

Eficiência de adjuvantes em calda de pulverização aplicada por pulverizador autopropelido

ADJUVANT EFFICIENCY IN SPRAY SYRUP APPLIED BY SELF-PROPELLED SPRAY

Lucas Mayron Silva Araújo¹, Vanessa Mayara Souza Pamplona², João Rafael De Conte Carvalho de Alencar³, Anderson Gonçalves da Silva⁴

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de dois adjuvantes, comercial e açúcar, considerando principalmente os parâmetros deposição de gotas e cobertura. O ensaio foi realizado na Fazenda Capelari em Paragominas, Pará. Utilizou-se um pulverizador autopropelido da marca John Deere modelo 4730. As pontas de pulverização no pulverizador eram do modelo M380 Magnojet®, bico cone vazio; ângulo de abertura de 90°; pressão de trabalho de 2 a 6,2 bar. Foram analisados um adjuvante éster metílico de óleo de soja (comercial Aureo®) na dose de 0,2 L ha⁻¹, sendo está recomendada pelo fabricante. E açúcar na dose de 0,2 kg ha⁻¹, dose recomendada por consultoria especializada. Além de um tratamento controle empregando apenas água. Um volume de calda de 50 L ha⁻¹ foi utilizado para obter a deposição, colocaram-se papéis sensíveis à água posicionados a 0,5 m do solo. Avaliou-se os parâmetros fator de dispersão, densidade de gotas, porcentagem de cobertura e diâmetro médio volumétrico. Os tratamentos foram submetidos a delineamento inteiramente casualizado, com as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de probabilidade. Os resultados obtidos foram: o fator de dispersão variou com médias de 1,50 (controle) a 1,67 (açúcar), cobertura de 32,44% (controle) a 36,90% (açúcar) o diâmetro médio volumétrico de 1913,10 µm (açúcar) a 2092,60 µm (água), onde não houve diferença significativa entre nenhum dos tratamentos. Comparando os resultados de densidade de gotas, observou-se que houve diferença significativa dos dois adjuvantes em comparação com o tratamento controle. Como principais conclusões do trabalho destacam-se que os adjuvantes, comercial e açúcar, elevaram a quantidade de gotas por área, proporcionando uma melhor eficiência na pulverização e que, do ponto de vista econômico, indica-se o uso do açúcar como adjuvante.

Palavras-chave: Diâmetro médio volumétrico. Deposição de gotas. Tecnologia de aplicação.

The present work aimed to evaluate the efficiency of two adjuvants, commercial and sugar, considering mainly the droplet deposition and coverage parameters. The test was carried out at Capelari Farm in Paragominas, Pará. A self-propelled John Deere model 4730 spray was used. The spray tips on the spray were of model M380 Magnojet®, empty cone nozzle; 90° opening angle. Working pressure from 2 to 6.2 bar. An adjunct methyl ester of soybean oil (commercial Aureo®) at a dose of 0.2 L ha⁻¹, recommended by the manufacturer. And sugar at a dose of 0.2 kg ha⁻¹, a dose recommended by expert advice, in addition to a control treatment employing only water. A volume of syrup of 50 L ha⁻¹ was used to obtain the deposition, water-sensitive papers positioned 0.5 m from the soil were placed. The parameters dispersion factor, droplet density, coverage percentage and volumetric average diameter were evaluated. The treatments were submitted to a completely randomized design, with the means compared by the Scott-Knott test at 0.05 probability. The results obtained were: the dispersion factor varied with means from 1.50 (control) to 1.67 (sugar), coverage from 32.44% (control) to 36.90% (sugar) the average volumetric diameter from 1913.10 µm (sugar) to 2092.60 µm (water), where there was no significant difference between any of the treatments. Comparing the results of droplet density, it was observed that there was a significant difference of the two adjuvants compared to the control treatment. The main conclusions of the work are that the adjuvants, commercial and sugar, increased the number of drops per area, providing better spraying efficiency and that, from an economic point of view, the use of sugar as an adjuvant is recommended.

Keywords: Application technology. Deposition of drops. Volumetric average diameter.

