

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIENCIAS AGRARIAS
CURSO DE AGRONOMIA

ADRIEL HENRIQUE MOREIRA GOMES

**ADJUVANTES E PONTAS DE PULVERIZAÇÃO NA APLICAÇÃO DE PRODUTOS
FITOSSANITÁRIOS NA CULTURA DA SOJA**

UBERLÂNDIA – MG

2021

ADRIEL HENRIQUE MOREIRA GOMES

**ADJUVANTES E PONTAS DE PULVERIZAÇÃO NA APLICAÇÃO DE PRODUTOS
FITOSSANITÁRIOS NA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado referente ao Curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. João Paulo A. R. da Cunha

UBERLÂNDIA – MG

2021

ADRIEL HENRIQUE MOREIRA GOMES

**ADJUVANTES E PONTAS DE PULVERIZAÇÃO NA APLICAÇÃO DE PRODUTOS
FITOSSANITÁRIOS NA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
referente ao Curso de Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia, para
obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 14/10/2021

Eng. Agr. Athos Gabriel Gonçalves Nascimento

Eng. Agr. Josef Gastl Filho

Orientador: _____

Prof. Dr. João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha

AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço a Deus por me conceder saúde, perseverança, fé, determinação e motivação.

Aos meus pais e meu irmão pelo incentivo, por todo o amor, apoio, compreensão, e suporte, sem eles nada disso se tornaria possível.

Agradeço ao meu orientador, professor Dr. João Paulo A. Rodrigues da Cunha, pela oportunidade, paciência, profissionalismo e ensinamentos no decorrer do trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Mecanização Agrícola (LAMEC), que sempre estiveram dispostos a me ajudar.

E a todos que de forma direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

GOMES, Adriel Henrique Moreira. **Adjuvantes e pontas de pulverização na aplicação de produtos fitossanitários na cultura da soja**. 2021. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

O fechamento rápido das entrelinhas da cultura da soja favorece a ocorrência de condições ideais para o desenvolvimento de doenças fúngicas e dificulta a penetração das gotas, oriundas da pulverização, no terço inferior da cultura. Por essa razão, as aplicações precisam transpor a barreira imposta pela massa de folhas e, assim, proporcionar boa cobertura no interior do dossel da planta. Desta forma, a tecnologia de aplicação é uma ferramenta fundamental para garantir a eficiência do controle de pragas em uma cultura agrícola. Vários fatores contribuem para uma aplicação eficiente de defensivos, destacando-se dentre eles, a seleção de pontas de pulverização e a adição de adjuvantes à calda de pulverização. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes adjuvantes e pontas de pulverização na deposição da calda aplicada no cultivo de soja em estágio reprodutivo. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Capim Branco, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, situada no Município de Uberlândia no Estado de Minas Gerais. O ensaio foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 5 repetições, sendo um total de 30 parcelas. Utilizou-se um esquema fatorial 3 x 2, sendo os fatores: três composições de calda (adição de dois adjuvantes e ausência de adjuvante) e duas pontas de pulverização (jato plano inclinado - FC-3D 110015 - Hypro e jato plano convencional- XR 110015 - Teejet). Foram avaliados a deposição de calda no dossel da soja, por meio da detecção por espectrofotometria de um traçador adicionado à calda, e o espectro de gotas, por meio da análise de papéis hidrossensíveis. A amplitude relativa do espectro de gotas e a deposição de calda não variaram entre os tratamentos. A utilização do óleo mineral, assim como o uso da ponta jato plano inclinado, promoveram maior DMV no terço médio. No terço superior ocorreu interação entre pontas e adjuvantes.

