

Características físico-químicas da adição do óleo vegetal na calda de pulverização

Physical-chemical characteristics of the addition of vegetable oil in the spray syrup

Leonardo Rodrigues da Silva¹, Mateus Almeida Camargos¹, Victor Menezes Pereira², Christiano Lima Lobo de Andrade³, Fernando Rodrigues Cabral Filho³, Marconi Batista Teixeira³, Wilker Alves Morais³ & Matheus Vinicius Abadia Ventura^{1,3}

¹ Graduação em Agronomia, Centro Universitário UniBRAS Rio Verde, Rio Verde, GO, Brasil. ² Departamento de Desenvolvimento de Mercado, ICL América do Sul, Piracicaba, SP, Brasil. ³ Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Instituto Federal Goiano, Rio Verde, GO, Brasil. *Autor correspondente: leonardorodri454@gmail.com

Recebido para publicação em: 11/06/2024 Aceito em: 23/08/2024

RESUMO – A pulverização é uma técnica agrícola fundamental que consiste na aplicação de produtos químicos nas plantas para controle de pragas, doenças e melhoria do crescimento. A calda de pulverização, composta por água e produtos químicos, pode ser aprimorada com adjuvantes, como óleos vegetais, para otimizar a eficiência. Esses óleos, de origem mineral, sintética ou natural (preferencialmente pela sua biodegradabilidade e menor toxicidade), podem ser classificados como essenciais, extraídos de plantas aromáticas, ou fixos, provenientes de sementes oleaginosas. O trabalho visa analisar as características físico-químicas da adição de óleo vegetal na calda de pulverização e seus impactos na agricultura. Métodos como análise de tensão superficial, viscosidade e pH são utilizados para avaliar a qualidade da calda, garantindo sua adequação às condições ambientais e equipamentos. A inclusão de óleo vegetal apresenta benefícios, como a formação de gotas menores, melhor penetração nas folhas, redução de evaporação e deriva, além da potencialização da ação dos produtos químicos. No entanto, desafios incluem a necessidade de ajustes conforme a cultura e condições, a complexidade na limpeza dos equipamentos e o risco de fitotoxicidade ou antagonismo dos produtos químicos.

ABSTRACT – Spraying is a fundamental agricultural technique that consists of applying chemicals to plants to control pests, diseases and improve growth. The spray solution, composed of water and chemicals, can be enhanced with adjuvants, such as vegetable oils, to optimize efficiency. These oils, of mineral, synthetic or natural origin (preferably due to their biodegradability and lower toxicity), can be classified as essential, extracted from aromatic plants, or fixed, coming from oilseeds. The work aims to analyze the physical-chemical characteristics of adding vegetable oil to the spray mixture and its impacts on agriculture. Methods such as surface tension, viscosity and pH analysis are used to evaluate the quality of the grout, ensuring its suitability for environmental conditions and equipment. The inclusion of vegetable oil presents benefits, such as the formation of smaller droplets, better penetration into the leaves, reduction of evaporation and drift, in addition to enhancing the action of chemicals. However, challenges include the need for adjustments depending on culture and conditions, the complexity of cleaning equipment and the risk of phytotoxicity or chemical antagonism.

Palavras-chave: óleo vegetal, pulverização, adição, soja, pH.

Keywords: vegetable oil, spraying, addition, soybean, pH.

INTRODUÇÃO

Os adjuvantes são substâncias adicionadas a formulações químicas para aumentar a eficiência e melhorar a absorção dos produtos pelas plantas, ajudando no controle de pragas e doenças. Eles melhoram o desempenho dos agroquímicos dessecantes ao promoverem a ação física e química desses produtos na cultura desejada (ROCHA, ALVES, MELIDO, 2019). A cutícula das plantas, que varia de acordo com a espécie, idade e condições climáticas, atua como uma barreira à penetração de líquidos, e o uso de adjuvantes é recomendado para superar essa barreira, modificando a atividade dos produtos e as características da pulverização (LOPES, 2018).

De acordo com Rocha, Alves e Melido (2019), os primeiros relatos sobre o uso de adjuvantes datam do início do século XVIII. Desde então, esses compostos têm sido utilizados para aprimorar as práticas agrícolas e aumentar a eficiência da atividade biológica, através de modificações físicas e químicas na calda de aplicação. Os adjuvantes

têm a função de melhorar a eficiência das aplicações agrícolas, apesar da complexidade de sua interação com os agroquímicos, que envolve fatores físicos, químicos e fisiológicos. Seu uso é essencial para garantir uma melhor deposição do produto no alvo (THIESEN; MOREIRA, 2017).