Autor Correspondente:
Anderson Gonçalves da Silva.

E-mail: anderson.silva@ufra.edu.br.

Declaração de Interesses:
Os autores certificam que não possuem implicação comercial ou associativa que represente conflito de interesses em relação ao manuscrito.

¹ Universidade Federal Rural da Amazônia. Paragominas – PA, Brasil.

² Universidade Federal Rural da Amazônia. Paragominas – PA, Brasil.

³ Centro Universitário Integrado. Campo Mourão – Paraná, Brasil.

⁴ Universidade Federal Rural da Amazônia. Paragominas – PA, Brasil.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, com a expansão agrícola, foi observada uma crescente necessidade de melhorar a eficiência dos processos de produção de produtos, de valor comercial considerável, oriundos da agricultura. Assim como, ocorreu uma evolução das máquinas e produtos agrícolas que auxiliam no aumento da produtividade no campo, como exemplo, a aplicação de produtos fitossanitários que vem sendo empregada para garantir sucesso na produção agrícola. Portanto, novas tecnologias vêm sendo empregadas para melhorar a eficiência da pulverização, com a redução dos efeitos não desejados na aplicação (Espírito Santo, 2017).

Segundo Gurgacz (2013), o desenvolvimento de tecnologias capazes de reduzir o impacto da exploração agrícola é de fundamental importância para produção sustentável de alimentos, considerando-se os aspectos econômicos, sociais e ambientais. Quando uma aplicação de defensivo é realizada sob condições inadequadas, o resultado é a contaminação do meio ambiente, baixa eficiência agrônômica dos defensivos utilizados e conseqüentemente aumento nos custos de produção agrícola. As perdas de defensivos em campo geralmente estão ligadas à tecnologia de aplicação.

O uso de adjuvantes na recomendação agrônômica tem conquistado espaço nas operações de pulverização visando proporcionar melhorias na eficiência e no desempenho dos agrotóxicos, reduzindo a deriva, atuando na redução do percentual de gotas finas e, conseqüentemente causando menor impacto ambiental e aos operadores (Oliveira, 2011, Antuniassi; Boller, 2019).

O processo de formação de gotas é resultado da interação de elementos geradores de gota e a calda de pulverização, que pode ser modificado pelo tipo de produto adicionado à calda. As características de cada produto podem interferir na formação das gotas e influenciar no risco de deriva durante a aplicação do produto no campo (Queiroz, 2018; Contiero et al., 2018). Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência do uso de adjuvantes, comercial e açúcar, em calda de pulverização aplicada por pulverizador autopropelido, considerando os seguintes parâmetros técnicos da aplicação: densidade, dispersão, porcentagem de cobertura e diâmetro médio volumétrico das gotas dos diferentes adjuvantes e identificar o(s) melhor(es) adjuvante(s) entre os avaliados nas condições específicas das aplicações.

MATERIAL E MÉTODOS

LOCAL DO EXPERIMENTO E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

O experimento foi realizado no mês de setembro de 2021, na Fazenda Capelari em Paragominas, Pará. O clima é classificado como Aw, segundo Köppen (climas mesotérmicos/equatorial ou tropical úmido. Com chuvas de verão) com médias anuais de precipitação, umidade relativa e temperatura de 1.743 mm, 81% e 26,3 °C, respectivamente, verificando-se no período de julho a novembro baixa disponibilidade hídrica (Alves; Carvalho; Silva, 2014).

Utilizou-se um pulverizador autopropelido da marca John Deere modelo 4730, ano de fabricação 2011, de propriedade da fazenda (Figura 1).



Figura 1 - Pulverizador autopropelido John Deere.

As pontas de pulverização no pulverizador eram do modelo M380 Magnojet® preta, malha 50 µm, e possuíam as seguintes características de acordo com o fabricante: bico cone vazio; ângulo de abertura de 90°; pressão de trabalho de 2 a 6,2 bar (Figura 2). As pontas de pulverização foram limpas e aferidas antes da realização do ensaio.