Palavras-chave: composição de calda; *Glycine max* ; pontas de pulverização.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Resumo das análises de variância e pressuposições para amplitude relativa, diâmetro médio da volumétrica e deposição de calda no terço médio e superior da soja em função da adição de adjuvantes a ponta de aplicação, Uberlândia – MG, 2017.....13
- Tabela 2.** Amplitude relativa (SPAN), nos terços superior e médio da cultura da soja, em função da adição de adjuvantes e ponta de aplicação, Uberlândia – MG, 2017.....14
- Tabela 3.** Deposição de calda com traçador azul brilhante nos terços superior e médio da cultura da soja, em $\mu\text{g.cm}^{-2}$, em função da adição de adjuvantes a ponta de aplicação, Uberlândia – MG, 2017.....15
- Tabela 4.** Diâmetro da mediana volumétrica (DMV), nos terços superior e médio da cultura da soja em função da adição de adjuvantes e da ponta de aplicação, Uberlândia – MG, 2017.....16

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	MATERIAL E MÉTODOS	11
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
	3.1 Amplitude Relativa.....	13
	3.2 Deposição	14
	3.3 Diâmetro da mediana volumétrica.....	15
4	CONCLUSÃO	18
	REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, caracteriza-se mundialmente como cultura de grande importância econômica, segundo Sampaio et al. (2012). A cultura manteve a tendência de crescimento na área cultivada e, na safra 2020/2021, houve um acréscimo na produção de 8,9% em relação ao ciclo passado, produzindo 135,9 milhões de toneladas (CONAB, 2021). Na safra 2020/21, o Brasil continua a ser o maior exportador de soja do mundo, com 86,69 milhões de toneladas de soja em grãos exportadas (USDA, 2021).

É uma cultura que apresenta dificuldades para o controle de pragas e doenças, porque com o desenvolvimento da cultura ocorre o fechamento das entrelinhas, e com isso é mais difícil atingir alvos que estão nas camadas mais inferiores do dossel (RAETANO, 2007). Cunha et al. (2011) relatam que o fechamento rápido das entrelinhas da cultura da soja, estratégia usada sobretudo para promover o controle cultural de plantas daninhas, também favorece a ocorrência de condições ideais para o desenvolvimento de doenças fúngicas e dificulta a penetração das gotas no terço inferior da cultura. Por essa razão, as aplicações precisam transpor a barreira imposta pela massa de folhas e, assim, proporcionar boa cobertura no interior do dossel da planta (OZKAN et al., 2006).

Diante do exposto, a tecnologia de aplicação é uma ferramenta fundamental para garantir a eficiência do controle de pragas e doenças em uma cultura agrícola. Vários fatores contribuem para uma aplicação eficiente de defensivos, destacando-se dentre eles, a seleção de pontas de pulverização, as condições ambientais, cobertura do alvo, ajuste da taxa de aplicação, momento da aplicação e a adição de adjuvantes à calda de pulverização (CUNHA, ALVES; MARQUES, 2017).

As pontas de pulverização representam um dos elementos mais importantes tanto na pulverização terrestre como aérea (NEGRISOLI et al., 2017). Elas podem ser definidas como “dispositivos geradores de gotas” na qual a calda é forçada a passar sob pressão pelo orifício da ponta, fracionando o líquido em gotas e produzindo o jato de pulverização. Além de gerar gotas, as pontas de pulverização são responsáveis pela distribuição do líquido e regulação da vazão (MATTHEWS; BATEMAN; MILLER, 2016).

Vários fatores são levados em consideração no momento da seleção da ponta de pulverização, uma vez que estas poderão interferir na uniformidade de cobertura e penetração de gotas no dossel, influenciando diretamente na qualidade da pulverização (BOLLER; RAETANO, 2011). Existe um modelo de ponta para cada situação específica no campo, conforme o alvo da aplicação e necessidade de cobertura na área, considerando também o

tamanho e densidade de gotas, assim como a classe e o modo de ação do produto fitossanitário, perdas por deriva e volume de calda empregado (BOLLER; RAETANO, 2011).

Atualmente, têm-se no mercado diferentes tipos de pontas, as quais imprimem variada capacidade de cobertura do alvo (MATTHEWS; BATEMAN; MILLER, 2016). As pontas de jato plano são as mais usadas, pois apresentam grande versatilidade e boa qualidade na pulverização, especialmente em culturas anuais como, por exemplo, na cultura da soja (ANTUNIASSI, 2012). De acordo com seu desenho interno, acontece um choque entre fluxos líquidos da calda que, ao passar por um orifício de formato elíptico, ocorre a formação de um filme plano de líquido que se desintegra formando gotas de tamanhos heterogêneos (BOLLER; RAETANO, 2011).

