

REGINA NEVES UBIAL COSTA

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES ADJUVANTES AGRÍCOLAS: ANÁLISE DAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICOS-QUÍMICAS E EFEITO DE DESSECANTE
APLICADO NA CULTURA DE SOJA

CASCADEL
PARANÁ – BRASIL
AGOSTO – 2024

REGINA NEVES UBIAL COSTA

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES ADJUVANTES AGRÍCOLAS: ANÁLISE DAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICOS-QUÍMICAS E EFEITO DE DESSECANTE
APLICADO NA CULTURA DE SOJA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Reginaldo Ferreira Santos.

Coorientador: Dr. Reinaldo Aparecido Bariccatti.

CASCVEL
PARANÁ – BRASIL
AGOSTO – 2024

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Neves Ubial Costa, Regina

Avaliação de diferentes adjuvantes agrícolas: análise das características físicos-químicas e efeito de dessecante aplicado na cultura de soja. / Regina Neves Ubial Costa; orientadora Reginaldo Ferreira Santos; coorientadora Reinaldo Aparecido Bariccatti. -- Cascavel, 2024.

70 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico - Campus de Cascavel) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, 2024.

1. Engenharia. 2. Agroenergia. 3. Química. 4. Defensivos agrícolas. I. Ferreira Santos, Reginaldo, orient. II. Aparecido Bariccatti, Reinaldo, coorient. III. Título.

REGINA NEVES UBIAL COSTA

Avaliação de diferentes adjuvantes agrícolas: Análise das características físico-químicas e efeito de dessecante aplicado na cultura de soja

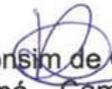
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Engenharia de Energia na Agricultura, área de concentração Agroenergia, linha de pesquisa Biocombustíveis, APROVADA pela seguinte banca examinadora:



Orientador - Reginaldo Ferreira Santos
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Jair Antonio Cruz Siqueira
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Ricardo SonSim de Oliveira
Instituto Federal do Paraná – Campus Cascavel (IFPR)

Cascavel, 27 de agosto de 2024

“Porque sou eu que conheço os planos que tenho para vocês, diz o Senhor, planos de fazê-los prosperar e não lhes causar dano, planos de dar-lhes esperança e um futuro”.

Jeremias 29:11

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar saúde e sentir sua presença, direcionando em todos os lugares me protegendo e sustentando, dando oportunidades, forças e sabedoria para seguir em frente e de proporcionar perspectivas de sempre existir novos sonhos, como este. À minha família, meu esposo Maurício Paravisi Costa, que por diversas vezes ajudou na prática e que sempre me apoiou e incentivou. À Rafaela Ubial Costa, minha amada filhinha, por ser uma bênção em minha vida. À minha mãe, Maria de Lourdes Aparecida Bastos Neves, por acreditar, estar ao meu lado e ajudar sempre que preciso. Ao meu pai, Olavo Ubial por me incentivar e acreditar em meus sonhos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) Campus de Cascavel - PR, em especial ao coordenador do Programa Prof. Dr. Samuel Nelson Melegari de Souza, especialmente ao meu orientador Prof. Dr. Reginaldo Ferreira Santos, pessoa que eu admiro muito! Por me escolher e acolher, por direcionar e dar oportunidade de um grande projeto como esse, principalmente. Ao professor Dr. Reinaldo Baricatti por ser meu coorientador, contribuindo com seu conhecimento e ajudando em todas as etapas prontamente. Ao professor Dr. Jair Antônio Cruz Siqueira por aprovar na entrevista e permitir meu egresso. Ao Professor Dr. Ricardo Oliveira, que também contribuiu neste trabalho. A todos os professores que tive a oportunidade de aprender. A professora Luciene Kazue Tokura por toda ajuda quando solicitada. Ao professor Marcio Furlan Maggi, com as dicas e informações pertinentes sobre o assunto. A assistente do programa, Vanderléia L. S. Schmidt pela seriedade e competência. Aos colegas de classe do laboratório por ajudarem nas atividades. Aos amigos próximos que por alguns momentos pedi orações. À minha amiga Samantha, por toda a ajuda. Ao Thomas Oehninger Ramos, pela ajuda, direção e paciência, me ensinou muito! Ao meu amigo Rafael Venturini por prontamente me ajudar.

Se fui capaz de chegar até aqui foi graças a essas pessoas que sempre estiveram ao meu lado, me ajudando, apoiando, incentivando e orando para que Deus sempre estivesse ao meu lado.

Àqueles, enfim, que não estão descritos aqui, mas contribuíram de alguma forma com apoio, amizade, palavras de incentivo, forças e energias boas para que eu pudesse conduzir a vida em busca da realização deste sonho.

NDICE

INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO 1	4
ANÁLISE COMPARATIVA DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE ADJUVANTES AGRÍCOLAS.....	4
RESUMO.....	4
ABSTRACT	5
1. INTRODUÇÃO	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.1 Adjuvantes	8
2.2 pH Ideal do Adjuvante.....	9
2.3 Condutividade Elétrica Ideal do Adjuvante	9
2.4 Ângulo de contato da Gota	10
2.5 Turbidez.....	11
2.6 Espectro Fotometria por Infravermelho (IR) e UV-Vis	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.3 Análise experimental: os testes físico-químicos	14
3.4 Medida pH da calda	16
3.4 Condutividade elétrica da calda.....	17
3.5 Ângulo de contato da gota	17
3.6 Turbidez.....	19
3.7 Tensão superficial da gota.....	20
3.7 Espectrofotometria UV-Vis.....	21
3.8 Tratamento dos dados.....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1 Condutividade	26
4.2 Turbidez.....	27
4.3 Análise do pH	29
4.4 Massa da gota	31
4.5 Ângulo da gota.....	33
4.6 Espectrofotometria UV-Vis.....	35
5. CONCLUSÕES	36
REFERÊNCIAS.....	38
CAPÍTULO II	44
O PAPEL DOS ADJUVANTES DE ÓLEO VEGETAL NA PROMOÇÃO DA	44
SUSTENTABILIDADE NA AGRICULTURA	44

1.	INTRODUÇÃO	46
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	49
2.1	Adjuvantes	49
2.2	Herbicidas dessecantes	49
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	50
3.1.1	Localização do experimento	50
3.2	Métodos	52
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
4.1	Peso de 100 sementes	56
4.2	Umidade dos grãos.....	56
4.3	Sementes avariadas	57
3.	CONCLUSÕES	57
	REFERÊNCIAS	59

INTRODUÇÃO GERAL

Estima-se que doenças, insetos e plantas invasoras possam reduzir a produção de 30 a 40% de todas as culturas produzidas no mundo, em média (Amorim e Kuniyuki 1997). Fatores ambientais e climáticos estão dentre os motivos para favorecer a proliferação de algumas doenças, sendo que após a infestação já haverá danos à cultura, e o controle para a sua restauração terá menor eficiência (Pelin et al., 2020).

E se a colheita for tardia, após o estágio R8, que significa a maturação completa da planta, ou seja, é o momento em que as vagens estão secas e as folhas começam a amarelar, momento em que a planta está pronta para a colheita. Podendo comprometer a qualidade das sementes, uma vez que esta pode variar em função das condições ambientais como temperatura, umidade relativa do ar, precipitações no local em funções das cultivares de soja (Pereira, 2015).

Para Maciel et al. (2005) o uso de dessecantes é uma alternativa para minimizar os efeitos indesejáveis na qualidade das sementes. Pois promovem a secagem rápida das sementes já maduras, facilitando a colheita de forma que essa seja programada, com menor teor de impurezas e sementes de melhor qualidade, além de reduzir perdas e custos de secagem.

As superfícies das plantas contam com uma cutícula como barreira para a penetração dos líquidos, variando suas características de espécie para espécie, pela idade dos órgãos da planta e condições climáticas. Para atingir com sucesso e passar por essas barreiras das plantas quanto à penetração de defensivos, recomenda-se o uso de adjuvantes, que são capazes de modificar a atividade dos produtos aplicados e as características de pulverização (Lopes; Albuquerque, 2018).

Segundo Rocha, Alves e Melido (2019) os primeiros relatos do uso de adjuvantes datam do início do século 18 e desde então são utilizados para melhorar a prática e promover a eficiência da atividade biológica por meio das alterações físicas e químicas da calda de aplicação agrícola. Adjuvantes tem a função de melhorar a eficiência nas aplicações, mesmo sendo complexa a interação adjuvante e agroquímicos, que envolve aspectos físicos, químicos e fisiológicos variando cada condição testada. Neste contexto, seu uso é fundamental para proporcionar melhor deposição do produto ao alvo (Thiesen; Moreira, 2017).

Segundo Mendonça e Raetano (2007) os óleos minerais e os óleos vegetais são de grande uso para esse fim. Sendo utilizados puros para o controle de inseto e fungos, ou como adjuvantes adicionados a agroquímicos para pulverizações. Quando acrescentados aos inseticidas, auxiliam no controle de pulgões, lagartas, cochonilhas, ácaros etc. E quando associados aos fungicidas, servem para oídio, mancha parda, ferrugem asiática entre outros, e para o controle de plantas daninhas adicionados a herbicidas. No seu emprego de adjuvante, os óleos contribuem para o espalhamento e a absorção, o que reduz o excesso de ingrediente ativo e a tensão superficial.

Uma das vantagens de usar o óleo para a aplicação de produtos fitossanitários é a facilidade de penetração da calda pela cutícula. Ou usados como aditivos na redução de hidrólise do defensivo na calda e redução da foto decomposição (Durigan, 1993).

Dois tipos de óleos são usados na agricultura, o mineral e o vegetal. O óleo mineral é extraído de uma fração de destilação do petróleo, que por sua vez, para serem extraídos sofrem pressão ou a utilização de solventes. E o óleo vegetal é derivado do processamento de sementes que precisam sere purificados para remover resinas, mucilagens e fosfolipídeos (Hess, 1997).