A adição de adjuvantes à calda de pulverização altera o tamanho das gotas e as propriedades físico-químicas, como a viscosidade e a tensão superficial, melhorando o espalhamento, a aderência, a absorção do ingrediente ativo e a distribuição uniforme da calda, além de reduzir a formação de espuma (Baio, 2015). Óleos minerais e vegetais são amplamente utilizados como adjuvantes, auxiliando no controle de insetos, fungos, cochonilhas, ácaros e plantas daninhas. Eles melhoram o espalhamento e a absorção, reduzindo o excesso de ingrediente ativo e a tensão superficial. Além disso, facilitam a penetração da calda na cutícula e reduzem a hidrólise e a foto decomposição dos defensivos (DURIGAN, 1993).

Dois tipos de óleos são usados em adjuvantes agrícolas: o óleo mineral, derivado da destilação do petróleo, e o óleo vegetal. A extração do óleo mineral, no entanto, pode causar danos ambientais, como derramamentos, poluição e impactos nos ecossistemas, destacando a necessidade de alternativas mais sustentáveis (HESS, 1997). Os óleos vegetais, derivados de fontes renováveis como a soja, se decompõem mais facilmente no ambiente, reduzindo resíduos tóxicos e promovendo o controle de pragas de forma mais sustentável. O uso desses óleos apoia práticas agrícolas mais ecológicas e o desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis, além de incentivar a reutilização de resíduos (MRABET, 2023).

Mediante ao exposto o objetivo deste trabalho foi avaliar características físico-químicas e dinâmica de gotas de dois óleos, sendo um de origem mineral e outro vegetal.

MATERIAL E METODOS

O experimento foi implantado e conduzido no Laboratório de Hidráulica e Irrigação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, GO. Sendo dividido em duas etapas: a primeira os testes em laboratório e a segunda, em campo, com a cultura da soja (Figura 1).



Figura 1. Local de realização do experimento. Fonte: Autor (2023).

Delineamento experimental

Etapa I: Quando foram avaliadas a geração de espuma e as características físico-químicas da calda, o experimento consistiu em 3 tratamentos e 7 repetições, totalizando 21 unidades experimentais. Para o teste de retenção, o experimento consistiu em 6 tratamentos e 5 repetições, totalizando 30 unidades experimentais (Tabela 1). Etapa II: o experimento consistiu em 3 tratamentos e 7 repetições, totalizando 21 unidades experimentais.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos da Etapa I.

Delineamento experimental 1				
Tratamentos	Água	Detergente	Óleo	Dose (l ha ⁻¹)
T1	SIM	SIM	-	-
T2	SIM	SIM	Áureo	0,5
T3	SIM	SIM	Nutrisoya	0,5
Delineamento experimental 2				
T1	SIM	NÃO	-	-
T2	SIM	NÃO	Áureo	0,5
T3	SIM	SIM	-	-
T4	SIM	SIM	Áureo	0,5
T5	SIM	NÃO	Nutrisoya	0,5
T6	SIM	SIM	Nutrisoya	0,5

Fonte: Autor (2023).

Tabela 2. Descrição dos tratamentos da etapa II

Tratamentos	Óleo	Dose (1 ha ⁻¹)
T1	-	-
T2	Áureo	0,5
T3	Nutrisoya	0,5

Fonte: Autor (2023).