Outra variação das pontas de jato plano padrão são as pontas com inclinação ou pontas de jato plano inclinado que foram lançados recentemente (PENTAIR, s.d.; PRO OPERATOR, 2016). Ela recebe este nome por apresentar uma inclinação de 37,5° no ângulo de saída do jato. O ideal é que esta ponta seja disposta de forma alternada na barra, ou seja, posicionando um jato para frente e outro para trás no sentido do deslocamento do equipamento ao longo da barra de pulverização. Deste modo, subjetivamente há uma melhor cobertura de alvos verticais como gramíneas e torrões de terra, além de possibilitar melhor penetração das gotas no dossel das culturas (NEGRISOLI, 2018).

Cunha e Peres (2010) afirmam que outra alternativa de se melhorar a eficiência das aplicações, além da correta seleção das pontas, é a adição de adjuvantes à calda. Os adjuvantes são substâncias adicionadas à calda de pulverização com a finalidade de melhorar de forma direta ou indireta a eficiência dos produtos fitossanitários, agindo sobre as características inerentes à calda ou qualidade de aplicação. Os adjuvantes são divididos em dois grupos: os adjuvantes ativadores ou potencializadores, que melhoram diretamente a atividade do produto fitossanitário e os adjuvantes utilitários ou úteis, que auxiliam no processo de pulverização da calda (RIZZATO, 2019).

Os adjuvantes podem efetuar diversas funções nas aplicações de produtos fitossanitários, como as de acidificantes, ativadores nitrogenados, espalhantes adesivos, antiespumantes, redutores de pH, surfactantes, antievaporantes, espessantes e adjuvantes mais complexos que possuem múltiplas funções (KISSMANN, 1998).

O óleo mineral (OM) pertence ao grupo dos aditivos. Esse grupo influencia na absorção por ter ação direta sobre a cutícula. O óleo mineral atua dissolvendo lipídeos da cutícula e membranas celulares, eliminando as barreiras que influenciam a absorção do produto. O óleo pode aumentar a absorção do produto pela planta, mas deve ser utilizado com

cuidado, devido ao grande poder de causar fitotoxicidade. As vantagens do uso de óleos na calda são: maior absorção dos produtos fitossanitários, redução da deriva, retarda a evaporação da gota e atua como espalhante e adesivo (VARGAS; ROMAN, 2006).

De acordo com Cunha et al. (2003), uma opção acessível utilizada para aumentar a viscosidade de caldas é a utilização de adjuvantes a base de óleos. Estes além das funções de melhorar a penetração, o espalhamento, ainda influenciam no espectro de gotas, de modo que também interfiram na deriva.

Na literatura, vários são os trabalhos realizados com a adição de adjuvantes à calda de pulverização. Salvestro et al. (2009), estudando a influência da adição de um adjuvante a calda de pulverização sobre a faixa de deposição, consideraram que o adjuvante promoveu uma variação na densidade de gotas e reduziu o risco potencial de deriva e perdas por evaporação nas aplicações, aumentando a deposição de calda no alvo artificial. Santos (2007) concluiu que com o uso de adjuvantes misturados a calda de pulverização, é menor a porcentagem de gotas extremamente finas e que o diâmetro mediano volumétrico das gotas é maior com adjuvante. De modo geral, os adjuvantes estudados mostraram resultados satisfatórios na deposição da calda. Por outro lado, há trabalhos que mostram que não há interferência do uso de adjuvantes no resultado final do tratamento. Albert e Victoria Filho (2002) concluíram que a presença de adjuvantes não alterou significativamente o comportamento dos herbicidas quanto ao controle das espécies de guaxumas estudadas.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes adjuvantes e pontas de pulverização na deposição da calda aplicada no cultivo de soja em estágio reprodutivo R5.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Capim Branco pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, situada no Município de Uberlândia no Estado de Minas Gerais. A área apresenta uma altitude de 842 metros, com coordenadas geográficas 18°53'23,46"S de latitude e 48°20'27,46"O de longitude. De acordo com a classificação de Köppen - Geiger, o clima da região é caracterizado como *Aw*, com estações bem definidas durante o ano, verão chuvoso e inverno seco (BECK et al., 2018).