Desde a descoberta do Petróleo em território nacional, ocorreu uma transformação profunda na economia, na sociedade e no espaço do Brasil, principalmente nas últimas quatro décadas, fornecendo divisas, energia e matérias-primas para o processo de industrialização, gerando além de crescimento econômico, muitos problemas ambientais (Monié, 2003).

Ogeda e Petri (2010) acreditam que a extração das reservas de combustíveis fósseis, para a obtenção do óleo mineral, associada aos danos ambientais causados por estas fontes despertou um grande interesse no desenvolvimento de fontes energéticas alternativas, como as derivadas da biomassa. Conforme explicam Guedes et al. (2010), a biomassa considera-se composta principalmente de madeira e resíduos de madeira, colheitas agrícolas e seus resíduos, microalgas e outros, tendo como principais componentes os elementos carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio.

De acordo com o estudo elaborado pela Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas (SIRE) da Embrapa, o Brasil é um dos principais produtores e exportadores de grãos no mundo. De acordo com um estudo da Embrapa, o país ocupa o quarto lugar na produção global de grãos, ficando atrás apenas da China,

Estados Unidos e Índia. Em 2023, o Brasil produziu 298,41 milhões de toneladas de grãos, incluindo arroz, cevada, soja, milho e trigo. Além disso, o país é responsável por 50% do mercado mundial de soja e se consolidou como o maior produtor de açúcar e café. Suas exportações atingiram US\$ 37 bilhões em 2020, tornando-o o segundo maior exportador do mundo (Embrapa, 2024).

Uma das formas de aproveitamento dos grãos para alimentação animal é transformando a soja em farelo, tal processo consiste em prensar o produto (semente oleaginosa) de forma que se separe o óleo da "torta" (Ramalho e Suarez, 2012). No qual este processo ocorre através da prensa extrusora, estas que estão sendo muito recomendadas para pequenas cooperativas ou mesmo para o produtor rural, que no caso, obtém-se o óleo vegetal de soja (subproduto) no qual é empregado para o uso de adjuvantes adicionados a calda (Weiss, 1983).

Nesse contexto, a busca por adjuvantes agrícolas que possam melhorar a eficácia dos agroquímicos utilizados e, ao mesmo tempo, minimizar os impactos ambientais, tem se tornado uma prioridade na pesquisa agrícola. Por tanto, a pergunta que norteia este estudo é: Quais as semelhanças das características físico-químicas de adjuvantes agrícolas de óleo mineral e óleo vegetal associados a um herbicida? De modo que a hipótese proposta para responder esta pergunta é que existe semelhança entre as características físico-químicas dos adjuvantes agrícolas associados a um herbicida.

O principal objetivo deste trabalho é desenvolver, testar e comparar as características físico-químicas de um adjuvante agrícola a base de óleo vegetal de soja comparando aos demais presentes no mercado.

CAPÍTULO 1

ANÁLISE COMPARATIVA DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE ADJUVANTES AGRÍCOLAS

RESUMO

COSTA, Regina Neves Ubial. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, agosto, 2024. **Análise comparativa das características físico-químicas de adjuvantes agrícolas.** Professor orientador: Dr. Reginaldo Ferreira Santos. Professor coorientador: Reinaldo Aparecido Bariccatti.

Resumo :A busca constante por soluções sustentáveis e eficazes na agricultura tem levado ao desenvolvimento de novos produtos e tecnologias para melhorar o desempenho dos agroquímicos. O objetivo deste estudo é analisar, por comparação, as características físico-químicas de adjuvantes agrícolas, com adição de óleo de soja, associados a um herbicida. Os testes foram realizados na infraestrutura física, na Universidade Estadual – Unioeste – Campus de Toledo, no Laboratório de Análise química Instrumental, e na Universidade Estadual – Unioeste – Campus Cascavel, no Laboratório de Tecnologias Sustentáveis – LABTES e no Laboratório de física do Instituto Federal do Paraná-IFPR Campus Cascavel.

Para realização dos testes foram preparadas as caldas, seguindo as instruções de cada fabricante. Foram realizadas quatro repetições para cada teste físico-químico sendo eles: pH ideal do adjuvante; condutividade elétrica ideal do adjuvante; ângulo de contato da gota; turbidez e espectroscopia UV-Vis . Os dados coletados receberam tratamento estatístico experimental – ANOVA e *TUKEY* – os cálculos foram realizados no *excel*. Os testes físico-químicos foram realizados em laboratório, em ambiente controlado. O resultado esperado foi caracterizar um emulsificante semelhante aos demais analisados e que seja compatível com os demais comercializados.

PALAVRAS-CHAVE: tecnologia de aplicação, tensão superficial, defensivo agrícola, emulsificante, tensoativo.

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CNPq) - Código de Financiamento 001. E através da em empresa AD1 que solicitou esta pesquisa através do projeto MAI/DAI".

ABSTRACT

COSTA, Regina Neves Ubial. State University of Western Paraná, August, 2024.
Vegetable adjuvant based on soybean oil: physicochemical characteristics.
Supervising professor: Dr. Reginaldo Ferreira Santos

ABSTRACT: The constant search for sustainable and effective solutions in agriculture has led to the development of new products and technologies to improve the performance of agrochemicals. The objective of this study is to analyze, by comparison, the physicochemical characteristics of agricultural adjuvants, with the addition of soybean oil, associated with a herbicide/desiccant. The tests will be carried out in the physical infrastructure, at the State University – Unioeste – Toledo Campus, in the Instrumental Chemical Analysis Laboratory, and also at the State University – Unioeste – Cascavel Campus, in the Sustainable Technologies Laboratory – LABTES. To carry out the tests, the mixtures will be prepared, with the addition of the same herbicide, following the instructions of each manufacturer. Four repetitions will be carried out for each physical-chemical test: Critical Micellar Concentration Analysis (CMC); Ideal pH of the Adjuvant; Ideal Electrical Conductivity of the Adjuvant; Tendency to Foam Formation; Stability and Effect of Formed Layers; Decantation and Precipitation of the Adjuvant; Drop contact angle; turbidity. The collected data will receive both descriptive and experimental statistical treatment. These tests will be carried out on plant foliage to be defined and carried out in the laboratory, and will not be evaluated on plants outside a controlled environment.

KEYWORDS: application technology, surface tension, agricultural pesticide, emulsifier, surfactant.

This work was carried out with the support of the Coordination of the National Council for Scientific and Technological Development for the Improvement of Higher Education Personnel - Brazil (CNPq) - Financing Code 001

1. INTRODUÇÃO

Segundo Maciel et al. (2005) são considerados surfactantes os adjuvantes adicionados à calda e que apresentam ação interface. Podendo ainda ser utilizados para evidenciar efeitos espalhantes, adesionantes e umectantes das caldas preparadas com agroquímicos.

Os adjuvantes são adicionados em formulações químicas de caldas de pulverização para promover a melhoria da eficiência de absorção, usados também para controle de pragas e doenças, pois são compostos que tem por finalidade melhorar o desempenho dos agroquímicos, que ao adicionar no tanque de mistura ou a calda com o efeito de promover a melhoria da ação física e química para ser aplicado na cultura desejada (Rocha; Alves; Melido, 2019).

Entretanto, há necessidade de uma atenção maior para com o uso dos adjuvantes, substâncias adicionadas à formulação da calda de pulverização, com o intuito de aumentar ou assegurar a eficiência do ingrediente ativo (i.a.), capazes até mesmo de modificar as propriedades da solução, melhorando a aderência sobre a superfície foliar e aumentando a absorção, de modo a proporcionar um maior desempenho durante os trabalhos de aplicação (Cunha, Peres, 2010).

A adição de adjuvantes à calda, influencia no tamanho de gotas da pulverização. Significa que esses insumos alteram as propriedades físico-químicas da calda, como a viscosidade e tensão superficial, melhoram o espalhamento da gota, e aderência, aumentando a absorção do ingrediente ativo e reduz a espuma da calda na pulverização (Baio; Gabriel; Camolese; 2015).

E que ainda, segundo a Conab (BRASIL, 2023) o Brasil é o maior produtor de soja do mundo e o segundo maior exportador de farelo e óleo. O país ainda possui um expressivo potencial de expansão de área cultivável, podendo ainda duplicar a produção e constituir-se o maior produtor e exportador mundial de soja e seus derivados (Mandarino, 2017).

Considera-se que as fontes de energia utilizadas nos agroecossistemas podem ser limitantes a sua sustentabilidade devido a pelo menos dois aspectos: se são renováveis ou não, e se são poluidoras do meio ambiente ou não. Nas últimas décadas, o petróleo ainda é a principal fonte de energia utilizada, o qual supre atualmente em torno de 80% da demanda mundial de energia (Guatimosim, Eduardo et al; 2023).

São denominados agroecossistemas os ecossistemas agrícolas que têm como objetivo basicamente a manipulação dos recursos naturais, visando otimizar a captura da energia solar e transferi-la para as pessoas na forma de alimentos ou fibras. Sendo assim, nos agroecossistemas, o homem é um componente ativo, que organiza e gera os recursos do sistema (Hecht, 1991, Sabogal, 2020).

No agroecossistema, podem estar relacionados os elementos e/ou fatores externos às unidades de produção, que de uma forma ou de outra influenciam e/ou determinam a sua dinâmica, como os setores de apoio técnico ou creditício, o mercado, as indústrias de insumos e de transformação, entre outros. Ou seja, os insumos agrícolas oriundos de fontes renováveis de energia, também podem estar relacionados na escala de produção. (Altieri e Yurjevic, 1991; Koziowski e Ciocca, 2000).