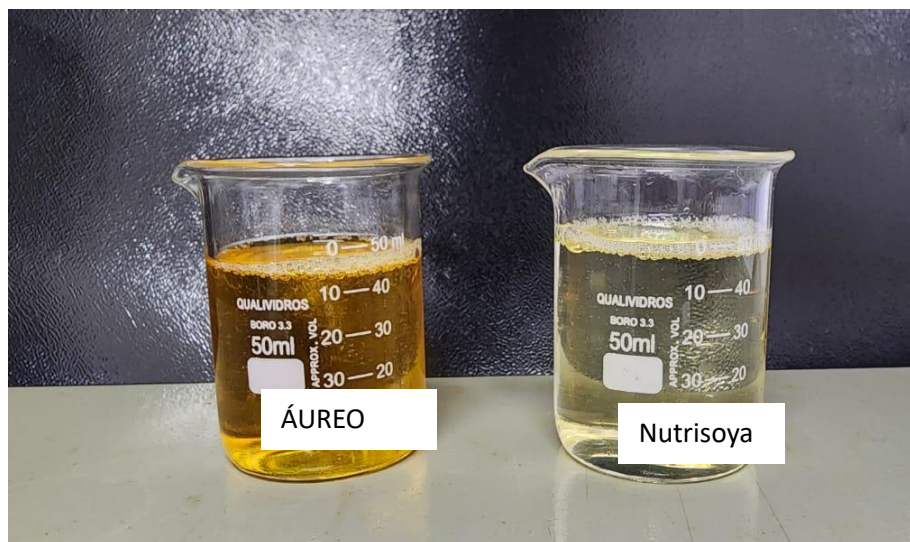


Figura 2. Produtos utilizados no experimento. Fonte: Autor (2023).

Aplicação dos tratamentos

Etapa I: Em laboratório, os tratamentos foram executados em recipientes laboratoriais, respeitando a proporcionalidade entre as dosagens dos produtos e o volume de calda por hectare.

Etapa II: Os tratamentos foram aplicados no dia 08/03/23 com um pulverizador costal pressurizado por CO₂, equipado com barra de quatro pontas de pulverização do tipo TXA800067VK / cone vazio / Teejet. O equipamento foi posicionado a 0,50 m acima das plantas de soja, com espaçamento entre bicos de 0,5 m, velocidade de deslocamento de 5 km/h e regulado a 400 kPa / 4 bar, proporcionando volume de calda equivalente a 100 L ha⁻¹. A aplicação dos tratamentos foi realizada quando as plantas de soja se encontravam no estágio reprodutivo. A aplicação foi realizada na parte da manhã, entre os horários das 09:00 às 11:00.



Figura 3. Aplicação dos tratamentos em campo. Fonte: Autor (2023).

Tabela 3. Condições meteorológicas no momento da aplicação dos tratamentos em campo

Tratamento	Vento ($m s^{-1}$)	Temperatura ($^{\circ}C$)	Delta T ($^{\circ}C$)	Umidade (%)
Água	1,80	25,30	3,70	74,50
Áureo	2,00	22,60	3,50	73,60
Nutrisoya	2,50	22,10	4,90	66,50

Fonte: Autor (2023).

Avaliações

Etapa I:

- Teste de espuma: Foi utilizado um becker de 600 ml, em que, conforme os respectivos tratamentos descritos na Tabela 1, foram adicionados a água, detergente (6,0 ml por 300 ml de água) ou o óleo. Após efetuar a calda, a mesma foi agitada por 1 minuto. Após agitação, foi mensurado com o auxílio de uma régua graduada a altura de espuma e, após descansar por 5 minutos, foi refeita a leitura. Sendo possível verificar a capacidade de redução de geração de espuma e a permanência de espuma na calda.

