade relativa do ar

Horário	T (°C)	UR (%)	Velocidade do vento (Km h ⁻¹)
7 h	29,0	63,2	2,8
10 h	37,1	47,0	3,5

No momento da instalação do experimento e nos dois horários de aplicação havia condições climáticas favoráveis à aplicação (tabela 2), em que as temperaturas médias, velocidade do vento e umidade relativa do ar foram, respectivamente, de 29°C, com velocidade do vento de 2,8 km h⁻¹, 63,2% (UR) para o horário das 7 horas, velocidade do vento de 37,1°C, 3,5 km h⁻¹ e 47% (UR) no horário das 10 horas. Os horários recomendados para uma aplicação eficiente de acordo com Matthews et al. (2016) são aqueles nos quais as temperaturas são inferiores a 30 °C, a umidade relativa do ar superior a 50% e os ventos constantes de 3,2 a 6,5 km h⁻¹.

A variedade extensa de pontas de pulverização disponíveis é projetada para proporcionar diâmetros e velocidades de gotas que atendam às demandas específicas de cada aplicação agrícola. O objetivo primordial das pontas é a produção de gotas adequadas. Para selecionar a ponta mais apropriada, é crucial compreender qual tipo de gota é ideal para cada situação. Este desafio central da tecnologia de aplicação por pulverização reside na capacidade de determinar, produzir e distribuir uniformemente gotas ideais em

diferentes condições de campo, conforme explicado por Contiero, Biffe e Catapan (2018, p. 38)".

Frequentemente, devido aos desafios em atingir essa precisão de maneira eficiente, é comum empregar quantidades excessivas de calda e defensivos agrícolas além do necessário para o controle eficaz de plantas daninhas.

Portanto, foram utilizados papéis hidrossensíveis fixados na folha superior da cana de açúcar, para identificar a deposição do produto no alvo (planta daninha) e sua fitotoxidez nas folhas.

As avaliações de controle de plantas daninhas foram efetuadas visualmente aos 7,14 e 21 dias após a aplicação dos tratamentos. A metodologia de avaliação que foi utilizada é a visual, no qual compara-se as parcelas que receberam os tratamentos com a parcela testemunha, em que 0% corresponderam a plantas sem sintomas de fitotoxidez e 100% a plantas mortas (Velini, Osipe e Grazziero, 1995).

Após as aplicações os papéis hidrossensíveis foram coletados, armazenados, e devidamente scaneados com auxílio do software Dropscope, que gerou resultados de cobertura (porcentagem da área coberta), Densidade de

Gotas (número de gotas cm^{-2}), Coeficiente de variação, DV01, DV09, Diâmetro Médio Numérico – DMN (μm) e Diâmetro Médio Volumétrico – DMV (μm).

Os dados dos parâmetros da tecnologia de aplicação foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância utilizando o software estatístico AgroEstat (Barbosa e Maldonado Júnior, 2015).

Resultados e discussão

Os fatores climáticos são cruciais no momento da aplicação de defensivos agrícolas por via líquida, por influenciarem diretamente na dinâmica das gotas produzidas e lançadas na

atmosfera, principalmente no que diz respeito à evaporação e deriva. Esses fatores no momento da aplicação foram com temperatura de 35°C , umidade relativa de 74 % e velocidade do vento igual a $1,10 \text{ ms}^{-1}$, neste cenário, a utilização de herbicidas pré-emergente na calda de pulverização têm como principal objetivo prevenir a germinação e o estabelecimento das plantas daninhas antes que elas possam competir com a cultura. Esses herbicidas são aplicados ao solo antes da emergência das plantas daninhas e formam uma barreira química que impede a germinação ou mata as plântulas em estágios iniciais de desenvolvimento (Victoria Filho e Christoffoleti, 2004).

Tabela 3 - Média dos parâmetros em função dos horários e dos volumes de aplicação.