Segundo Ceretta, (2020) essa dependência dos agros ecossistemas por combustíveis de origem fóssil torna-os insustentáveis à medida que essa fonte de energia não é renovável e suas reservas são limitadas. Segundo dados e estimativas da FAO (1980), a taxa de consumo de petróleo atingirá um nível máximo no final do século XX e terá as suas reservas esgotadas em meados do século XXI.

O outro fator a ser considerado em relação à fonte de energia é o impacto ambiental decorrente do seu uso. O Instituto Humanitas Unisinos (Alves, 2023) declara que a emissão de CO₂ na atmosfera atingiu altos níveis em 2019 e que com isso o mundo precisará, além de parar de emitir gases de efeito estufa (GEE), precisará realizar emissões negativas, limpando a atmosfera. Este processo torna-se mais caro do que o custo de reduzir as emissões. Nesse sentido a mudança da matriz energética, eliminando o uso do combustível fóssil, é fundamental (Ceretta, Sari e Ceretta, 2020).

A partir do crescimento do consumo de energia é possível verificar que, em escala global, mais de 85% desta é proveniente de combustíveis fósseis e apenas 10% da energia primária é advinda de fontes renováveis (BP, 2023). Este aumento na demanda por energia, principalmente derivada do petróleo, é resultante do desenvolvimento econômico e tecnológico mundial (Gonçalves; Martins, 2008). Estes fatores acarretam problemáticas nas questões ambientais, tal como o aumento desenfreado de emissões de gases poluente (Bertolo et al. 2022).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é analisar, por comparação, as características físico-químicas e as propriedades ópticas do tensoativo e adjuvantes

agrícolas, com graxos vegetais e minerais, compreendendo melhor suas funções e aplicabilidade pretendida. E ainda validar a formulação solicitada para a empresa parceira do MAI/DAI, de forma que seja compatível e semelhante aos demais adjuvantes presente no mercado agrícola.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Adjuvantes

As pesquisas indicam que os principais desafios ligados à incompatibilidade físico-química de agrotóxicos e produtos similares, conforme observado por produtores e profissionais do setor, incluem dificuldades na dissolução dos produtos misturados, excessiva formação de espuma, precipitação no tanque e separação de fases, frequentemente causadas por agitação insuficiente, adição dos produtos em ordem incorreta ou falta de emulsificantes e ajuste adequado das concentrações dos produtos (Gazzeiro et al., 2021).

Os adjuvantes são produtos que melhoram o desempenho e a eficiência dos agroquímicos, promovendo a melhoria da ação física e química do que será aplicado na área destinada à produção. Além disso, quando adicionados com os fungicidas, os adjuvantes apresentam significativa melhoria na eficiência do controle de pragas e doenças, e quando adicionados com herbicidas, o aumento da concentração do adjuvante há um acréscimo de eficiência na retenção do produto (Rocha, Alves e Melido, 2019).

Os agroquímicos quando aplicados sobre o dossel das plantas, nas folhas, ramos e frutos, alguns devem permanecer e outros serem absorvidos, para assim exercerem seu objetivo no interior dos tecidos vegetais. As superfícies das plantas apresentam uma barreira para a penetração chamada cutícula, e suas características mudam de acordo com a espécie, da idade das plantas e das condições ambientais (Cunha, Alves e Marques, 2017).

De acordo com Zhao et al. (2022), o uso adequado de adjuvantes nas misturas de produtos em tanque pode melhorar a emulsão das caldas, favorecer a dispersão das gotas sobre os alvos e facilitar as eficácias de controle. Para Meng et al. (2022), apesar de muitos estudos comprovarem os efeitos sinérgicos das misturas de adjuvantes aos fitossanitários, sejam com herbicidas ou fungicidas (Galvão et al., 2021), ainda há poucos trabalhos avaliando os efeitos antagônicos destas misturas

que podem causar, como inativação do ingrediente ativo, alteração do pH, entupimento de bicos, etc.

2.2 pH Ideal do Adjuvante

Para compreender melhor os efeitos das misturas de produtos no interior do tanque do pulverizador, é necessário primeiramente conhecer as características físico-químicas destes ingredientes e suas formulações, bem como das caldas resultantes, a fim de prever as junções mais adequadas e evitar as incompatibilidades. Dentre as características intrínsecas de cada produto, e das futuras misturas dos mesmos em uma calda fitossanitária, destacam-se a solubilidade e a estabilidade física, bem como o potencial hidrogeniônico (pH), a condutividade elétrica e a tensão superficial resultante (Antuniassi et al., 2021; Assunção et al., 2019; Cunha et al., 2017).

De acordo com Ribeiro et al. (2021), as características mais sensíveis das caldas de pulverização, aos efeitos das misturas de produtos fitossanitários, são justamente o pH, a condutividade elétrica e a tensão superficial, devido especialmente a dosagem e a formulação dos componentes envolvidos.

Como característica físico-química fundamental para a estabilidade das caldas fitossanitárias, o potencial hidrogeniônico é conceituado como a concentração de íons de hidrogênio em uma solução, servindo para indicar a acidez desta mistura. Por estar relacionado à quantidade livre de H^+ na solução, o pH é representado em uma escala variável entre 0 e 14, a qual determina se a calda tem caráter ácido, neutro ou alcalino/básico, pois quanto maior a concentração deste íon na mistura, maior será sua acidez. Essa escala foi proposta como logarítmica, ou seja, o pH é definido como o logaritmo negativo da concentração de íons de hidrogênio, na base 10. Assim, essa escala é dividida ao meio pelo pH 7, ao indicar uma solução neutra. Acima deste valor, indica-se alcalinidade na solução, com menor concentração de H^+ , e por outro lado, abaixo de 7 indica-se caráter ácido à mistura, com maior concentração de H^+ (Gama e Afonso, 2007; Nogueira e Filho, 2018).

2.3 Condutividade Elétrica Ideal do Adjuvante

Em relação à condutividade elétrica, entende-se esta como a capacidade da mistura em conduzir corrente elétrica, dependendo da composição da sua solução.

Quando os agroquímicos são dissolvidos na água para formar a calda, a condutividade afeta a dissolução desses produtos. A condutividade elétrica está diretamente relacionada à concentração de íons dissolvidos na calda de pulverização (Cunha, 2017).

Uma calda com baixa condutividade pode resultar em distribuição desigual dos defensivos na lavoura. Isso significa que algumas áreas receberão doses insuficientes, enquanto outras podem ser superdosadas. Uma distribuição uniforme é essencial para garantir que todas as plantas recebam a quantidade adequada de defensivos (DA cunha et.al., 2017).

Caldas com alta condutividade permitem uma melhor dissolução dos agroquímicos, garantindo que eles estejam uniformemente distribuídos na solução. Soluções com ausência de íons não conduzem eletricidade, e como a própria água pura possui íons, as caldas têm esta capacidade. Conforme se adiciona íons às misturas, isto é, componentes eletrolíticos como alguns sais, por exemplo, a condutividade elétrica da calda naturalmente aumenta. No entanto, esta capacidade de carregar eletricamente a mistura não aumenta sempre na mesma proporção da concentração desta calda, pois existem interações entre os íons na solução, por isso necessita-se o seu monitoramento para evitar incompatibilidades de misturas. Inclusive, em algumas situações, caldas com alta condutividade elétrica pode prejudicar até mesmo a condutância estomática e a fotossíntese (Ribeiro et al., 2021)

2.4 Ângulo de contato da Gota

Ângulo de contato da gota em superfícies foliares na aplicação de produtos agrícolas é um conceito importante que influencia a eficácia da pulverização. Esse ângulo refere-se ao ângulo formado entre a superfície da folha e a linha tangente à gota de líquido no ponto de contato com a folha. Ele é determinado pelas propriedades físico-químicas da gota e da superfície foliar. (Iost; Raetano, 2010)

O ângulo de contato influencia diretamente a forma como a gota se espalha sobre a superfície foliar e, conseqüentemente, a eficácia da aplicação de produtos agrícolas, como pesticidas, fertilizantes ou nutrientes foliares. Existem três possíveis cenários de ângulo de contato (Iost; Raetano, 2010):

Dentre algumas formas de ângulo de contato, o agudo é quando a gota forma um ângulo estreito com a superfície da folha. Isso geralmente ocorre quando a

superfície é hidrofóbica, ou seja, repele a água. Gotas com ângulos de contato agudos tendem a não se espalhar bem sobre a folha, o que pode resultar em escorrimento e perda do produto aplicado, podendo assim resultar em um comportamento intermediário da gota sobre a superfície foliar (Costa et al 2020).

Em geral, adjuvantes com a função espalhante têm em sua composição ingredientes redutores de tensão superficial. Essa redução pode levar à diminuição do tamanho das gotas, porém a magnitude desse processo não é muito grande e varia de acordo com a ponta empregada (Assunção et al., 2001), com as características do agente tensoativo, bem como com a concentração utilizada na calda. Ainda segundo esses autores, os surfactantes também causam outras alterações nas propriedades de superfície das moléculas, além da tensão superficial, que podem influenciar a formação das gotas (Assunção et al., 2001).

2.5 Turbidez

A cor e a turbidez são parâmetros que indicam a qualidade da calda. Enquanto a cor é o material orgânico que se dissolveu na água, a turbidez consiste em uma nebulosidade formada por pequenas moléculas suspensas na calda (Peachland, 2017). Partindo deste contexto, é importante analisar tais dados segundo Ramos e Durigan (1998), que alerta que a adição de 1% de matéria orgânica na calda de aplicação, é suficiente para diminuir de 80 a 90% da eficiência do agroquímico adicionado. Ele sendo herbicida ou qualquer outro agroquímico tem sua meia-vida reduzida se existirem moléculas de argila em suspensão, o ácido fosfônico presente na molécula do ingrediente ativo se une aos colóides orgânicos e inorgânicos da calda (Rheinheimer; Souza, 2000)

A turbidez é uma medida crítica na preparação de caldas fitossanitárias, refletindo a qualidade e estabilidade da mistura. Assim, o controle da turbidez é essencial para garantir uma aplicação eficaz e segura de produtos fitossanitários, requerendo práticas adequadas de preparação e monitoramento durante todo o processo.