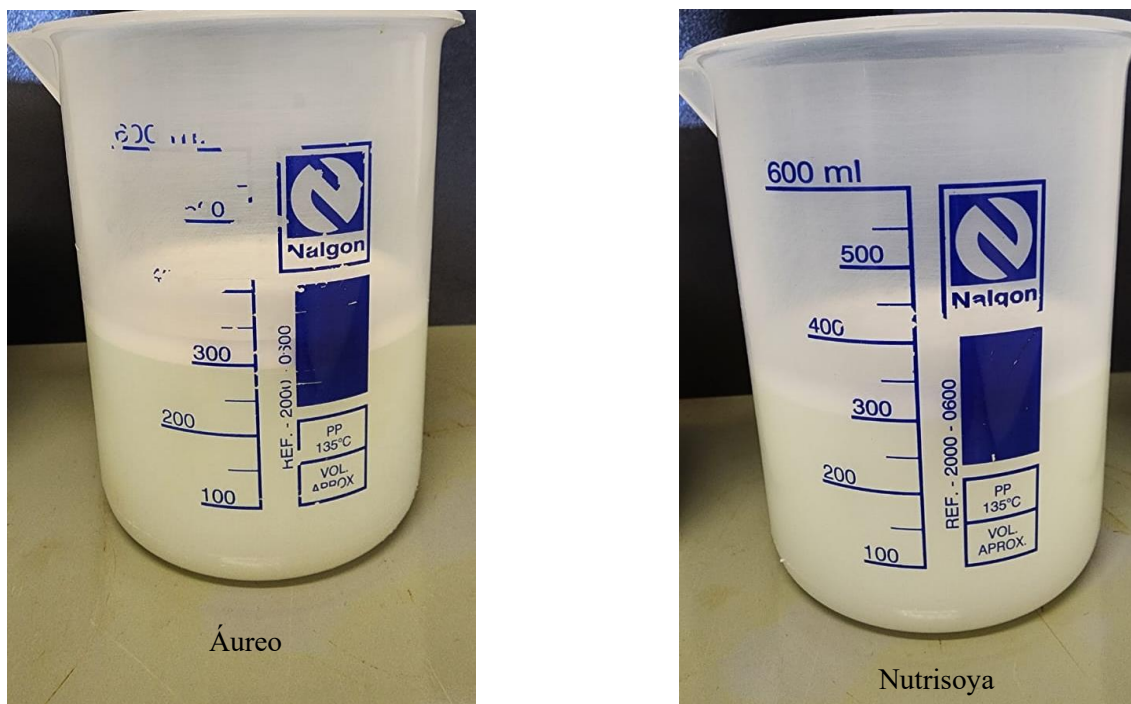


Figura 4. Teste de espuma. Fonte: Autor (2023).

- Teste de retenção: Folhas de soja foram coletadas e levadas ao laboratório. Inicialmente, as folhas foram pesadas em balança analítica de precisão, após isto, foram colocadas 10 gotas da calda de pulverização de cada tratamento e, após 5 minutos, foi retirado o excesso sobre a folha e a mesma foi pesada novamente. Sendo possível verificar qual a quantidade de calda que foi absorvida pela folha e a capacidade de retenção.

- Características físico-química da calda: Em laboratório, após agitação e descanso da calda de pulverização, foram mensuradas suas características físico-químicas, utilizando-se uma sonda multi parâmetros portátil, sendo: Potencial hidrogeniônico (pH); Condutividade elétrica (micro Siemens por metro quadrado); sólidos solúveis (ppm) e Salinidade (ppm).

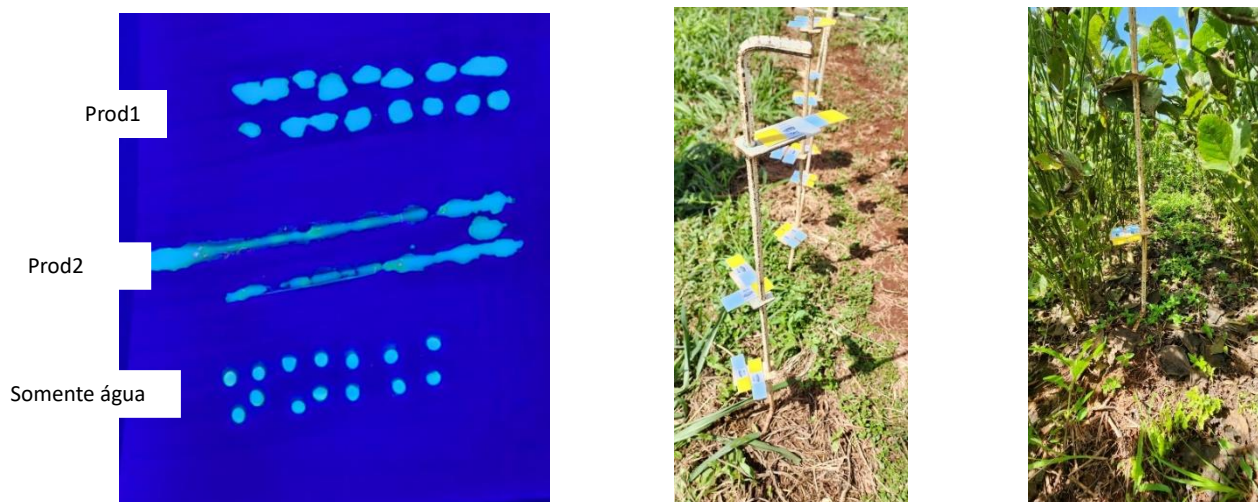


Figura 5. Exposição da calda de pulverização sob a luz negra com luminol, conforme os tratamentos aplicados.

Fonte: Autor (2023).