	DMN	DMV	D0,1	D0,9	A. R	Cobertura
Horário (H)						
07:00h	81,2 a	810,6 a	351,4 a	1348,9 a	1,24 a	43,2 a
10:00h	76,5 a	898,9 a	392,6 a	1520,6 a	1,28 a	46,6 a
Volume (V)						
80	86,0 a	586,6 b	245,1 b	1048,3 b	1,32 a	33,4 a
100	79,3 a	954,8 a	416,7 a	1542,2 a	1,21 a	52,2 a
200	75,0 a	1070,9 a	474,8 a	1772,6 a	1,22 a	51,6 a
250	75,3 a	806,5 ab	351,5 ab	1375,8ab	1,26 a	42,4 a
H x V	6,26**	12,59**	10,52**	14,16**	0,63ns	10,67**
C.V. (%)	29,0	22,9	25,3	22,1	17,1	35,0

Médias com letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ** e *Significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Os herbicidas pré-emergentes desempenham um papel crucial no manejo de plantas daninhas em áreas de cultivo de cana-de-açúcar, proporcionando uma barreira eficaz contra a germinação de espécies invasoras e assegurando que a cultura possa crescer com menos competição por recursos essenciais" (Pitelli, 1985). Ao prevenir a emergência das plantas daninhas, os herbicidas pré-emergentes mantêm a lavoura mais limpa durante os estágios iniciais de crescimento, reduzindo a pressão das plantas indesejadas e facilitando o manejo subsequente. Esse controle antecipado diminui a necessidade de herbicidas pós-emergentes, aplicados após a emergência das plantas daninhas, resultando em economia nos custos de produção e menor impacto ambiental.

Quanto à amplitude relativa, observa-se a interação significativa para amplitude relativa do ar (Tabela 3). E os volumes de aplicação houve efeito significativo sobre as variáveis.

Em função do horário na Tabela 3, não houve interação significativa para amplitude relativa

do ar. E por outro lado, o volume de aplicação influenciou as variáveis DMV, D0,1 e D0,9. Ressalta-se ainda que houve efeito da interação para todas as variáveis exceto para amplitude relativa do ar.

De acordo com Pimentel Gomes (2009), o Coeficiente de Variação (CV) é utilizado como um indicador de variabilidade de um conjunto de dados. O autor sugere que os coeficientes de variação podem ser classificados como baixos, quando inferiores a 10%; médios, quando variam de 10 a 20%; altos, quando estão na faixa de 20 a 30%; e muito altos, quando superiores a 30%.

Na Tabela 4, estão apresentados os dados referentes ao diâmetro da mediana volumétrica (DMV), que representa o diâmetro da gota tal que metade do volume pulverizado é constituída de gotas de maior diâmetro e a outra metade, gotas de menor diâmetro (Santos, 2005).

Tabela 4. Médias de DMV (Diâmetro Mediano Volumétrico) em função dos horários e dos volumes de aplicação

	Volume (L ha ⁻¹)			
	80	100	200	250
	DMV			
07:00h	478,4 Ca	670,9 BCb	986,7 ABa	1106,2 Aa
10:00h	694,8 Ba	1238,7 Aa	1155,2 Aa	506,8 Bb

Letras maiúsculas comparam as médias dentro de horário de aplicação; Letras minúsculas comparam as médias dentro do volume de aplicação. Letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O DMV é um parâmetro utilizado para verificar o espectro de gota, sendo o diâmetro que divide o volume das gotas pulverizadas em duas partes, onde a soma dos volumes das gotas de diâmetro menor seja igual à soma do volume das gotas de diâmetro maior (Cunha et al., 2007).

No primeiro horário de aplicação com 250 L ha⁻¹ de volume de calda, os papéis apresentaram um Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) maior, sem diferença estatística significativa em relação aos outros volumes. No segundo horário (10:00), o volume de 250 L ha⁻¹ resultou em um DMV menor, ao contrário do observado anteriormente. A pressão (bar) da ponta de pulverização representada na (Tabela 1), exerce uma influência significativa sobre o tamanho das gotas durante a pulverização agrícola. Geralmente, o aumento da pressão resulta em gotas de menor

tamanho, enquanto a redução da pressão tende a gerar gotas maiores.

Gotas maiores têm maior tempo de vida e menor capacidade de deriva, o que pode ser benéfico em certas condições de aplicação. Conforme Cunha et al. (2007), o tamanho das gotas é crucial para o sucesso na aplicação de defensivos, influenciando diretamente a deposição e reduzindo perdas por deriva. Segundo Nascimento et al. (2012), pontas de pulverização que produzem gotas finas podem proporcionar uma melhor porcentagem de cobertura e densidade de gotas quando aplicadas em condições climáticas ideais (Tabela 4).

Na análise da Tabela 5, foi observada a porcentagem da área coberta pelos tratamentos avaliados.