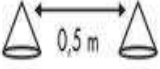
MCP			90°		 30 - 100 lbf/pol ² 2 - 6,9 bar	POLIACETAL / POLYACETAL / POLIACETAL												
O C O D E	PONTAS NOZZLES BOQUILLAS	 bar	 lbf/ pol ²	DMV VMD	 l/min	 0,5 m l/ha												
						4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	25
M 380	MCP 2 MALHA / MESH / MALLA 50	2	30	F	0,46	138	110	92	79	69	61	55	46	39	34	30	27	22
		3,1	45	F	0,56	168	134	112	96	84	75	67	56	48	42	37	33	27
		4,1	60	F	0,64	192	154	128	110	96	85	77	64	55	48	42	38	31
		5,2	75	F	0,72	216	173	144	123	108	96	86	72	61	54	48	43	34
		6,2	90	F	0,78	234	187	156	134	117	104	94	78	67	58	52	47	37

Figura 2 - Tabela de vazão bico cone vazio M380 (Magnojet, 2024).

Durante as aplicações, as condições ambientais de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento foram monitoradas utilizando-se um termo-higroanemômetro-luxímetro digital.

DELINEAMENTO E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso com três tratamentos, cada um com 6 repetições, em que T1 - tratamento controle empregando apenas água, T2 - éster metílico de óleo de soja (comercial Aureo®) na dose de 0,2 L ha⁻¹, sendo está recomendada pela fabricante e T3 - açúcar na dose de 0,2 kg ha⁻¹, dose recomendada por consultoria especializada, indicado como função principal de espalhante adesivo.

Em todos os preparos da calda, primeiramente, adicionaram-se 100 L de água no tanque do pulverizador. Em seguida, adicionou-se o tratamento a ser avaliado, ligou-se o agitador de calda do equipamento, posteriormente, acrescentou-se mais água, até completar 150 L. Foi realizado uma passada por tratamento, na vazão de 50 L/ha. A altura de barra foi fixada a 0,5 m do alvo (papéis hidrossensíveis).

Durante o ensaio a temperatura variou de 30 a 32 °C, a umidade relativa variou de 67 a 71% e a velocidade do vento de 4,6 a 7,9 km h⁻¹ estando ambas dentro das condições ideais de pulverização de defensivos agrícolas, de acordo com as recomendações de Vargas e Gleber (2005).

DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS

Estas avaliações consistiram em determinar o fator de dispersão de tamanho de gotas, densidade de gotas, porcentagem de cobertura e diâmetro (DMV). Para isso foram utilizados coletores de papel hidrossensível com dimensões de 76 x 26 mm distribuídos transversalmente ao sentido de aplicação na posição horizontal, voltados para cima, fixados e dispostos em 6 hastes de metal a 0,5 m do solo (Figura 3), espaçados a 4 m, tomando como base o lado exterior dos rodados do pulverizador.



Figura 3 - Haste de metal com papel hidrossensível a 0,5m do solo.

Para a determinação dos parâmetros, foram obtidas imagens digitais dos cartões, através de scanner com resolução de varredura de 1200 ppp, sendo posteriormente as imagens recortadas em 10 mm de bordas para se tirar o espaço coberto pelo prendedor e submetidas à análise eletrônica pelo software Gotas desenvolvido pela EMBRAPA (2020) (Figura 4).