Etapa II:

Dinâmica de Gotas: No dia da aplicação foi realizado um estudo do espectro de gotas pulverizadas, visando a caracterizar os tratamentos, por meio da avaliação das gotas depositadas em papéis sensíveis à água (76 x 26 mm). Antes da pulverização, foram colocados seis papéis hidrossensíveis em cada repetição, todos suspensos em uma haste metálica, em três extratos da planta: superior, médio e inferior, voltados para cima (Figura 4). Posteriormente, foi feita a quantificação em cada papel. Para isso, os papéis foram digitalizados por meio de um scanner e analisados, utilizando-se do programa computacional CIR 1.5, específico para essa finalidade. área coberta (AC), volume depositado no papel (VOL), densidade de gotas (DG), amplitude relativa (AR) e diâmetro da mediana volumétrica (DMV), diâmetro médio que corresponde a 90% do volume aplicado (D0.9), diâmetro médio que corresponde a 10% do volume aplicado (D0.1) e diâmetro médio numérico.

Os dados foram submetidos a análise de variância com emprego do teste F ($p < 0,05$), para constatar significância entre os fatores avaliados. Uma vez constatado efeito significativo, foi empregado o teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação das médias entre os tratamentos, utilizando o software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS

Para a retenção foliar foi possível constatar que não houve diferença significativa, no entanto, é possível apontar que a mistura em que foi utilizado o óleo Nutrisoya apresentou maior capacidade de retenção da calda na superfície foliar, com 25 e 20% de superioridade em relação a água e ao óleo Áureo. Em relação ao óleo Áureo, verifica-se incremento de 6% na retenção foliar em relação a água.

Quando se avalia a capacidade de retenção do óleo Áureo, o resultado encontrado é bastante promissor, visto que o potencial de incrementar em 6% o acúmulo de ativo pode impactar de forma bastante positiva nas aplicações

fitossanitárias. Por outro lado, ao avaliar o posicionamento de mercado em relação ao concorrente testado os caminhos se convergem em ajuste de custo e otimização do processo de formulação (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios do potencial de retenção foliar (RET), potencial de redução de espuma (RED), potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (COND), sólidos solúveis (DUR) e salinidade (SAL) do experimento de aplicabilidade técnica do óleo vegetal. Rio verde - GO, 2023

Tratamentos	RET mg/cm ²	RED %	pH	COND	DUR	SAL
Água	3,23	2,33	7,54 b	136,0 a	67,0 a	66 a
Nutrisoya	4,32	2,27	7,47 b	123,0 b	61,0 b	61 b
Áureo	3,46	4,18	7,65 a	115,0 b	57,0 b	57 b
Médias	3,67	3,07	7,55	125	62	62

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autor (2023).

A redução de espuma não é uma característica esperada de um óleo de origem vegetal, visto que geralmente, agentes antiespumantes não são adicionados a sua formulação. No entanto, a avaliação de redução de espuma é um bom parâmetro para explorar possíveis potenciais do produto bem como nortear a presença de outras substâncias na composição do produto. Neste caso, foi possível constatar que o óleo Áureo apresentou o maior potencial de redução da espuma inicial da solução, observando-se 56% de superioridade em relação aos demais.

Esta característica pode ser um diferencial de mercado, visto que não é comum em outros produtos similares, porém, é necessário levar em consideração alguns pontos. Dentre as inúmeras substâncias capazes de promover a redução de espuma estão os glicóis. Os glicóis ou poliglicóis são substâncias químicas que podem ser originadas a partir da extração de oleaginosas assim como a soja e a mamona. Neste caso, a credita-se que o processo de extração do óleo Áureo possa ter promovido um incremento na presença de substâncias redutoras de espuma.

Adicionalmente, é importante observar que a espuma é uma bolha formada pela interação entre substâncias com características diferentes, geralmente ar, disperso em um líquido contendo diferentes composições químicas. Neste caso, a formação da espuma está diretamente associada as forças de adesão e coesão. Dessa forma, os antiespumantes diminuem a tensão superficial das bolhas, que impedem esta interação, até seu rompimento. No entanto, a medida em que reduz a tensão superficial do líquido impedindo a formação da espuma reduz a formação de gotículas na superfície foliar, aumentando o espalhamento da calda e neste caso, aumentando o escorrimento e reduzindo a retenção foliar.