2.6 Espectro Fotometria por Infravermelho (IR) e UV-Vis

Segundo Galo e Colombo (2009) espectroscopia de absorção no UV-Vis (ultravioleta-visível) é uma técnica de grande importância em laboratórios de análises

e pesquisas em diversas áreas, incluindo de física, química, biologia e novos agentes farmacológicos e investigação das propriedades óptico-eletrônicas. Essa técnica baseia-se na absorção de luz na região ultravioleta (100-400 nm) e visível (400-700 nm) do espectro eletromagnético. A absorção de luz por moléculas ou materiais resulta em transições eletrônicas, permitindo a análise de suas propriedades químicas e físicas. Ou seja, a espectroscopia UV-Vis mede a absorção de luz por uma amostra em função do comprimento de onda. Quando a luz passa através de uma amostra, certas frequências são absorvidas enquanto outras são transmitidas

Quando um feixe atravessa a camada de um sólido, líquido ou gás, radiações de certas frequências podem ser seletivamente absorvidas. Neste processo de absorção, a energia é transferida aos átomos, moléculas ou íons presentes na amostra. Como resultado, essas partículas passam de um estado de baixa energia para estados mais energéticos (estado excitado). O estado de energia mais baixa é denominado estado fundamental. (Bergamin; Krug; Zagatto; Rocha, 2009)

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do experimento

O desenvolvimento das atividades em relação às análises físico-químicas (Ângulo de contato e a massa da gota), realizaram-se no Laboratório de Análise química Instrumental da Universidade Estadual – Unioeste – Campus de Toledo, Rua Guaíra, 3141 - Jardim Santa Maria - Toledo - PR – Brasil CEP: 85903-220 – 24°72'57"85S latitude; -53°.75'18" W longitude e 582 m de altura.

No Laboratório de Tecnologias Sustentáveis – LABTES (Figura 1), no Laboratório de Saneamento (ph e condutividade elétrica) também da Universidade Estadual – Unioeste – Campus de Cascavel, R. Universitária, 1619 – Universitário - Cascavel - PR – Brasil CEP: 85819-110, Figura 1, 24°98'57" S latitude; 53°43'59" W longitude e 664 m altura.

E no Laboratório de Física e no de Química do IFPR – Instituto Federal do Paraná, (Espectro Uv-VIS), Av. das Pombas 2020, Cascavel, PR, 85814-800 – 24°91'68" S latitude; 53°41'72" longitude e 735 m altura.



Figura 1: Laboratório de tecnologias sustentáveis – LABTES

Fonte: Autora (2024).

Adotou-se para esta pesquisa, o método comparativo. No método comparativo, objetiva-se observar por comparação, os atributos de elementos para determinar a superioridade ou inferioridade entre estes. Contudo, para isso, é necessário que os dois elementos sejam caracterizados e conhecidos pelo pesquisador (Mezzaroba; Monteiro, 2014). A metodologia comparativa se enquadrará neste estudo, pois para avaliar o adjuvante proposto ele será comparado alguns já existentes no mercado, para isso adotou-se as análises físico-químicas.

Este estudo pode ser entendido como pesquisa descritiva pois têm como objetivo descrever as características do adjuvante comparando as variáveis físico-químicas por meio de testes experimentais em ambiente controlado – laboratório – e tratamentos matemáticos e estatísticos. Por meio de testes de médias, teste Tukey, ANOVA e correlações e regressões lineares objetiva-se descrever as características do produto em comparação com os existentes no mercado a fim de determinar se atinge as especificações das normas e do mercado.

Para Gil (2010), com base nos objetivos, é possível classificar as pesquisas em três grupos: a) pesquisa exploratória: proporciona maior conhecimento e familiaridade com o fenômeno ou problema; b) pesquisa descritiva: descreve as características de

determinado fenômeno ou problema; c) pesquisa explicativa: identificar os elementos que contribuem e explicam a ocorrência do fenômeno ou problema, identificando seus “porquês”.

3.2. Materiais utilizados

Por meio de uma solicitação da empresa Zaamp Extrusora de Grãos, com o objetivo de desenvolver uma formulação de adjuvante vegetal a base do óleo de soja, este que denominamos ALLCHEM6 e ALCHEMM10, este que por sua vez é extraído a frio pela extrusora, que atendesse as necessidades e os desafios na agricultura, e que fosse competitivo no mercado agrícola, desenvolveu-se uma formulação química. Com o auxílio de um laboratório comercial, a solução foi desenvolvida e foi testada em algumas variáveis físico-químicas por metodologia de comparação com outros adjuvantes presentes no mercado conforme descrito no quadro 1.

Quadro 1 – Adjuvantes utilizados.

Marca Comercial	Nome químico	Código
ZAAMP	Blend de Surfactantes Não Iônico	AD1
ALLCHEM6	Alquilfenol Etoxilados	AD2
ALLCHEM10	Alquilfenol Etoxilados	AD3
CT GREEN	Óleo essencial de citronela	AD4
REPLETO	Óleo essencial de citronela	AD5
IOP INPASA	Ésteres ácidos graxos com glicerol de origem vegetal	AD6
LI700	Fosfatidicolina, ácido metilacético, alkyl éter, polioxi etileno	AD7
ACTIOIL	Óleo Cítrico (D' Limoneno),	AD8
WETCIT	Óleo de casca de laranja	AD9
KIP PRO	Óleo vegetal – Ácidos Graxos	AD10
ÁUREO	Éster metílico de óleo de soja	AD11

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

3.3 Análise experimental: os testes físico-químicos

As análises foram de estabilidade físico-química, condutividade elétrica, efeito de interações quanto à homogeneidade / heterogeneidade, ângulo de contato da gota e caracterização das caldas fitossanitárias deste estudo foram realizadas no Núcleo Experimental em Engenharia da Energia na Agricultura (PPGEA), com o uso do Laboratório da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), localizado no campus de Cascavel e no Laboratório de Tecnologias Sustentáveis (LABTES). Os

adjuvantes utilizados estão apresentados no quadro 2.

Quadro 2 – Informações técnicas dos adjuvantes.

Código	Ingrediente Ativo	Grupo Químico	Classificação
AD1	Blend de Surfactantes Não Iônico	Surfactantes não-iônicos.	Solubilizante, emulsificante
AD2	Alquilfenol Etoxilados	Tensoativos não iônicos e anfóteros	Tensoativo
AD3	Alquilfenol Etoxilados	Tensoativos não iônicos e anfóteros	Tensoativo
AD4	óleo essencial de citronela	Fertilizante foliar	Adjuvante
AD5	Óleo essencial de citronela	Fertilizante foliar	Adjuvante
AD6	Ésteres ácidos graxos com glicerol de origem vegetal	Triacilglicerídeos	Adjuvante
AD7	Fosfatidicolina, ácido metilacético, alkyl éter, polioxi etileno	Surfactante	Adjuvante
AD8	Óleo Cítrico, linol, Óleos essenciais	Surfactantes, tensoativos, anti espumante e emulsificante	Adjuvante
AD9	Óleo de casca de laranja	Surfactante	Adjuvante
AD10	Ácidos graxos	Emulsificante e Surfactante	Adjuvante
AD11	Éster metílico de óleo de soja	Emulsificante	Adjuvante

Fonte: dados da pesquisa (2024).



Figura 2: Caldas utilizadas para os testes

Fonte: Autora (2024).

Para realização dos testes as caldas foram preparadas em torno de 15 minutos antes das análises, segundo as instruções de cada fabricante, de 0,5% a 1 % (0,50 e 100 mL/100 litros de água) de adjuvante contudo optou-se por uma padronização na qual as caldas serão preparadas com os adjuvantes nas seguintes proporções:

- (0,50% ml. ha⁻¹);

Foram realizadas quatro repetições para cada teste físico-químico proposto na sequência.

3.4 Medida pH da calda

Foram utilizados béqueres com as caldas preparadas conforme a indicação do fabricante. Com o auxílio do medidor de pH, modelo R-TEC-7/2-MP da marca TECNAL®, (figura3). Após a calda estabilizar, foi conferido o pH de cada calda. Após calibrar o medidor de pH utilizando soluções padrão de pH 4, 7 e 10. Foi analisada por meio de um potenciômetro após a calda que apresentar maior estabilidade. A monitorização constante deste parâmetro contribui para uma aplicação mais eficaz, maximizando os benefícios dos agrotóxicos e minimizando potenciais impactos ambientais. Para este teste se adaptara o método de Queiroz (2008), pois ele ressalta que o pH da calda é fator determinante, pensando nisso, portanto as fabricantes de agroquímicos em geral disponibilizam um valor de pH ideal para o seu produto.



Figura 3: medidor de pH
Fonte: Autora (2024).

3.4 Condutividade elétrica da calda

A condutividade elétrica foi determinada com auxílio do condutivímetro TEC-4MP da marca TECNAL[®], (figura 4). Foi aferido e seguindo a mesma ordem de calibração. Quatro análises/repetições para cada tratamento.

Com a imersão cuidadosa dos eletrodos na calda preparada, posteriormente foi registrada a leitura da condutividade após a estabilização. A análise da condutividade elétrica em caldas de agrotóxicos possibilita aos profissionais da agronomia uma abordagem sistemática para melhorar a eficiência e eficácia das aplicações agrícolas. A constante revisão e aprimoramento desses procedimentos contribuirão significativamente para o avanço das práticas agronômicas sustentáveis e eficientes.