Tabela 5. Médias de Área coberta (%) em função dos horários e dos volumes de aplicação

	Volume (L ha ⁻¹)			
	80	100	200	250
07:00h	29,1 Ba	36,5 ABb	40,2 Aba	67,1 Aa
10:00h	37,8 ABa	67,9 Aa	62,9 Aa	17,8 Bb

Letras maiúsculas comparam as médias dentro de horário de aplicação; Letras minúsculas comparam as médias dentro do volume de aplicação. Letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para o parâmetro de porcentagem de área coberta verificou-se em 250 L ha⁻¹ obteve maior quantidade de gotas depositada, já no segundo horário notamos que houve o inverso. Nos dois horários as condições ambientais estavam favoráveis à aplicação, porém às 10h a umidade do ar era maior quando comparadas às 7h, com isso, ocorreram menores perdas por evaporação das gotas menores, aumentando a densidade de gotas obtendo assim maior volume recuperado para horários com condições climáticas mais adequadas. Portanto, quando aumenta o (DMV) registrado na tabela anterior (Tabela 4), também aumenta a área de cobertura.

Em uma pulverização com gotas de tamanhos muito semelhantes o espectro é considerado homogêneo, já com gotas produzidas de tamanhos distintos ele é chamado de heterogêneo (Cunha et al., 2007). O tamanho das gotas influencia na capacidade de a pulverização cobrir o alvo e penetrar na massa das folhas. Gotas menores possuem melhor capacidade de cobertura, bem como propiciam maior capacidade de penetração. Entretanto, gotas pequenas podem ser mais sensíveis à evaporação e aos processos de deriva (Cunha et al., 2007).

Na menor gota, as pontas de pulverização não diferiram estatisticamente. Além de não diferir estatisticamente nos terços da planta, ou seja, houve homogeneidade na análise. Quanto menor e mais homogênea as gotas, maior a tendência de se ter uma boa quantidade de depósitos no alvo, aumentando a cobertura (Sasaki et al. 2015).

Na Tabela 6 analisamos o Diâmetro Mediado das gotas em função dos horários e dos volumes de aplicação. Uma das maneiras de se avaliar o diâmetro das gotas em uma pulverização é o diâmetro mediano numérico (DMN). O DMN é o diâmetro de gota que divide a massa de gotas em duas partes, sendo que 50% das gotas (em número) têm diâmetro maior que o DMN e 50% (em número) têm diâmetro menor que o DMN. Sendo assim, de maneira semelhante ao DMV, a tendência é que o DMN seja influenciado pelas gotas menores, ou seja, por grande número de gotas, induzindo a um baixo valor para o DMN. Como os parâmetros são influenciados pela proporção de gotas grandes e pequenas, a relação ente estes fatores permite uma boa análise de homogeneidade do espectro de gotas produzidas (Chechetto et al., 2012).

Conforme a Tabela 6, pode-se notar que no horário das (07:00 horas), em 250 L ha⁻¹ obteve menores quantidades de gotas sendo, inversamente proporcional ao DMV citado anteriormente na (Tabela 5), devido ao horário, tamanho de gotas, umidade relativa do ar, o vento, entre outros fatores. E no horário das (10:00 horas), a quantidade de gotas foi maior em 250 L ha⁻¹; em períodos de maior temperatura, as gotas tendem a evaporar mais rapidamente, o que pode resultar em gotas de maior tamanho quando atingem o alvo. A Tabela 7 exhibe os resultados com base no critério de Diâmetro Volumétrico (DV) de 0,9, que representa a porcentagem acumulada de gotas com diâmetro igual ou inferior a 90% do diâmetro mediano volumétrico (DMV). Esse critério é empregado para analisar como estão distribuídos os tamanhos das gotas resultantes da pulverização, oferecendo dados sobre a uniformidade e eficiência do processo.

No horário das 07:00 horas, condições como uma maior umidade relativa do ar e ventos

mais calmos criaram um ambiente favorável para a formação e estabilidade de gotas maiores durante a pulverização com 250 L ha⁻¹. Essas gotas maiores possivelmente foram menos propensas a evaporar rapidamente, resultando em uma maior quantidade de gotas observadas atingindo o alvo.