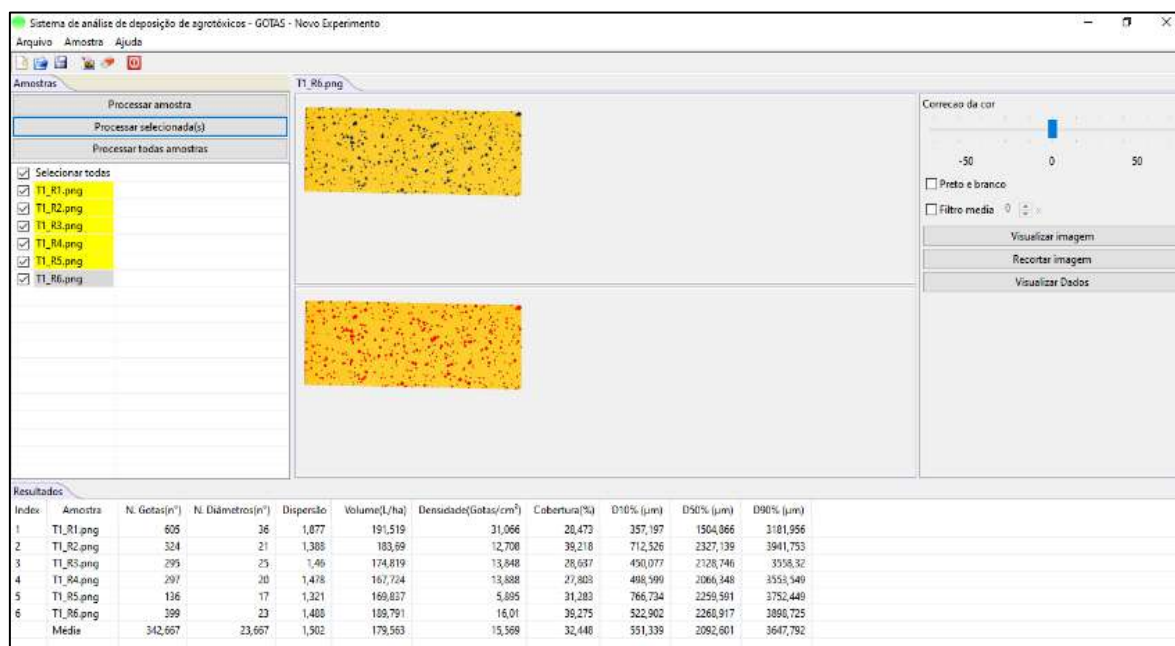


Figura 4 - Painel do software Gotas (EMBRAPA, 2020).

Para a análise dos dados foi aplicada a análise de variância (Anova), com o objetivo de investigar a influência dos tratamentos estudados em cada parâmetro. Para a validação da Anova foi realizada a análise de resíduos por meio do teste de normalidade de Shapiro-Wilk e do teste de homogeneidade entre as variâncias pelo teste de Levene.

Quando diferenças significativas foram encontradas na Anova, as respectivas médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott. Em todos os testes foi utilizado o nível de significância igual a 5%. Os procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do software AgroEstat (Barbosa; Maldonado, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados do ensaio obtido por meio do processamento por software das manchas nos papéis hidrossensíveis (Figura 5).