Para este teste, utilizou-se o mesmo modelo utilizado por Chaim e Wadt (2015), onde quanto maior o valor da condutividade encontrada, maior a diferença de potencial entre gota e folha, o que reduz a deriva das partículas da calda.



Figura 4: Condutivímetro
Fonte: Autora (2024).

3.5 Ângulo de contato da gota

O sistema utilizado para as avaliações foi composto por uma câmera webcam digital, posicionada à frente de uma plataforma, onde foram posicionadas as lâminas de vidro, revestida de teflon para avaliação do ângulo de contato das gotas formadas por uma seringa de 10 μ L, suspensa acima e muito próxima da lâmina, com espaço

suficiente para a formação das gotas de 3 μL . À frente do suporte das lâminas, foi posicionada uma lâmpada de filamento único, funcionando como um "flash" para garantir a nitidez da imagem, conforme a figura 6 demonstra. O comando para captura da imagem foi realizado pelo *software* paint posteriormente inserindo uma linha como mostra a figura 5, obtendo o tamanho de cada linha e submetendo a equação. Para cada tratamento, foram utilizadas quatro gotas, as quais foram representadas pelas repetições.

$$\hat{\text{ÂNGULO DA GOTA}} = \text{TAN}^{-1} (Y/X) \quad (\text{eq 01})$$

Onde na equação:

- Y – é o valor da linha horizontal
- X – é o valor da linha vertical

Esta fórmula é utilizada para encontrar o ângulo da gota através no *software* paint, conforme mostra a figura 6.

O ângulo de contato é usado para caracterizar as gotas das caldas depositadas na superfície sólida, sendo considerados os fatores de interação do espalhamento do líquido sobre a superfície e da área coberta resultante de uma pulverização, quando o ângulo de contato é menor que 90° , a superfície é denominada hidrofílica, caso contrário é chamado de hidrofóbica. Quando está acima de 160° , a superfície é considerada super-hidrofóbica (Tang; Dong; Li, 2008). Exemplo figura 5.

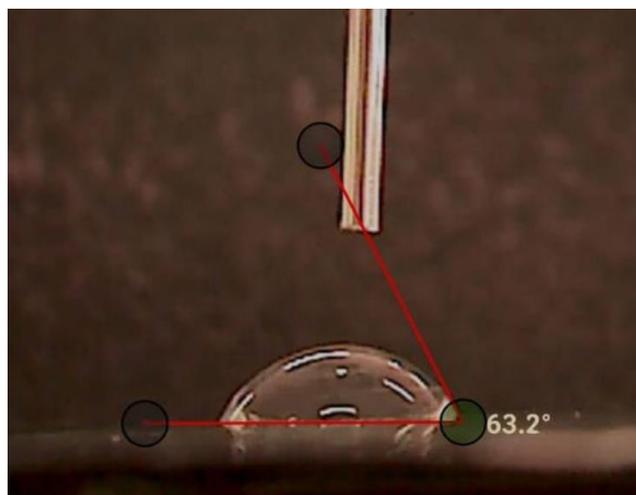


Figura 5: Imagem da captura do ângulo de contato da gota.
Fonte: apostila de métodos.

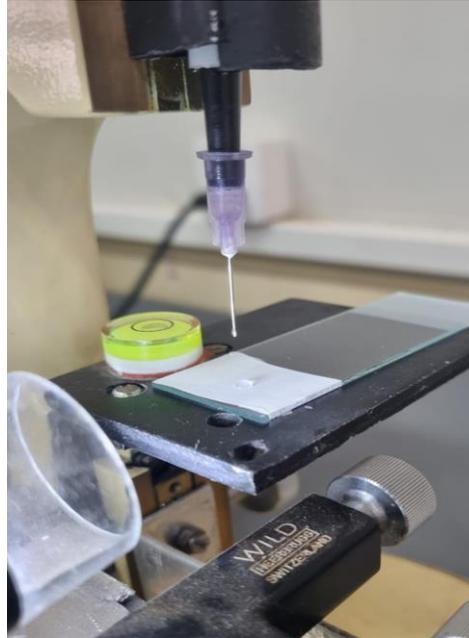


Figura 6: momento da captura da gota.
Fonte: Autora (2024).

3.6 Turbidez

A turbidez é uma medição óptica que indica a presença de partículas suspensas. É medido por meio de feixe de luz que atravessa uma amostra, e assim quantificando a concentração de partículas suspensas. Quanto maior a quantidade de partículas na solução, maior será a turbidez.

Aproximadamente 5ml da solução analisada foi colocado na cubeta (um recipiente que carrega o líquido que é analisado) a cubeta foi encaixada na parte central do aparelho, turbidímetro modelo 2100P da marca HACH, figura 7, que em seguida fez a leitura resultando um número referente a turbidez.

A turbidez correspondente ao ponto em que a luz ultrapassa a solução dez que foi obtida visualmente através da observação da turvação da solução. As soluções foram preparadas minutos antes do teste. A temperatura do ambiente se manteve 25,3° C. Ressalta-se que de modo geral a turbidez é analisada em conjunto com a cor. Quanto à cor indica o material orgânico dissolvido na solução, a turbidez se refere a pequenas moléculas suspensas nessa solução. (Peachland, 2017).



Figura 7: Turbidímetro
Fonte: Autora (2024).

3.7 Tensão superficial da gota

As soluções foram preparadas com água destilada e adicionadas em balões volumétricos de 1 litro, após adicionadas na bureta, figura 8. Para a determinação da tensão superficial das soluções utilizará a proposta por (Mendonça et al., 2007). Para cada solução foi determinado o peso (g) de 15 gotas, sendo considerada como uma repetição e utilizado os dados médios de quatro repetições.

A tensão superficial está relacionada diretamente a formação, estabilidade e deposição de gotas da calda. A compreensão e medição precisa da tensão superficial são essenciais para otimizar a eficácia da aplicação, garantindo uma cobertura uniforme e eficiente das culturas.

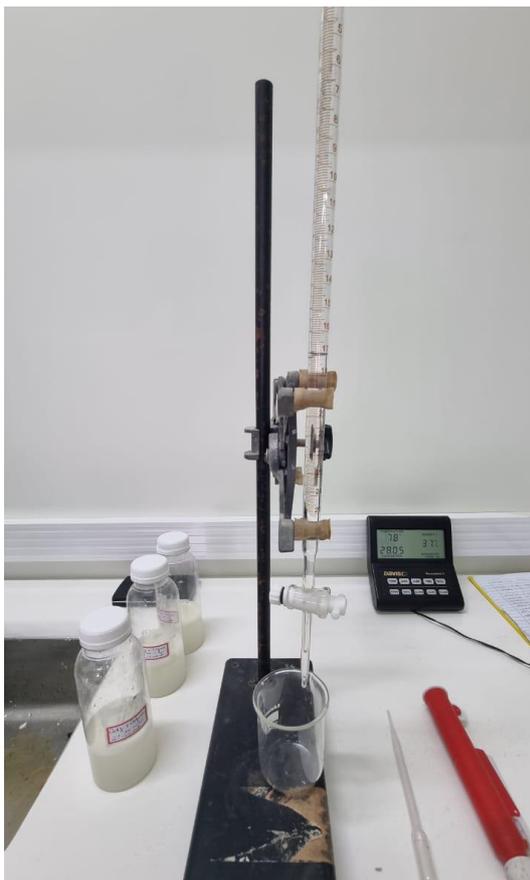


Figura 8: Bureta graduada, com o béquer posicionado para a deposição das gotas, a fim de adquirir o peso em gramas.

Fonte: Autora (2024).

3.7 Espectrofotometria UV-Vis

Nas técnicas espectrofotométricas, ondas eletromagnéticas são fornecidas pelo instrumento e absorvidas pelo analito avaliado, sendo o valor dessa absorção proporcional ao caminho ótico e à concentração da substância presente. Nesse sentido, verifica-se que avaliações desse tipo podem ser utilizadas em determinações qualitativas e quantitativas. Qualitativa quando cada composição química está associada a um comprimento de onda e às regiões em que bandas (absorbâncias máximas) são usadas para identificar os componentes da amostra. No sentido quantitativo, a radiação é absorvida pelo analito e a partir da diminuição da intensidade do feixe é possível determinar a concentração da substância, com o auxílio da estabelecida lei de Lambert-Beer. A resposta obtida após a aplicação da lei é adimensional, uma vez que é a razão da intensidade do feixe de luz antes e depois de ser absorvido pelo analito. Como diferentes substâncias absorvem em distintos

comprimentos de ondas, é assim possível à determinação da concentração dos analitos de interesse. (Santos; Paulino; Borges; Santiago; Silva, 2021).

Aproximadamente 5ml da solução analisada foi colocado na cubeta (um recipiente que carrega o líquido que é analisado) a cubeta foi encaixada no compartimento do aparelho, Espectrofotômetro Uv-vis 190-1100nm Feixe Simples Du-8200 – marca Drawell, figura 9, que em seguida fez a leitura resultando a absorção de luz em diferentes comprimentos de onda, abrangendo tanto a região ultravioleta (UV) quanto a visível (Vis).



Figura 9: Espectro UV-Vis
Fonte: Autora (2024).

3.8 Tratamento dos dados

As cinco variáveis físico – químicas citadas anteriormente foram testadas em laboratório com ambiente controlado. Cada adjuvante, por meio das caldas foram testados em 4 amostras (repetições) para avaliar cada uma das variáveis citadas em cada tratamento – o tratamento se refere as marcas testadas – os dados coletados compuseram uma planilha em *Excel*. Cada variável foi avaliada separadamente, portanto foram abertas abas para cada uma, apêndice A.