À medida que o dia avançou para o horário das 10:00 horas, as condições ambientais se alteraram significativamente. Aumentos na temperatura e redução da umidade relativa do ar provavelmente aceleraram a evaporação das gotas menores antes que pudessem alcançar o alvo. Além disso, ventos mais fortes ou mudanças na direção do vento podem ter contribuído para a dispersão das gotas, diminuindo assim a quantidade de gotas efetivamente depositadas no alvo com 250 L ha⁻¹. Sendo assim, podemos relacionar com o DMV, quando ele aumenta o DV_{0,9} também aumenta.

Na Tabela 8 analisamos o DV_{0,1} que representa 10% de gotas depositadas no alvo em função dos horários e dos volumes de aplicação.

Tabela 6. DMN (Diâmetro Mediano Numérico) em função dos horários e dos volumes de aplicação

	Volume (L ha ⁻¹)			
	80	100	200	250
07:00h	107,1 Aa	93,0 Aba	74,3 Aba	50,5 Bb
10:00h	64,9 Ab	65,6 Aa	75,6 Aa	100,0 Aa

Letras maiúsculas comparam as médias dentro de horário de aplicação; Letras minúsculas comparam as médias dentro do volume de aplicação. Letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Médias de DV_{0,9} em função dos horários e dos volumes de aplicação

	Volume (L ha ⁻¹)			
	80	100	200	250
07:00h	804,1 Cb	1077,4 BCb	1621,8 ABa	1892,1 Aa
10:00h	1292,6 Ba	2007,0 Aa	1923,4 Aa	859,4 Bb

Letras maiúsculas comparam as médias dentro de horário de aplicação; Letras minúsculas comparam as médias dentro do volume de aplicação. Letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 8. Médias de DV_{0,1} em função dos horários e dos volumes de aplicação

	Volume (L ha ⁻¹)			
	80	100	200	250
07:00h	209,1 a	281,4 b	438,0 a	477,2 a
10:00h	281,0 a	552,1 a	511,5 a	225,8 b

Letras maiúsculas comparam as médias dentro de horário de aplicação; Letras minúsculas comparam as médias dentro do volume de aplicação. Letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Segundo Silva et al. (2010), o critério DV_{0,01} é utilizado para avaliar a distribuição do tamanho das gotas durante a pulverização agrícola, representando a porcentagem acumulada de gotas com diâmetro igual ou inferior a 0,01 vezes o diâmetro mediano volumétrico (DMV). No horário das 07:00 horas, foi observada uma maior concentração de gotas utilizando 250 L ha⁻¹, sugerindo condições ideais para a formação de gotas menores, conforme discutido por Cunha et al.

(2007) em relação à influência das condições climáticas na pulverização.

Em contraste, no horário das 10:00 horas, ocorreu uma redução na quantidade de gotas em 250 L ha⁻¹ capturadas pelo critério DV_{0,01}. Este fenômeno pode ser atribuído ao aumento da temperatura e às alterações nas condições de vento, como descrito por Nascimento et al. (2015) em seus estudos sobre a dinâmica de dispersão de gotas durante a aplicação de defensivos agrícolas.

Visando reduzir o desperdício causado na aplicação, ajustar o tamanho de gota é um fator de grande importância no momento da pulverização, pois, quando utilizado gotas finas (<100µm) é possível obter maior cobertura superficial do alvo e melhorar a uniformidade de distribuição da calda, porém essas gotas podem evaporar rapidamente e são facilmente levadas pelo vento, causando perda por deriva e evaporação dos produtos (Baesso et al., 2014; Sasaki et al., 2015).

Conclusão

As condições climáticas desempenham um papel crucial na eficácia da aplicação, com o horário das 7:00h apresentando melhores resultados devido às temperaturas mais amenas e maior umidade relativa do ar. Em relação aos volumes, os resultados indicaram que o volume de 100 L ha⁻¹ foi o mais eficiente por ter menor volume de calda, proporcionando uma melhor cobertura do alvo (que foi o banco de sementes presente na área, uma vez que o trabalho foi em pré-emergência).

Referências

ADEGAS, F. S. Pontos relevantes na tecnologia de aplicação de agrotóxicos. Embrapa soja, Londrina, 23 de novembro de 2016. Disponível em: <https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2016/11/23/pontos-relevantes-na-tecnologia-de-aplicacao-de-agrotoxicos/>. Acesso em: 23 de outubro de 2023.

BARBOSA, JC; MALDONADO, JUNIOR,W. 2015. AgroEstat - sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos.Jaboticabal: FCAV/UNESP. 396p.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C. Avaliação do espectro de gotas de pontas de pulverização hidráulica utilizando a técnica da difração do raio laser. Eng.Agríc., v. 27, p. 10-15, 2007.