Utilizou-se no experimento a cultivar de soja NS6906 IPRO (Nidera Sementes), semeada no espaçamento de 50 cm entrelinhas, totalizando uma densidade populacional de 350 mil plantas ha⁻¹. Efetuou-se na semeadura a adubação na linha de cultivo, com formulado NPK 02-25-10 na dose de 320 kg ha⁻¹, de acordo com a exigência da cultura.

O ensaio foi instalado em delineamento inteiramente casualizados, com 6 tratamentos e 5 repetições, com total de 30 parcelas. A área total das parcelas possuía 13,5 m², correspondente a seis linhas com 4,5 m de comprimento cada. Utilizou-se um esquema fatorial 3 x 2, sendo os fatores: três composições de calda (adição de dois adjuvantes e ausência de adjuvante) e duas pontas de pulverização (jato plano inclinado - FC-3D 110015, Hypro e jato plano convencional - XR 110015, Teejet) ambas produzindo gotas finas.

Os adjuvantes utilizados foram o multifuncional sintético Hiper Fixx e o óleo mineral Iharol Gold. O primeiro, de acordo com o fabricante, tem como função melhorar o molhamento, o espalhamento e a emulsificação, permitindo que o produto aplicado seja melhor distribuído, reduzindo perdas por evaporação. Foi empregado na concentração de 20 mL para cada 100 litros de água. O segundo favorece a absorção e o espalhamento, tendo sido empregado na concentração de 250 mL para 100 litros de água.

A aplicação foi realizada quando a cultura se encontrava no estágio fenológico reprodutivo R5, apenas nas quatro linhas centrais da parcela, utilizando as linhas da extremidade como bordadura. Para a aplicação foi utilizado um pulverizador costal de pressão constante (CO₂), equipado com uma barra dotada de quatro pontas espaçadas entre si por 0,5 m, com as pontas posicionadas a 0,5 m acima do dossel da cultura. A pressão empregada foi de 200 kPa, a velocidade de aplicação foi de 4 km h⁻¹ com taxa de aplicação de 144 L ha⁻¹. Com auxílio de um termo-higro-anemômetro digital (Kestrel® 4000), foram registradas as condições ambientais durante a aplicação: vento com velocidade média de 4,6 km h⁻¹, temperatura média de 29,8 °C e umidade de 64,8%.

Para avaliação da deposição de calda no dossel das plantas, adicionou-se o traçador Azul Brillhante, na dose de 500 g ha^{-1} , fixa para todos os tratamentos. Logo após a pulverização, foram coletadas ao acaso em cada parcela 2 conjuntos de folhas do terço superior, cada qual com 20 folhas, e 2 conjuntos de folhas do terço médio também com 20 folhas cada. Os dados de deposição por posição na planta, para cada repetição, foram considerados a média dos 2 conjuntos. As folhas foram, então, acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados, armazenados em caixa de isopor e levados para posterior manipulação no laboratório. No laboratório, o corante foi extraído das folhas adicionando-se 100 mL de água destilada em cada saco plástico, que foi agitado por 2 minutos a 200 rpm em mesa giratória pendular. O líquido das amostras foi levado para leitura em espectrofotômetro (Biospectro, modelo SP-22). Para a leitura de absorvância de cada uma das amostras, foi utilizado filtro de comprimento de onda de 630 nm .

Após a extração dos corantes, foi realizada a mensuração da área foliar das folhas de cada saco plástico por meio de um medidor de área de bancada (LI-COR, 3100C). De posse da quantidade de corante e da área foliar, foi realizado o cálculo da quantidade de corante em ng cm^{-2} de folha.