Foi possível constatar que a adição do óleo Áureo proporcionou aumento do pH da solução e reduziu a condutividade elétrica e a dureza da solução. O aumento do pH da solução pode ser atribuído a presença de bases e hidroxilas em sua composição, o que faz sentido em função da possível presença dos glicóis. Dessa forma, quando

ocorre o aumento de hidroxilas (OH^-) na solução a um aumento na captura de cátions e ânions bi e trivalentes, promovendo uma redução na condutividade elétrica e na dureza da solução.

Mesmo não havendo diferenças significativas para alguns parâmetros da dinâmica de gotas é pertinente fazer algumas considerações. Com a adição do óleo espera-se a redução do número de gotículas satélites por meio de sua aglutinação em função da polaridade do óleo vegetal, implicando em uma redução da densidade de gotas em função da presença de óleo. Com a redução da densidade de gotas (DG) pressupõe-se que houve um incremento no diâmetro da mediana volumétrica (DMV) e conseqüentemente a redução no potencial de deriva (PRD), fatos que foram detectados na avaliação de deposição de calda no terço inferior das plantas de soja. Contudo, pode-se observar que o Nutrisoya se destacou numericamente em relação a densidade de gotas e ao potencial de deriva, porém o diâmetro da mediana volumétrica foi mais influenciado pelo Áureo (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios da densidade de gotas (DG), amplitude relativa (AR), diâmetro da mediana volumétrica (DMV), diâmetro médio que corresponde a 90% do volume aplicado (D0.9), diâmetro médio que corresponde a 10% do volume aplicado (D0.1) e diâmetro médio numérico do experimento de eficiência do óleo no terço INFERIOR das plantas de soja. Rio verde - GO, 2023.

Tratamentos	DG	AR	PRD	DMV	D0.1	D0.9	DMN
Água	78,08	0,54	4,94	168	123	214	138
Nutrisoya	31,08	0,38	0,98	179	148	216	156
Áureo	54,74	0,43	2,60	188	142	224	153
Médias	54,81	0,45	2,84	178	138	218	149

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Já na avaliação do terço médio das plantas de soja corrobora o encontrado no terço inferior. Neste caso a presença de óleo reduziu a densidade de gotas, aumentou o diâmetro da mediana volumétrica e reduziu o potencial de deriva (Tabela 6). É possível destacar nos terços inferior e médio os tratamentos com áureo obtiveram os maiores DMV e maior percentual de deriva, diferente do esperado, afinal, quanto maior a gota menor a chance de ocorrer perdas. No entanto, o cálculo do potencial de deriva (PRD) leva em consideração o D0.1, que por sua vez corresponde o diâmetro que representa 10% do volume aplicado, ou seja, quanto menor for o D 0.1 existe a tendência de estes 10% de volume seja perdido por deriva, aumentando assim o PRD (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios da densidade de gotas (DG), amplitude relativa (AR), diâmetro da mediana volumétrica (DMV), diâmetro médio que corresponde a 90% do volume aplicado (D0.9), diâmetro médio que corresponde a 10% do volume aplicado (D0.1) e diâmetro médio numérico do experimento de eficiência do óleo no terço MÉDIO das plantas de soja. Rio verde - GO, 2023.

Tratamentos	DG	AR	PRD	DMV	D0.1	D0.9	DMN
Água	207 a	0,61 a	7,54 a	153,72	108 b	202 a	118 b
Nutrisoya	28 b	0,42 a	1,22 b	179,23	141 a	218 a	156 a
Áureo	46b	0,59 a	4,26 ab	196,91	131 ab	257 a	134 ab
Médias	94,12	0,54	4,34	176,62	127	226	136

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Já no terço superior das plantas nota-se que o Nutrisoya promoveu maior densidade de gotas e menor potencial de risco de deriva, porém com o menor diâmetro da mediana volumétrica. Neste caso, nota-se que este tratamento obteve o menor D0.1, justificando o resultado encontrado (Tabela 7). Neste caso o Áureo obteve uma densidade de gotas mediana e um alto potencial de risco de deriva, o que pode ser justificado pelo maior D0.1.

Tabela 7. Valores médios da densidade de gotas (DG), amplitude relativa (AR), diâmetro da mediana volumétrica (DMV), diâmetro médio que corresponde a 90% do volume aplicado (D0.9), diâmetro médio que corresponde a 10% do volume aplicado (D0.1) e diâmetro médio numérico do experimento de eficiência do óleo no terço SUPERIOR das plantas de soja. Rio verde - GO, 2023.