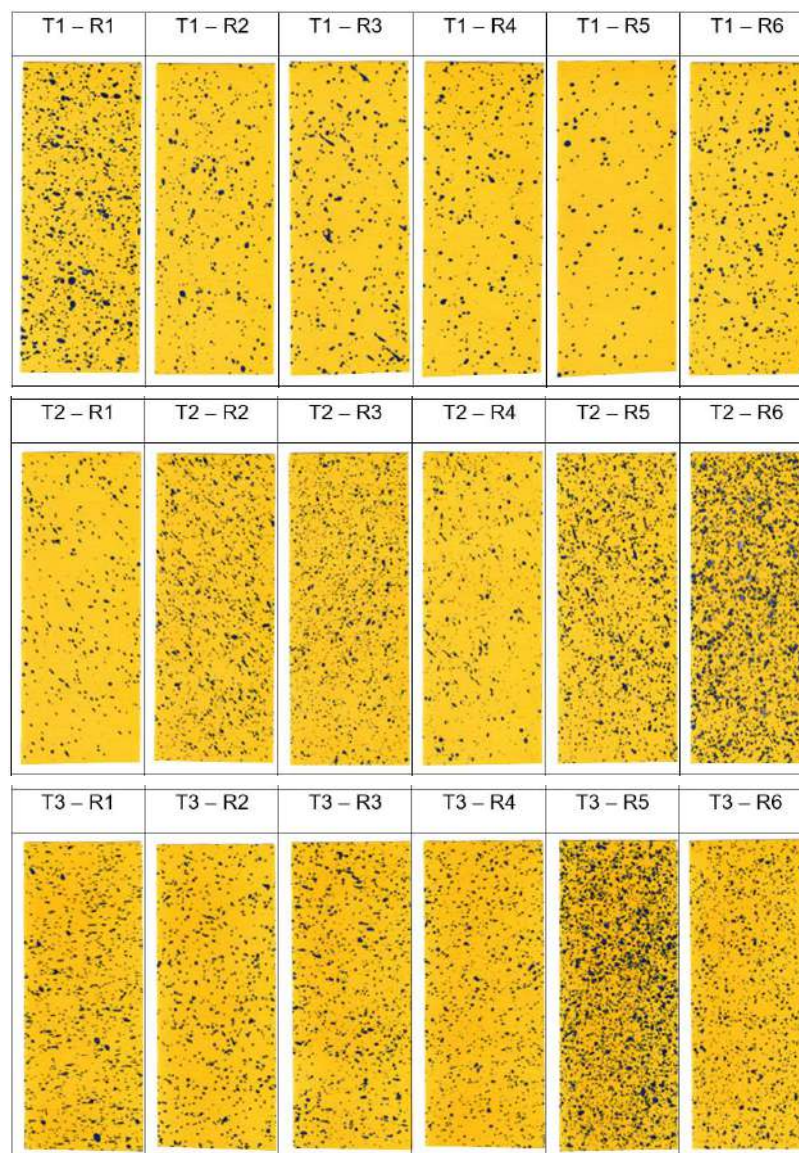


Figura 5 - Papéis hidrossensíveis após a pulverização.

A Tabela 1 apresenta os valores estatísticos descritivos das variáveis dispersão, densidade, cobertura e diâmetro médio volumétrico. Com valores mínimos, máximos, médios, medianos, erro e desvio padrão das amostras dos tratamentos avaliados.

Tabela 1 - Estatística descritiva dos parâmetros avaliados.

Estatística	Dispersão	Densidade (gotas cm⁻²)	Cobertura (%)	DMV (µm)
Tratamento 1 (Água)				
Mínimo	1,32	5,90	27,80	1504,87
Máximo	1,88	31,07	39,28	2327,14
Média	1,50	15,57	32,45	2092,60
Erro padrão	0,08	3,41	2,20	124,02
Mediana	1,47	13,87	29,96	2194,17
Desvio padrão	0,19	8,34	5,40	303,78
Tratamento 2 (Éster metílico de óleo de soja)				
Mínimo	1,49	13,11	26,47	1682,57
Máximo	1,89	34,87	46,22	2137,70
Média	1,65	25,51	36,90	1970,64
Erro padrão	0,06	3,77	3,00	68,72
Mediana	1,64	28,74	37,08	1997,54
Desvio padrão	0,15	9,23	7,35	168,33
Tratamento 3 (Açúcar)				
Mínimo	1,60	21,32	30,00	1679,08
Máximo	1,78	38,26	48,54	2047,39
Média	1,66	29,48	35,82	1913,10
Erro padrão	0,03	2,37	2,65	53,68
Mediana	1,63	28,82	34,06	1953,80
Desvio padrão	0,08	5,79	6,48	131,49

De modo geral, pode-se dizer que, nas condições avaliadas, os adjuvantes não proporcionaram aumento na uniformidade das gotas produzidas, pois não houve diferença significativa entre os tratamentos para a variável dispersão (Figura 6) e de acordo com Gandolfo (2018), dispersão é definida pela uniformidade do espectro de gotas e quanto maior é o valor, menor homogeneidade possui a pulverização. Espectro de gotas homogêneo tem valor de dispersão tendendo a zero (Viana et al., 2010).