Também foi avaliado o espectro de gotas, por meio da análise de papéis hidrossensíveis ($76 \times 26 \text{ mm}$). Foram analisados o diâmetro da mediana volumétrica (DMV) e a amplitude relativa. Antes da aplicação, foi colocada em cada parcela uma haste metálica contendo dois papéis hidrossensíveis para representar os terços médio e superior. Posteriormente, o papel foi recolhido e acondicionado em envelopes, para evitar o contato do mesmo com a umidade do ar. No laboratório, os papéis foram digitalizados por meio de um microscópio leitor modelo DropScope Wireless (SprayX) e analisados por meio do aplicativo DropScope.

As análises estatísticas foram realizadas no software R (R CORE TEAM, 2019). Os dados foram submetidos aos testes de normalidade de distribuição dos resíduos de Shapiro Wilk, e homogeneidade das variâncias através do teste de Bartlett. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância dos dados do experimento se encontram na Tabela 1. Para as três características avaliadas, amplitude relativa, diâmetro da mediana volumétrica e deposição de calda, os dados apresentaram distribuição normal e as variâncias foram consideradas homogêneas ($P > 0,01$).

Tabela 1. Resumo das análises de variância e pressuposições para amplitude relativa, diâmetro médio da volumétrica (DMV) e deposição de calda no terço médio e superior da soja em função da adição de adjuvantes a ponta de aplicação, Uberlândia – MG, 2020.

Causas de variação	Terço Médio					
	Amplitude Relativa		DMV		Deposição	
	F	P	F	P	F	P
Ponta de pulverização	10,2176	0,005001	12,5563	0,00232	3,7808	0,06366
Adjuvante	1,7189	0,207418	4,309	0,02724	1,5726	0,22815
Ponta x Adjuvante	1,4436	0,262139	0,7111	0,5044	0,3837	0,68547
CV(%)	34,04		10,03		19,89	
Shapiro-Wilk	0,6374**		0,8267**		0,8977**	
Bartlett	0,0296**		0,3128**		0,0951**	
Causas de variação	Terço Superior					
	Amplitude Relativa		DMV		Deposição	
	F	P	F	P	F	P
Ponta de aplicação	9,4184	0,00661	20,838	0,00024	0,26228	0,61324
Adjuvante	0,982	0,39376	0,6536	0,5321	0,51626	0,60322
Ponta x Adjuvante	0,7309	0,49521	7,2636	0,00487	0,37768	0,68946
CV(%)	9,30		6,33		17,91	
Shapiro-Wilk	0,8865**		0,9133**		0,8902**	
Bartlett	0,568**		0,3667**		0,7705**	

**Atendimento das pressuposições ($P > 0,01$) para normalidade dos resíduos (SW) e homogeneidade de variâncias (B).

3.1 Amplitude Relativa

A amplitude relativa (SPAN) é um índice relativo à homogeneidade do tamanho das gotas formadas pelas pontas de pulverização. É de grande importância na tecnologia de aplicação, e a maior homogeneidade do espectro de gotas é representada por menores valores.

De acordo com a Tabela 2, não houve interação entre as composições de calda e as pontas de pulverização. A amplitude relativa do espectro de gotas não variou em relação a

composição da calda, demonstrando que não houve diferença na uniformidade de tamanho das gotas. Em relação às pontas utilizadas, no terço médio e superior a ponta de jato inclinado obteve menores médias quando comparada com a ponta de jato simples.

Tabela 2. Amplitude relativa (SPAN), nos terços superior e médio da cultura da soja, em função da adição de adjuvantes e ponta de aplicação, Uberlândia – MG, 2020.

Adjuvante	Terço Médio			Terço Superior		
	Ponta de pulverização			Ponta de pulverização		
	Jato inclinado	Jato simples	Média	Jato inclinado	Jato simples	Média
Ausente	0,79	1,57	1,18 A	1,01	1,07	1,04 A
Multifuncional sintético	0,78	1,05	0,91 A	0,97	1,08	1,03 A
Óleo Mineral	0,76	1,04	0,90 A	1,00	1,18	1,09 A
Média	0,78 a	1,22 b	-	0,99 a	1,11 b	-

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

Em desacordo com os resultados obtidos neste trabalho, Baio et al. (2015), com o objetivo de avaliar as alterações produzidas por doze adjuvantes em propriedades físico-químicas das caldas de aplicação, sobre a área de molhamento de folhas de soja e sobre a alteração no tamanho de gotas, demonstraram que o comportamento da amplitude relativa sofre influência não só das pontas empregadas, mas também da interação com adjuvantes.