Tratamentos	DG	AR	PRD	DMV	D0.1	D0.9	DMN
Água	149	0,54	2,87 b	173 a	122ab	216 ab	133
Nutrisoya	268	0,66	3,96 ab	158 b	105 b	209 b	108
Áureo	155	0,58	8,90 a	169 ab	127 a	227 a	130
Médias	197	0,54	2,87 b	173 a	122ab	216 ab	123

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao percentual de área coberta nos três terços da planta observa-se a similaridade entre os tratamentos empregados, destacando-se que o óleo Áureo proporcionou o maior valor para a característica no terço médio e inferior das plantas de soja. É oportuno mencionar que o percentual da área coberta no terço médio foi menor que no terço inferior, o que pode ser atribuído ao alto percentual de interceptação do terço superior que ocorre com gotas de alto DMV. Dessa forma, as gotículas não interceptadas tendem a ter um maior tempo de vida e distância de lançamento, fazendo com que aumente a deposição no terço inferior das plantas.

Corroborando com os resultados encontrados para a porcentagem de área coberta, a taxa de aplicação seguiu a mesma tendência nos três terços das plantas de soja. Com destaque ao volume acumulado para os tratamentos com o óleo Nutrisoya que se distanciou dos demais. Acredita-se que esta discrepância pode ser atribuída a oscilação da barra de aplicação.

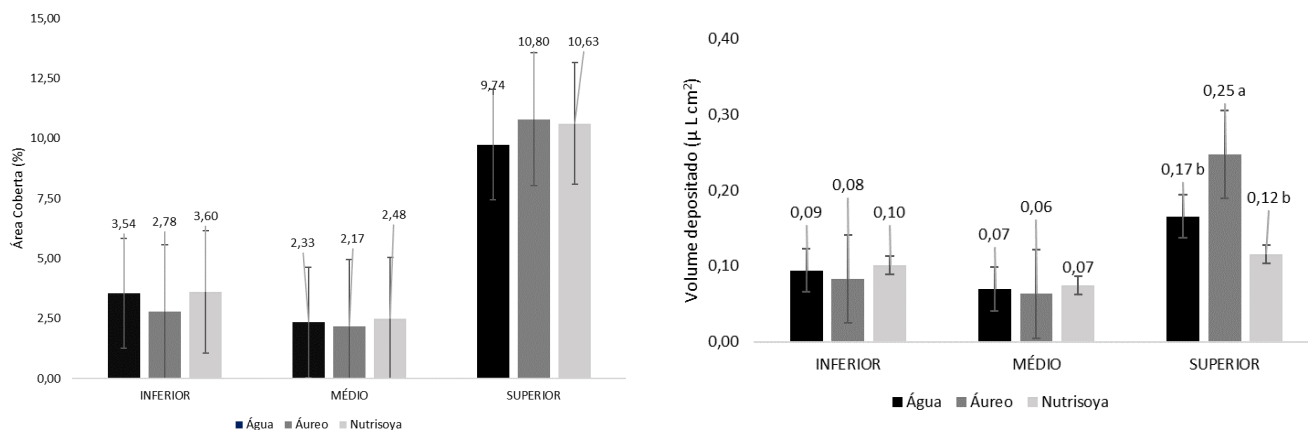


Figura 7. Área coberta (AC) e volume depositado (Tx) do óleo no terço INFERIOR, MÉDIO e SUPERIOR das plantas de soja. Rio verde - GO, 2023. Fonte: Autor (2023).

CONCLUSÃO

Comparado com a água o óleo disponibilizado pela Áureo incrementa todas as características avaliadas. Já comparado com o Nutrisoya, o óleo Áureo se destacou em modificar as características químicas da água.

Em relação aos parâmetros da dinâmica de gotas o óleo Áureo proporciona incrementos nas principais características como área coberta, volume depositado e diâmetro da mediana volumétrica, estando assim em posição de igualdade a concorrência.

A adição do óleo Áureo promove pequena redução na espuma, na ordem de 4%, não altera o pH da calda e, reduz a condutividade elétrica, a dureza e a salinidade da água.

No terço inferior da planta, o óleo Áureo não promove alterações na qualidade da aplicação.

No terço médio, a adição do óleo promove redução da densidade de gotas e aumento do diâmetro da mediana volumétrica.

No terço superior da planta o óleo Áureo promove redução do diâmetro da mediana volumétrica, D0.1, D0.9 e diâmetro médio numérico.