Para cada variável foi realizado os testes ANOVA e Tukey. O teste ANOVA

demonstrou se há diferença significativa entre o adjuvante produzido com as marcas de referência escolhidas para comparação, em relação a variância. Já o teste Tukey identificou-se a diferença significativa com relação as médias. Para ambos os casos se adotou uma confiança de 95% - de modo que a significância será de 5%. Estes tratamentos foram realizados no próprio *Excel*.

Para facilitar tanto a realização dos Testes com uma compreensão dos resultados obtidos optou-se por separar as análises de acordo com cada teste físico-químico. Por se tratar de um delineamento experimental por blocos inteiramente ao acaso (DIC) são considerados então como tratamentos os diferentes adjuvantes e como resíduos a média das repetições.

Como explicado optou-se por analisar cada uma das características físico-químicas separadamente de modo que quando identificado pelo teste ANOVA a 5% de significância, realizou-se o *TUKEY* para comparação de médias para identificar onde se encontra a diferença.

Todos os testes foram realizados pelo Excel - os dados e seus cálculos estão nos apêndices. Iniciou-se pelo teste ANOVA onde é necessário calcular a soma dos quadrados e para isso se adotaram as seguintes fórmulas:

$$SQ_{tr} = \sum(\bar{X}_i - \bar{X}_t)^2 \quad (\text{eq 02})$$

Onde na equação:

- SQ_{tr} – soma do quadro dos tratamentos
- \bar{X}_i média do tratamento
- \bar{X}_t – Média total

Esta fórmula é utilizada para encontrar a soma dos quadrados dos tratamentos. Na sequência é necessário encontrar a soma dos quadros dos resíduos onde se aplica a equação:

$$SQ_r = \sum(X_{ij} - \bar{X}_t)^2 \quad (\text{eq 03})$$

Onde na equação:

- SQ_r – soma do quadro dos resíduos
- X_{ij} – valor de cada repetição

- \bar{Xt} – Média total

Na sequência se encontrará os quadrados médios, iniciando pelo quadro médio dos tratamentos, pela equação:

$$QMTR = \frac{SQtr}{(k-1)} \quad (\text{eq 04})$$

Onde na equação:

- QMTR – quadro médio dos tratamentos
- SQtr – soma do quadro dos tratamentos
- K – Número de tratamentos

e por fim o quadrado médio dos resíduos dado pela equação:

$$QMR = \frac{SQR}{N-k} \quad (\text{eq 05})$$

Onde na equação:

- QMR – quadro médio dos resíduos
- SQR – soma do quadro dos resíduos
- K – Número de tratamentos
- N – Número de resíduos

Encontrando os quadrados médios é então possível encontrar os valores de F, sendo o primeiro o F dos tratamentos:

$$FTR = \frac{QMTR}{QMR} \quad (\text{eq 06})$$

Onde na equação:

- FTR – F para os tratamentos
- QMTR – quadro médio dos tratamentos
- QMR – quadrado médio dos resíduos

Os resultados dessas equações alimentarão a tabela ANOVA, tabela 2.

Tabela 2: tabela ANOVA

FONTE DE VARIACÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F
TRATAMENTOS	K-1	$SQtr = \sum(\bar{X}_i - \bar{Xt})^2$	$QMTR = \frac{SQtr}{(k-1)}$	$FTR = \frac{QMTR}{QMR}$
RESIDUOS	N-k	$SQR = \sum(X_{ij} - \bar{Xt})^2$	$QMB = \frac{SQR}{(N-k)}$	

TOTAL	SQT=SQtr+SQr
-------	--------------

Fonte: elaborado pela autora (2024).

Os valores de FTR serão comparados com os valores da tabela F a 5% de significância para avaliar as seguintes hipóteses:

- H0= o efeito dos tratamentos é nulo X H1= existe efeito dos tratamentos
- H00= o efeito dos blocos é nulo X H11= existe efeito dos blocos

com a seguinte regra de decisão:

- Aceita-se H0 quando $FTR \leq F$ da tabela, onde F da tabela corresponde ao valor da distribuição F para $(k - 1, N - k)$ graus de liberdade das estimativas entre os tratamentos e dentro dos tratamentos

Aceitando H0 não há necessidade de teste de médias, uma vez que não existe efeito dos tratamentos. Contudo quando se rejeita H0 se aplicará o teste *Tukey*, pela equação:

$$dms = q * (\sqrt{qmr/2}) \quad (\text{eq 07})$$

Onde na equação:

- dms – diferença mínima significativa
- q – valor da tabela *Tukey*
- QMR – quadrado médio dos resíduos
- r – número de repetições – por bloco ou tratamento

O resultado dessa equação será o valor de comparação para regra de decisão onde se o valor do dms for menor que o de |C|, equação 12, então indica diferença entre as médias, isso porque a hipótese testada pelo *Tukey* sera:

- H0= $X_1=X_2+X_3...X_n = 0$ vs. H1= $X_n \neq 0$

De modo que a última equação necessária para os testes serão:

$$|c| = |Y_i - Y_j| \quad (\text{eq 08})$$

Onde na equação:

- c – diferença entre as médias analisadas
- Y_i – média de um tratamento ou bloco
- Y_j – média de outro tratamento ou bloco

Identificando a igualdade pelo valor do $|C|$ as médias referentes aos tratamentos ou blocos comparados, receberão a mesma letra, quando diferentes não receberão nenhuma letra. Esses resultados serão apresentados em uma tabela *Tukey*.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Condutividade

A análise de variância (ANOVA) foi realizada para avaliar a significância dos tratamentos sobre a condutividade. A Tabela 2 apresenta os resultados da ANOVA:

Tabela 2: teste ANOVA para condutividade

FV	GL	SQ	QM	F	Tabela F 5%
tratamentos (k)	11	81150,4291	7377,3117	12,9625	2,33
repetições totais (n)	36	20488,5512	569,1264		

FV – Fonte de variação; GV – graus de liberdade; SQ – soma dos quadrados; QM – quadrados médios; F – F dos tratamentos

Fonte: dados da pesquisa (2024)

Os resultados mostram que o valor F calculado para os tratamentos (11,9625) é significativamente maior que o valor crítico de F da tabela (2,33) a um nível de significância de 5%. Isso indica que há diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes tratamentos em relação à condutividade. Portanto, rejeitamos a hipótese nula (H_0) de que não há diferença entre os tratamentos, aceitando a hipótese alternativa (H_1) de que existe efeito dos tratamentos. Dessa forma se aplicou o teste *Tukey* para identificar os tratamentos com diferença significativa, tabela 3.

Tabela 3: resultado de *Tukey* para condutividade (NTU)

TRATAMENTO	MARCA	MÉDIA	TUKEY
7	AD7	2.664.250	a
6	AD4	1.721.250	b
2	AD9	1.558.345	b
5	AD8	924.825	c
1	AD1	530.950	c
8	AD5	399.550	d
9	AD11	292.975	d
3	AD10	69.130	d
10	AD3	55.500	d
11	AD2	42.250	d
4	AD6	37.100	d
12	AD12	23.925	d

Fonte: dados da pesquisa (2024)

Os resultados do teste de *Tukey* mostram que os tratamentos foram agrupados em quatro categorias distintas (A, B, C, D). O tratamento com a marca AD7 (tratamento 7) apresentou a maior média de condutividade e foi significativamente diferente dos demais tratamentos, sendo classificado como grupo A. Os tratamentos com marcas AD4 e AD9 (tratamentos 6 e 2) formaram o grupo B, seguidos pelos tratamentos com marcas AD8 e AD1 (tratamentos 5 e 1) no grupo C. Os demais tratamentos foram agrupados no grupo D, indicando que suas médias de condutividade não diferem significativamente entre si, figura 10.

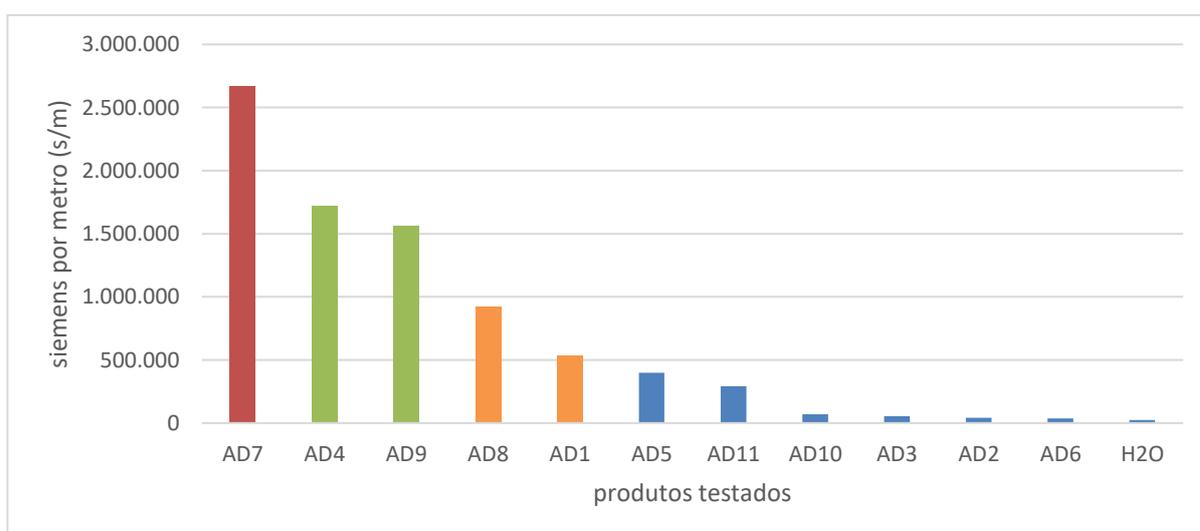


Figura 10: médias para condutividade
Fonte: Autora (2024).