3.2 Deposição

Não houve interação entre os fatores adjuvantes e ponta de pulverização, bem como o efeito isolado também não foi significativo em relação à deposição de calda nas folhas dos terços médio e superior, indicando que esses dois fatores não influenciaram a deposição de calda ao longo do dossel (Tabela 3).

Tabela 3. Deposição do traçador azul brilhante nos terços superior e médio da cultura da soja, em ng cm^{-2} , em função da adição de adjuvantes e de pontas de pulverização, Uberlândia – MG, 2020.

Adjuvante	Terço Médio			Terço Superior		
	Ponta de pulverização			Ponta de pulverização		
	Jato inclinado	Jato simples	Média	Jato inclinado	Jato simples	Média
Ausente	4,92	3,88	4,4	10,44	10,97	4,92
Multifuncional sintético	5,01	4,35	4,68	11,84	11,37	5,01
Óleo Mineral	5,29	4,99	5,14	10,60	11,66	5,29
Média	5,07	4,4	-	10,96	11,33	-

A interação bem como o efeito do fator isolado não foram significativos.

Goulart (2017) avaliando o efeito do sentido da aplicação de produtos fitossanitários na deposição de calda na cultura da soja, concluiu que o uso da ponta de pulverização jato simples proporcionou maior deposição de calda no terço superior, em relação ao terço médio da soja. Cunha et al. (2006), avaliando a deposição promovida por diferentes pontas de pulverização em aplicação terrestre, constataram maior cobertura do dossel da cultura da soja quando se empregaram pontas que geram gotas com tamanho menor. Silva (2018) com o objetivo de avaliar o controle de *Exserohilium turcicum* na cultura do milho e a deposição de calda promovida pela aplicação de dois fungicidas, em duas taxas de aplicação e com a adição de dois adjuvantes, conclui que os adjuvantes produziram resultados similares de deposição de calda e eficácia de controle da doença. A deposição nas plantas pode ser influenciada por inúmeros fatores, como cerosidade e pilosidade das folhas que alteram o espalhamento foliar. Sendo assim, estudos para caracterizar os alvos para melhor adequação da tecnologia de aplicação devem ser realizados (LANDIM, 2018).

3.3 Diâmetro da mediana volumétrica

Foi observado que o DMV, não apresentou interação entre as composições de calda e as pontas de pulverização para o terço médio. A utilização individual da ponta de jato inclinado promoveu maiores médias tal qual o uso de óleo mineral. No terço superior, a interação foi significativa, observando os resultados obtidos com a utilização da ponta de

pulverização tipo jato inclinado, temos que estatisticamente as médias são iguais, variando de 277,16 a 306,27 μm .

No terço superior, o maior DMV foi obtido utilizando a ponta de jato plano simples juntamente com o multifuncional sintético alcançando o valor de 273,5 μm . As gotas médias com DMV entre 200 a 350 μm têm promovido melhor cobertura e penetração no dossel, sendo, portanto, recomendadas com frequência (RAETANO et al., 2011). Como um método prático para se analisar a qualidade da aplicação, o uso de papel sensível pode sofrer alterações e distorções, devido a manchas causadas pela coalescência de gotas e distorcendo a estimativa de tamanho de gotas (FRITZ et al., 2009), devendo, portanto, ser analisado com o devido cuidado.

Tabela 4. Diâmetro da mediana volumétrica (DMV), nos terços superior e médio da cultura da soja em função da adição de adjuvantes e da ponta de aplicação, Uberlândia – MG, 2020.