No entanto para a disponibilização do produto ao mercado é necessária que seja realizada uma análise química para detecção de resíduos do processo produtivo no produto, para que seja determinada a concentração de óleo derivado de soja.

Adicionalmente é necessário o estudo químico e a viabilidade da adição de adjuvantes ou aditivos que irão melhorar a performance deste produto em campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, L.; KUNIYUKI, H. Doenças da videira (*Vitis* spp.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (Ed.). Manual de doenças das plantas cultivadas. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2, p. 736-757.
- BAIO, F. H. R. Alteração das propriedades físico-químicas na aplicação contendo adjuvantes. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**. Chapadão do Sul, p. 151-161. 13 jun. 2015.
- BECK, B.; STEURBAUT, W.; SPANOGHE, P. How to define green adjuvants. **Pest Management Science**, [S.L.], v. 68, n. 8, p. 1107-1110, 15 maio 2012. Wiley.
- DURIGAN, J.C. **Efeitos de adjuvantes na aplicação e eficácia dos herbicidas**. Jaboticabal: Funep, 1993. 43 p.
- GUEDES, C.L.B. et al. Avaliação de biocombustível derivado do bio-óleo obtido por pirólise rápida de biomassa lignocelulósica como aditivo para a gasolina. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 781786, 2010.
- HESS, F.D. Adjuvants. Herbicide Action Course, 1997, West Lafayette. Proceedings... West Lafayette: Purdue University, 1997. p.38 61.
- LOPES, L. de L. **Caracterização físico-química, espectro de gotas e deposição de calda de pulverização com uso de adjuvantes na cultura da soja**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2018.
- MACIEL, C. D. G. et al. Uso de adjuvantes na dessecação da cultura da soja: Qualidade fisiológica de sementes. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 1, n. 01, p. 1- 5, 7 jun. 2005.
- MANDARINO, J. M. G. **Origem e história da soja no Brasil**. 2017. Disponível em: <https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2017/04/05/origem-e-historia-da-soja-no-brasil/>
- MENDONÇA, C. G.; RAETANO, C. G.; MENDONÇA, C. G. Tensão superficial estática de solução aquosas com óleos minerais e vegetais utilizados na agricultura. **Engenharia Agrícola**, [S.L.], v. 27, p. 16-23, 2007.
- MRABET, Rachid. Sustainable agriculture for food and nutritional security. In: **Sustainable Agriculture and the Environment**. Academic Press, 2023. p. 25-90. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-905008.00013-0>
- PELIN, C.; WORDELL FILHO, J. A.; NESI, C. N. Ferrugem asiática da soja: etiologia e controle. **Agropecuária catarinense**, v. 33, n. 3, p. 18-21, 2020.
- PEREIRA, T. **Dessecação em pré-colheita de soja: produção e qualidade de sementes**, Lages., 2015. 145p.
- OGEDA, T.L.; PETRI, D.F.S. Hidrólise enzimática de biomassa. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 7, p. 1549-1558, 2010.
- QUEIROGA, V. de P.; DA SILVA, O. R. R. F. **Tecnologias utilizadas no cultivo do gergelim mecanizado**. 2008.
- REBOLLEDO-LEIVA, Ricardo; MOREIRA, María Teresa; GONZÁLEZ-GARCÍA, Sara. Progress of social assessment in the framework of bioeconomy under a life cycle perspective. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 175, p. 113162, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113162>.
- ROCHA, A. P.; ALVES, G. S.; MELIDO, R. C. N. Avaliação do uso de adjuvantes na cultura da soja. In: 1º SIMPÓSIO DE TCC, DAS FACULDADES FINOM E TECSOMA. **Anais eletrônicos...** Paracatu/MG, 2019. 16-29. Disponível em: <https://finom.edu.br/assets/uploads/cursos/tcc/202103041003173>. Acesso em 26/07/2023.

SIROTTI, S. R. **Chemical desiccation in soybean pre-harvest on seed productivity and quality**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2012.

SPEEDING, C.R.W. Sustainability in animal production systems. **Animal Science**, Cambridge, v.61, p.1-8,1995.
THIESEN, R.; MOREIRA, C. R. Eficiência no uso de adjuvantes na aplicação de fungicida na cultura do milho segunda safra. **Cultivando O Saber**, Cascavel, p. 144-154, 2017.