Segundo Cunha e Alves (2017), quando a condutividade elétrica da água fica elevada é um indicativo da presença de grandes quantidades de íons, os quais tendem a diminuir a eficácia biológica de alguns herbicidas. Por essa afirmação, observa-se que os produtos AD9, AD8 e AD7 e AD7 - que apresentam elevadas médias de condutividade – são contraindicados para o uso em herbicidas. Por outro lado, Maski e Durairaj (2010) reforçam que para pulverização eletrostática, condutividades altas são indicadas – sobretudo para aplicação de fungicidas.

4.2 Turbidez

A Tabela 4 apresenta os resultados da ANOVA para a turbidez:

Tabela 4: resultado ANOVA para turbidez (NTU)

FV	GL	SQ	QM	F	Tabela F 5%
tratamentos (k)	11	89,165	3117880,833	3,9463	2,33
repetições totais (n)	36	28442470,155	790068,6154		

FV – Fonte de variação; GV – graus de liberdade; SQ – soma dos quadrados; QM – quadrados médios; F – F dos tratamentos

Fonte: dados da pesquisa (2024)

Os resultados indicam que o valor F calculado para os tratamentos (3,9463) é maior que o valor crítico de F da tabela (2,33) a um nível de significância de 5%, rejeitando a hipótese nula de que não há diferença entre os tratamentos em relação à turbidez e aceitando a hipótese alternativa de que existe efeito dos tratamentos. A Tabela 5 apresenta os resultados do teste de *Tukey* para a turbidez.

Tabela 5: resultado *Tukey* para turbidez (NTU)

TRATAMENTO	MARCA	MÉDIA	TUKEY
4	AD6	4.482.500	a
10	AD3	4.035.000	a
11	AD2	3.395.000	a
3	AD10	3.115.000	b
9	AD11	2.187.500	b
1	AD1	1.170.000	c
7	AD7	194.525	c
6	AD4	145.261	c
8	AD5	99.300	c
2	AD9	6.255	c
5	AD8	3.315	c
12	AD12	2.700	c

Fonte: dados da pesquisa (2024)

Os resultados indicam três grupos distintos. Os tratamentos com as marcas AD6, AD3 e AD2 (tratamentos 4, 10 e 11) foram agrupados no grupo A, apresentando as maiores médias de turbidez. O grupo B incluiu os tratamentos AD10 e AD11 (tratamentos 3 e 9), enquanto o grupo C incluiu os demais tratamentos, que não apresentaram diferenças significativas entre si. Esses grupos podem ser observados pela diferença de cores na figura 11.

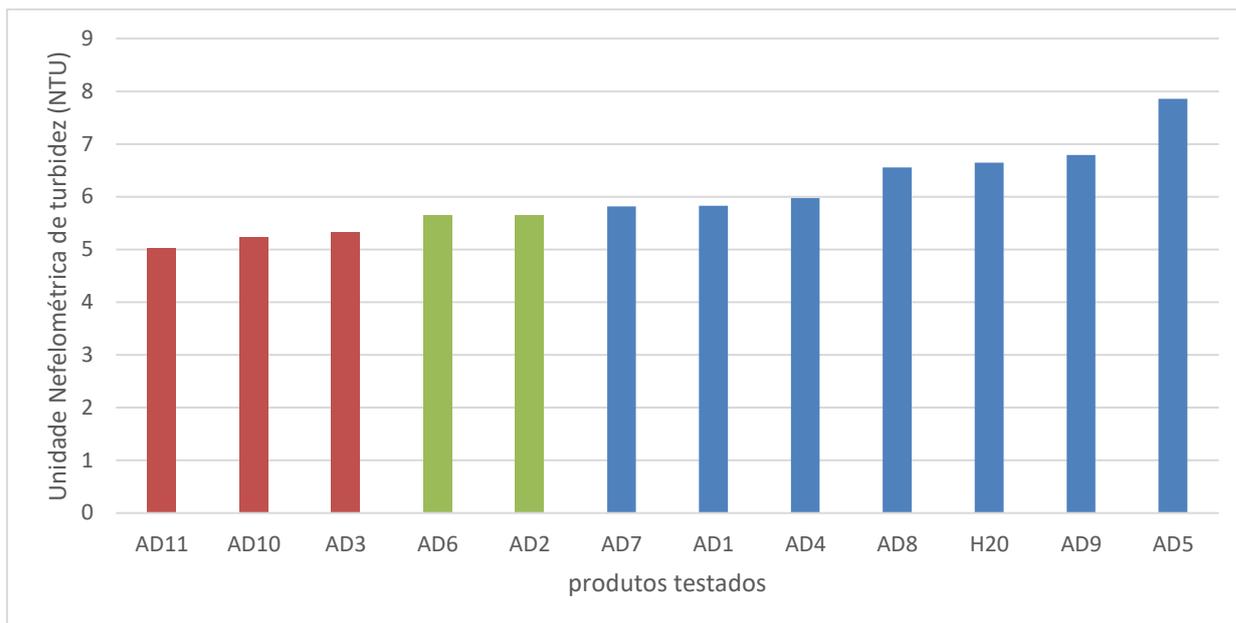


Figura 11: Médias e agrupamentos por turbidez.

Fonte: Autora (2024).

Percebe-se que o grupo C – em azul – apresentou menor turbidez na mistura com a água, sendo que AD9, AD8 e AD4 tiveram médias muito próximas da água destilada utilizada no preparo das misturas. Porém apenas o AD8 apresentou valor inferior a 5 NTU, sendo a única mistura que pode ser considerada não turva pelo padrão estabelecido pelo CETESB (2011).

Contudo, ressalta-se que a turbidez foi mensurada apenas com água destilada. Para uma avaliação mais completa seria interessante realizar a análise com diferentes fontes de água, uma vez que o solvente e a concentração de partículas – sobretudo orgânicas – podem afetar significativamente o preparo da calda de herbicidas (Costa et al., 2020).

4.3 Análise do pH

A Tabela 6 apresenta os resultados da ANOVA para o pH:

Tabela 6: resultado ANOVA para PH

FV	GL	SQ	QM	F	Tabela F 5%
tratamentos (k)	11	69,7580	6,3416	50,095	2,33
repetições totais (n)	36	4,5573	0,1266		

FV – Fonte de variação; GV – graus de liberdade; SQ – soma dos quadrados; QM – quadrados médios; F – F dos tratamentos

Fonte: dados da pesquisa (2024)

O valor F calculado para os tratamentos (50,095) é significativamente maior que o valor crítico de F da tabela (2,33) a um nível de significância de 5%, indicando diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos em relação ao pH, figura 7.

Tabela 7: resultado *TUKEY* para PH

TRATAMENTO	MARCA	MÉDIA	TUKEY
9	AD11	5,0225	a
3	AD10	5,2425	a
10	AD3	5,335	a
4	AD6	5,645	a
11	AD2	5,6575	a
7	AD7	5,81375	a
1	AD1	5,8275	a
5	AD8	6,555	b
12	H20	6,6475	b
2	AD9	6,79	b
6	AD4	8,1725	c
8	AD5	8,3825	c

Fonte: dados da pesquisa (2024)

Observa-se que independente da marca todos os pH ficaram próximos a 7,00, resultado similar ao do estudo de Ribeiro et al. (2021). Segundo Jungert (2022) adjuvantes com pH ácidos mais indicados para herbicidas, sendo assim identifica-se que todos os testados – com exceção do AD5 – são indicados para esse agrotóxico.

É interessante notar-se que os dois adjuvantes formulados para o estudo ALLCHEM10 e ALLCHEM6 possuem valor que são iguais pelo teste *TUKEY* porém considerando que o primeiro tem uma média ligeiramente inferior ao segundo pode-se concluir que a concentração do produto na calda pode interferir no valor de pH em relação inversamente proporcional, ou seja, quanto maior a concentração do produto ALLCHEM menor é o valor do pH. Observa-se ainda que ambos são indicados para uso em herbicidas devido a seu pH ácido. Observando o gráfico por repetições figura 12, observa-se que o pH dos testes ficaram realmente próximos.

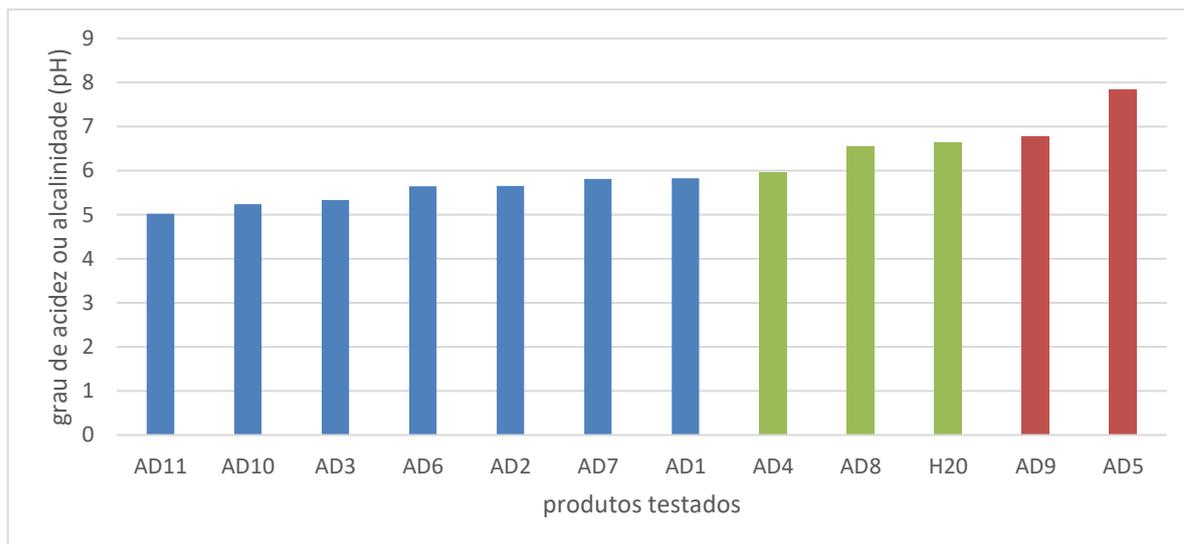


Figura 12: comparativo de médias do pH
Fonte: Autora (2024).