Adjuvante	Terço Médio			Terço Superior	
	Ponta de pulverização			Ponta de pulverização	
	Jato inclinado	Jato simples	Média	Jato inclinado	Jato simples
Ausente	239,09	213,97	226,53 B	277,16 Aa	258,84 ABa
Multifuncional sintético	268,63	238,85	253,74 AB	281,94 Aa	273,5 Aa
Óleo Mineral	288,11	235,37	261,74 A	306,27 Aa	236,62 Bb
Média	265,20 a	229,39 b	-	-	-

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

Gotas de menor diâmetro possuem menor massa e estão mais sujeitas à ação do vento, pois o tamanho da gota influencia diretamente na velocidade a qual a gota intercepta a folha. O conhecimento dessa relação é importante para prevenir o risco de deriva. Thebaldi et al. (2009), com o objetivo de avaliar a eficiência da adição de adjuvante na calda de aplicação na redução da deriva, e Mota e Antuniassi (2013) avaliando a interferência de adjuvantes no desempenho de uma ponta com indução de ar quanto ao espectro de gotas formado, também observaram aumento do DMV quando se adicionou um adjuvante à calda de pulverização, resultados semelhantes aos obtidos neste.

Ferreira et al. (2011), com o objetivo de caracterizar o diâmetro, a uniformidade das gotas e o perfil de distribuição volumétrica de pontas de pulverização, considerando diferentes caldas com ou sem adição de adjuvantes, concluíram que o uso de adjuvantes proporcionou ganho na qualidade do espectro de gotas, mas sem efeito no controle das plantas daninhas, sendo a sua indicação condicionada aos custos desses produtos e relacionada às condições meteorológicas durante as aplicações.

4 CONCLUSÃO

O emprego de adjuvantes além do uso de pontas de jato plano simples e inclinado não influenciou a deposição de calda na cultura da soja. Houve uma alteração do tamanho de gotas. A utilização individual do óleo mineral assim como o uso da ponta jato plano inclinado promoveu maior DMV no terço médio. Do ponto de vista prático, esse efeito atende a demanda de redução de deriva nas aplicações.

REFERÊNCIAS

- ALBERT, L. H. B.; VICTORIA FILHO, R. Características morfológicas da cutícula foliar e efeitos de adjuvantes no controle químico de três espécies de guaxumas. **Ciências Agrotécnica**, Lavras, v.26, n.5, p.888-899, set./out. 2002.
- ANTUNIASSI, U. R. **Tecnologia de aplicação: Conceitos básicos, inovações e tendências**. In: TOMQUELSKI, G.V. et al. (Eds.). **Publicações Fundação Chapadão: Soja e Milho 2011/2012**. 5 ed. Chapadão do Sul: Fundação Chapadão Cap. 16, p. 113-139, 2012.
- BAIO, F. H. R. et al. Alteração das propriedades físico-químicas na aplicação contendo adjuvantes. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9, n. 2, 2015. p. 151-161.
- BECK, H. E. et al. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. **Scientific Data**, v. 5, n. 180214, p. 1–12, 2018.
- BOLLER, W.; RAETANO, C. G. **Bicos e pontas de pulverização de energia hidráulica, regulagens e calibração de pulverizadores de barras**. In: ANTUNIASSI, U.R.; BOLLER, W. **Tecnologia de Aplicação para Culturas Anuais**.1 ed. Passo fundo: Aldeia Norte, 2011. 51-65.
- CONAB – **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira de grãos**, v.8 – safra 2020/21 – n.12 – décimo segundo levantamento, setembro 2021. Brasília: Conab, 2021, 67 p.1
- CUNHA, J. P.A. R. et al. **Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas**. Viçosa, v.21, n.2, p.325-332, 2003.
- CUNHA, J. P. A. R. da; ALVES, G. S.; MARQUES, R. S. **Tensão superficial, potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica de caldas de produtos fitossanitários e adjuvantes**. Revista Ciência Agronômica, v. 48, n. 2, 2017. p. 261-270.
- CUNHA, J. P. A. R. et al. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e volume de calda. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.5, p.1.360-1.366, 2006.
- CUNHA, J. P. A. R. et al. **Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 343-351, 2011.
- CUNHA, J. P. A. R; PERES, T. C. M. **Influência de pontas de pulverização e adjuvante no controle químico da ferrugem asiática da soja**. Acta Scientiarum. Agronomy, Maringá, v. 32, p. 597-602, 2010

FERREIRA, M. C. et al. Distribuição volumétrica e diâmetro de gotas de pontas de pulverização de energia hidráulica para controle de corda-de-viola. **Planta daninha**, p. 697-705. 2011.