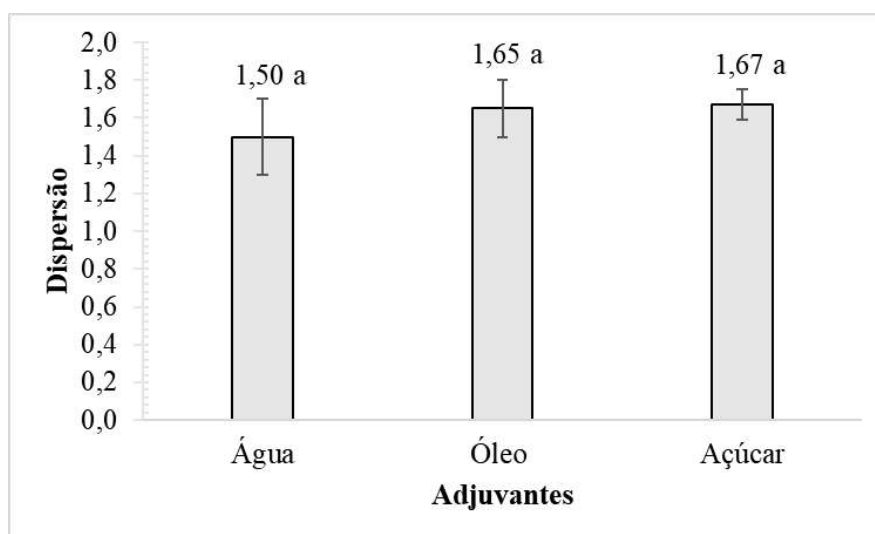


Figura 6 - Média e desvio-padrão para dispersão de gotas.

*Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Comparando os resultados de densidade de gotas (Figura 7), observou-se que houve diferença significativa dos dois adjuvantes em comparação com o tratamento controle (água). Os dois adjuvantes (óleo e açúcar) não apresentaram diferenças significativas entre si.

A densidade de gotas, proporcionadas pelos dois adjuvantes estão adequadas para pulverizações de herbicidas. Estudos realizados pela ANDEF (2010) indicam que densidade de gotas de 20 a 30 gotas cm^{-2} , entregam os melhores resultados para pulverização de herbicidas. Tormen et al. (2012), em seu trabalho, encontrou resultados semelhantes com densidade de gotas variando de 23,7 a 31 gotas cm^{-2} .

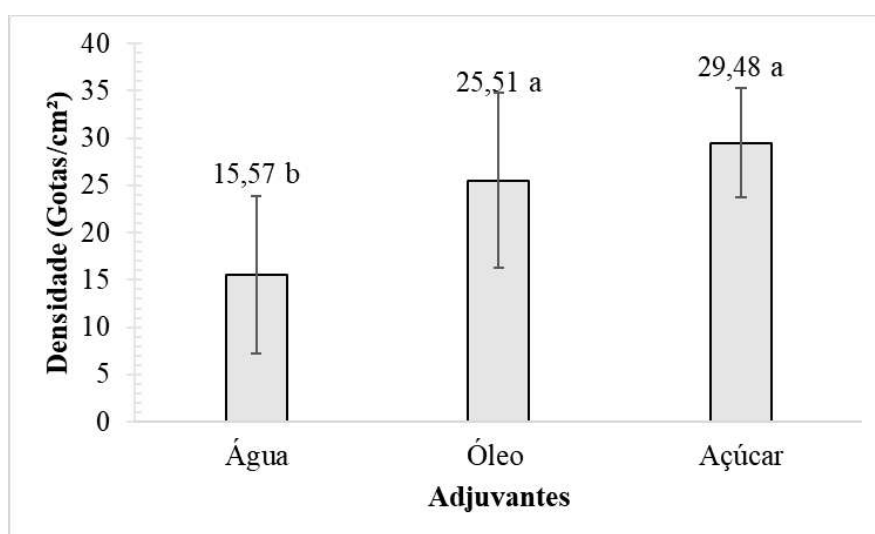


Figura 7 - Média e desvio-padrão para densidade

*Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Para a variável percentual de cobertura não se notou diferença significativa entre os tratamentos (Figura 8). Resultados similares foram encontrados por Schneider et al. (2013), onde obteve-se média de 32,08% de cobertura na altura de 0,5m do papel hidrossensível com pulverizações utilizando somente água e temperatura oscilando de 20 a 25 °C, a umidade relativa entre 40 e 50% e a velocidade do vento entre 1,5 e 4,5 km h⁻¹.