Chechetto, R. G.; Antuniassi, U. R.; Mota, A. A. B.; Carvalho, F. K.; Silva, A. C. A.; Vilela, C. M. Influência de pontas de pulverização e adjuvantes no potencial de redução de deriva em túnel de vento. Semina: Ciências Agrárias, v.34, p.37-46, 2013.

CHRISTOFFOLETI, P. J. (Coord.). Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas. Campinas: Artigo Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas aos Herbicidas (HRAC-BR), 2004, p. 3-22.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Gotas: sistema de análise de deposição de agrotóxicos. Informática Agropecuária, Jaguariúna, SP, 2006.

FAVARETTO, L.A. Influência do horário de aplicação de fungicidas sobre o progresso de ferrugem asiática e produtividade de soja. 2019.23f. Monografia (Bacharelado em Agronomia). Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim.

FIETZ, C. R.; FISCH, G. F. O Clima da Região de Dourados, MS. Dourados, 2ª ed: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. p.32.

VITORIA FILHO, R.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Manejo de plantas daninhas e produtividade da cana. Vista de canavial, Jaboticabal, SP, 2001. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/cana-producao-vegetal03.pdf>. Acesso em: 23 de outubro de 2023.

FRIEDRICH, T. Quality in pesticide application technology. In: RAETANO, C.G.; ANTUNIASSI, U. R. Qualidade em tecnologia de aplicação. Botucatu: Fepaf, 2004, p. 93-109.

NASCIMENTO, J.M.; GAVASSONI, W.L.; BACCHI, L.M.A.; MELO, E.P. Germinação de uredinosporos de *Phakopsora pachyrhizi* e *Puccinia kuehnii* sob diferentes adjuvantes. Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.82, p.1-6, 2015.

NASCIMENTO, J.M.; GAVASSONI, W.L.; BACCHI, L.M.A.; ZUNTINI, B.; MENDES, M.P.; LEONEL, R.K.; PONTIM, B.C.A. Associação de adjuvantes à picoxistrobina+ciproconazol no controle da ferrugem asiática da soja. Summa Phytopathologica, v. 38, n. 3, p. 204-210, 2012.

NIEWEGLOWSKI FILHO, M.; PELISSARI, A.; KOEHLER, H. S.; BASSETTI, J.C.; MURARO, M.; KERKHOFF, M.; SPHYRA, A. Controle químico de plantas daninhas utilizando diferentes pontas de pulverização. Scientia Agraria, Curitiba, PR, v.15, n.1, p.33-37, 2014.

PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 15.ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451p.

RODRIGUES, E. B.; SAAB, O. J. G.; GANDOLFO, M. A. Cana-de-açúcar: avaliação da taxa de aplicação e deposição do herbicida glyphosate. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, v. 15, n. 1, p. 90-95, 2011.

SASAKI, R.S.; TEIXEIRA, M.M.; SANTIAGO, H.; MADUREIRA, R.P.; MACIEL, C.F.S.; FERNANDES, H.C. Adjuvantes nas propriedades físicas da calda, espectro e eficiência de eletrificação dasgotas utilizando a pulverização eletrostática. Ciência Rural, Santa Maria, v.45, n.2, p.274-279, 2015.

SCHAMPHELEIRE, M. de.; NUYTTENS, D.; BAETENS, K.; CORNELIS, W. M.; GABRIELS, D.;

SPANOGUE, P. Effects on pesticide spray drift of the physicochemical properties of the spray liquid. Precision agricultural, Ghent Belgium v. 10, n. 5, p. 409-420, 2009.

SILVA, A. A.; MACHADO, L.F.A.; FERREIRA, A.E.; PIRES, R.F.; FERREIRA, A.F.; SANTOS, B.J.; SILVA, F.J.; VARGAS, L.; FERREIRA, R.L.; VIVIAN, R.; JR, O.S.R.; PROCÓPIOS, O.S. Tópicos em manejo de plantas daninhas. Viçosa, MG, n. 1, p 279-280, 2009.

TOMAZELA, M.S.; MARTINS, D.; MARCHI, S.R.; NEGRISOLI, E. Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da densidade populacional de brachiaria plantaginea, do volume e do ângulo de aplicação. Planta Daninha, v. 24, n. 1, p. 183-189, 2006.

VELINI, E. D. et al. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. Londrina: SBCP, 1995.