FRITZ, B. K. et al. Deposition and droplet sizing characterization of a laboratory spray table. **ASABE - Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, MI, v. 25, n. 2, 2009. p. 175-180.

GOULART, C S. **Sentido de aplicação e pontas de pulverização na deposição de calda na cultura da soja**. 2017. 16 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

KISSMANN, K. G. **Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários**. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES, S. B (Org.). **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**. Santa Maria: Departamento de defesa fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p. 39-51.

LANDIM, T. N. **Adjuvantes e taxas de aplicação na pulverização de fungicida na cultura da soja**. 2018. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

MATTHEWS, G.A.; BATEMAN, R.; MILLER, P. **Métodos de aplicação de defensivos agrícolas**. 4 ed. São Paulo: Andrei Editora, 2016. 623p.

MOTA, A.A.B.; ANTUNIASSI, U.R. Influência de adjuvantes no espectro de gotas de ponta com indução de ar. **Energia na Agricultura**, v.28, n.1, p.1-5, 2013.

NEGRISOLI, M. M. et al. **Otimização da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitário em pulverização aérea**. In: BALDIN, E. L. L.; KRONKA, A.Z.; DA SILVA, I.F. **Inovações em Manejo Fitossanitário**, Botucatu: FEPAF, v1 p. 87-107, 2017.

NEGRISOLI, M. M. **Otimização da pulverização e controle de Phakopsora pachyrhizi na cultura da soja**. 103f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista. Botucatu. 2018.

OZKAN, H. E. et al. **Evaluation of various spraying equipment for effective application of fungicides to control asian soybean rust**. Aspects of Applied Biology 77. International Advances in Pesticide Applications 2006, Cambridge: Robinson College, 2006. p.423-431.

PENTAIR. Hypro Nozzles – Defy 3D Nozzles: Inclined flat fan nozzle for optimum spray coverage.

PRO OPERATOR. Autumm application special in association with Syngenta – Best practice in the field. Acesso em dez.2016.

RAETANO, C. G. **Assistência de ar e outros métodos de aplicação a baixo volume em culturas de baixo fuste: A soja como modelo**. Summa Phytopathologica, v.33, p.105-6, 2007.

RAETANO, C.G. et al. Application technologies for asian soybean rust management. In: EL-SHEMY, H. (Ed). **Soybean physiology and biochemistry**, In Tech, 2011, 117-138 p.

RIZZATTO, D. A. **Adjuvantes agrícolas: classificação, benefícios e sua importância nas pulverizações: qual adjuvante deve ser usado calda?** Disponível em: <https://maissoja.com.br/adjuvantes-agricolas-classificacao-beneficios-e-sua-importancia-nas-pulverizacoes/>. Acesso em: 19 de dezembro de 2020.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2019.

SALVESTRO, A. C. et al. **Influência da Adição de um Adjuvante à Calda de Pulverização Aérea sobre a Faixa de Deposição Total**. Iniciação Científica Cesumar, Guaporema, v. 11, p. 103-110, jul.2009

SAMPAIO, L. M. B. et al. **Fatores determinantes da competitividade dos principais países exportadores do complexo soja no mercado internacional**. Organizações Rurais & Agroindustriais, v. 14, n. 2, p. 227-242, 2012.

SANTOS, R.O. **Níveis de deposição de produtos líquidos com aplicação aérea utilizando adjuvantes**. 2007. 83 f. Dissertação (Mestrado em Máquinas e Automação Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

SILVA, M. A. **Controle de *Exserohilum turcicum* na cultura do milho em função da tecnologia de aplicação de fungicidas**. 2018. 18 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

THEBALDI, M. S. et al. Efeito da adição de adjuvante na redução de deriva em pontas de pulverização tipo cone vazio. **R. Ci. Técnicas Agropec.**, v. 18, n. 2, p. 1-6, 2009.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Conceitos e aplicações dos adjuvantes**. Passo Fundo: Embrapa Trigo. Documento Online. 2006. 10 paginas.