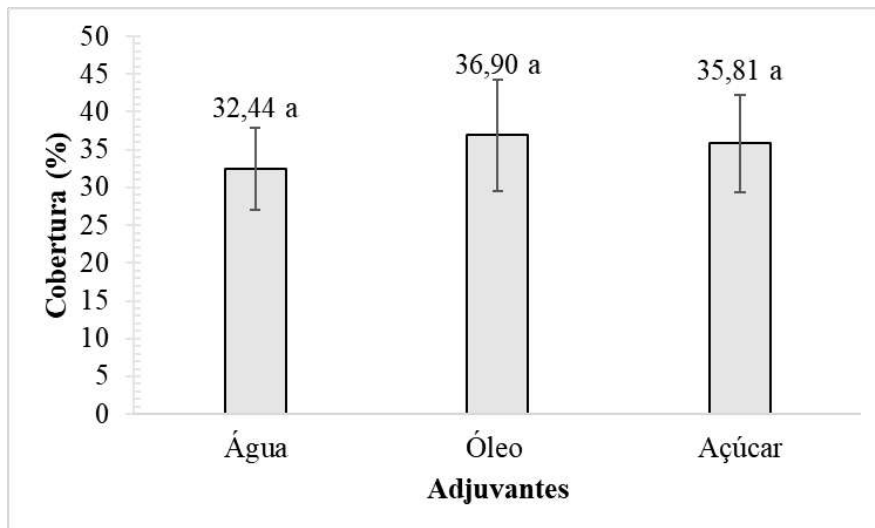


Figura 8 - Média e desvio-padrão para cobertura.

*Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os diâmetros médios encontrados (Figura 9) tiveram médias de 2092,60 µm para o tratamento controle (água), 1970,64 µm para o tratamento 2 (óleo) e 1913,10 µm para o tratamento 3 (açúcar). Não apresentando diferença significativa entre si. Os resultados encontrados são de gotas extremamente grossas, de acordo com a classificação da ANDEF (2010). Gotas com esse diâmetro volumétrico são usadas para o controle de deriva durante as aplicações de defensivos agrícolas, contudo proporcionam menor cobertura da superfície a ser tratada e concentração de gotas por cm², possuem baixa capacidade de penetração na cultura e elevam a possibilidade de escorrimento do produto nas folhas.

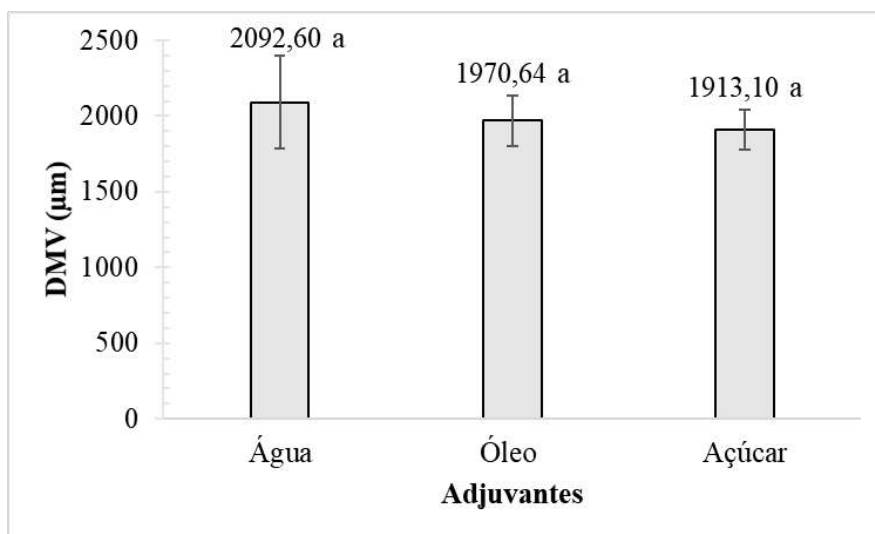


Figura 9 - Média e desvio-padrão para DMV.

*Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em consulta de mercado na região, encontrou-se o adjuvante comercial no valor médio de R\$ 18,51 em revendas e o açúcar cristal a R\$ 3,55 o kg em usina sucroalcooleira na microrregião de Paragominas, PA. Considerando um câmbio do dólar comercial médio do mês de outubro de 2021 em R\$ 5,64, temos que o custo médio do adjuvante comercial na dose recomendada pela fabricante fica em U\$ 0,66 por hectare e o açúcar utilizando a dose recomendada pela consultoria especializada fica em U\$ 0,13 por hectare, sendo o açúcar 19,70% do valor do adjuvante comercial ou seja, uma economia de 80,30% com açúcar frente ao adjuvante comercial.

É importante salientar que, para trabalhos futuros, deve-se analisar os dois adjuvantes testados no presente estudo em diferentes doses.

CONCLUSÃO

Os adjuvantes, comercial e açúcar, elevam a quantidade de gotas por área, o que proporciona uma melhor eficiência na pulverização. Do ponto de vista econômico, indica-se o uso do açúcar como adjuvante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ALVES, L.W.R.; CARVALHO, E.J.M.; SILVA, L.G.T. **Diagnóstico Agrícola do Município de Paragominas-PA**, Embrapa Amazônia Oriental Belém-PA, 2014.
- (2) ANDEF. Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários**. 2010.
- (3) ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. **Tecnologia de Aplicação Para Culturas Anuais**. 2. ed. Passo Fundo, RS: Aldeia Norte, 2019. 373 p.
- (4) BARBOSA, J. C.; MALDORADO JÚNIOR, W. **Experimentação Agrônômica & AgroEstat: Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal: Gráfica Multipress LTDA, 2015.
- (5) CONTIERO, R.L., BIFFE, D.F., CATAPAN, V. **Tecnologia de Aplicação**. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S., GOTO, R. Hortaliças-fruto. Maringá: EDUEM, p.401-449, 2018.
- (6) EMBRAPA, **Programa de Calibração de Pulverização – Gotas**. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/forms/gotas.php>. Acesso em: 27 jul. 2021.
- (7) ESPÍRITO SANTO, A.L. **Avaliação da deposição de gotas em pulverização utilizando-se de diferentes adjuvantes**. 2017. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, 2017.
- (8) GURGACZ, F. **Utilização de barra auxiliar de pulverização de água para reduzir a deriva de defensivos agrícolas**. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2013. 53p.
- (9) MAGNOJET, **Tabela de vazão bico cone vazio**. Disponível em: < https://magnojet.com.br/produtos>. Acesso em: 27 mai. 2024.
- (10) OLIVEIRA, R.B. **Caracterização funcional de adjuvantes em soluções aquosas**. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2011. 121p.
- (11) QUEIROZ, M.F.P. **Espectro de gotas e características físicas de caldas com adjuvantes tensoativos e os herbicidas glyphosate e 2,4-D, isolados e em mistura**. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/handle/11449/153860. Acesso em: 30 mai. 2021.

(12) SCHNEIDER, J.L.; OLIVEIRA, G.M.; BALAN, R.E; CANTERI, M.G.; SAAB, O.J.G.A. Cobertura de gotas de pulverização obtida com diferentes pontas e taxas de aplicação na parte aérea da cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, v.43. p.797–802, 2013.

(13) TORMEN, N.R.; SILVA, F.D.L.; DEBORTOLI, M.P.; UEBEL, J.D.; FÁVERA, D.D.; BALARDIN, R.S. Deposição de gotas no dossel e controle químico de *Phakopsora pachyrhizi* na soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.7, p.802–808, 2012.

(14) VARGAS, L.; GLEBER, L. **Tecnologia de aplicação de defensivos: Condições ambientais no momento da aplicação**. In: Sistema de Produção de Ameixa Européia: Tecnologia de aplicação de defensivos. EMBRAPA, 2005. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ameixa/AmeixaEuropeia/tecnologia.htm>. Acesso em: 31 out. 2021.

(15) VIANA, R.G., FERREIRA, L.R.; FERREIRA, M.C.; TEIXEIRA, M.M.; ROSELL, J.R.; TUFFI SANTOS, L.D.; MACHADO, A.F.L. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva. **Planta Daninha**, v.28, n.2, p.439-446, 2010.

Recebido: 15 de dezembro de 2021

Versão Final: 31 de maio de 2024

Aprovado: 02 de junho de 2024



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.