A figura 12 ainda demonstra que os adjuvantes AD4 e AD5 – iguais pelo teste Tukey – tem a composição mais alcalina, o que pelo pressuposto de Jungert (2022), indicaria que não são bons adjuvantes para o uso em herbicidas. Lopes e Magalhães (2019) afirmam que para o uso em herbicidas os adjuvantes ideais precisam ter o pH médio em torno de 5,0, ou seja, a maioria dos produtos testados – sobretudo os formulados para este estudo – são considerados ideais para o uso nesse tipo de composto.

4.4 Massa da gota

A Tabela 8 apresenta os resultados da ANOVA para a massa da gota:

Tabela 8: resultado ANOVA para massa da gota

FV	GL	SQ	QM	F	Tabela F 5%
tratamentos (k)	11	0,999648924	0,090877175	9,955344	2,33
repetições totais (n)	36	0,328625326	0,009128481		

FV – Fonte de variação; GV – graus de liberdade; SQ – soma dos quadrados; QM – quadrados médios; F – F dos tratamentos

Fonte: dados da pesquisa (2024)

Os resultados indicam que o valor F calculado para os tratamentos (9,955344) é significativamente maior que o valor crítico de F da tabela (2,33) a um nível de significância de 5%, sugerindo diferenças significativas entre os tratamentos em

relação à massa da gota. A Tabela 9 apresenta os resultados do teste de *Tukey* para a massa da gota:

Tabela 9: resultado *Tukey* para massa da gota

TRATAMENTO	MARCA	MÉDIA	TUKEY
10	AD3	0,55775	a
3	AD10	0,5991	a
11	AD2	0,62895	a
4	AD6	0,662075	a
2	AD9	0,72485	a
5	AD8	0,7314375	ab
12	H20	0,753575	ab
9	AD11	0,9357	b
6	AD4	1,027825	b
8	AD5	1,2292	b
7	AD7	1,26665	b
1	AD1	1,46985	b

Fonte: dados da pesquisa (2024)

Os tratamentos foram agrupados em três principais categorias (A, B e C). As marcas AD10, AD3, AD6, AD11, AD2 e AD1 (tratamentos 3, 10, 4, 9, 11 e 1) formaram o grupo A, indicando médias de massa da gota semelhantes e significativamente maiores que os outros tratamentos. As marcas AD7 e AD4 (tratamentos 7 e 6) formaram o grupo B, enquanto os demais tratamentos formaram o grupo C.

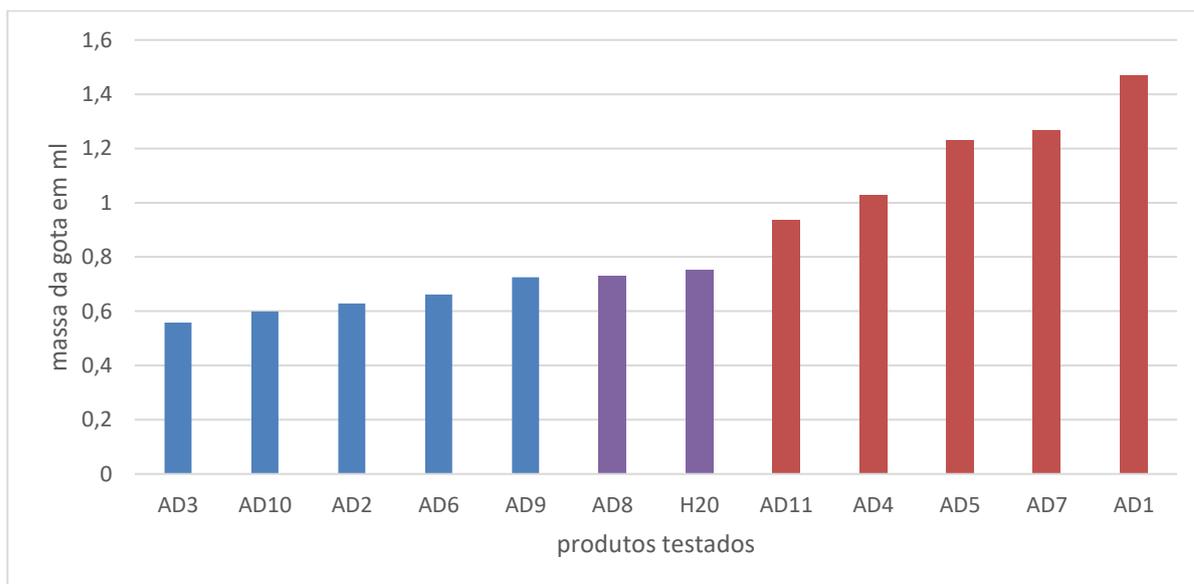


Figura 13: Média da massa da gota.
Fonte: Autora (2024).

A massa da gota não foi usada para calcular a tensão superficial dela, o que limitar a interpretação sobre o potencial de espalhamento dos produtos analisados. Argoli (2023) argumenta que a massa da gota é fundamental para identificar a tensão

superficial da gota do produto, fator esse que é determinante no potencial de espalhamento.

4.5 Ângulo da gota

A Tabela 10 apresenta os resultados da ANOVA para o ângulo da gota:

Tabela 10: resultado ANOVA para ângulo da gota

FV	GL	SQ	QM	F	Tabela 5%
tratamentos (k)	11	4023,249109	365,749919	7,37391	2,33
repetições totais (n)	36	1785,618588	49,60051632		

FV – Fonte de variação; GL – graus de liberdade; SQ – soma dos quadrados; QM – quadrados médios; F – F dos tratamentos

Fonte: dados da pesquisa (2024)

Os resultados indicam que o valor F calculado para os tratamentos (7,373914) é significativamente maior que o valor crítico de F da tabela (2,33) a um nível de significância de 5%, indicando que há diferenças significativas entre os tratamentos em relação ao ângulo da gota. A Tabela 11 apresenta os resultados do teste de *Tukey* para o ângulo da gota:

Tabela 11: resultado *Tukey* para ângulo da gota

TRATAMENTO	MARCA	MÉDIA	TUKEY
1	AD1	85,825	a
9	AD11	81,6825	a
7	AD7	79,61625	a
8	AD5	74,0025	a
6	AD4	71,33375	a
10	AD3	60,4175	b
12	H20	59,3375	b
5	AD8	58,1375	b
4	AD6	56,2975	b
2	AD9	55,64	b
3	AD10	53,1525	b
11	AD2	13,4925	c

Fonte: dados da pesquisa (2024)

Os tratamentos foram agrupados em três categorias distintas (A, B e C). As marcas AD10, AD3, AD6, AD11, AD2 e AD1 (tratamentos 3, 10, 4, 9, 11 e 1) formaram o grupo A, indicando que suas médias de ângulo da gota não diferem significativamente entre si. As marcas AD7, AD4, AD5, AD9 e AD8 (tratamentos 7, 6,

8, 2 e 5) foram agrupadas no grupo B, e a marca AD12 (tratamento 12) formou o grupo C.

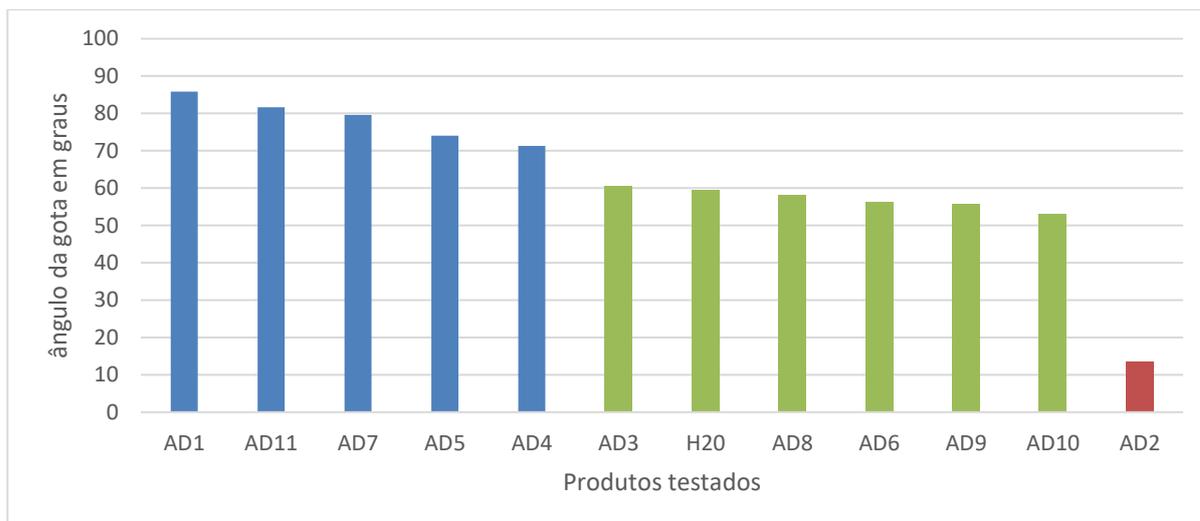


Figura 14: Médias do ângulo de contato da gota
Fonte: Autora

Pelo que afirmam Costa et al. (2020) quanto menor o ângulo de contato com a superfície do alvo maior será o espalhamento e, conseqüentemente maior o depósito e cobertura do alvo. Sendo assim, os produtos do grupo A – AD1, AD7, AD11 e AD5 apresentariam maior espalhamento, enquanto as caldas formadas pelo AD3 e 6 apresentariam menor depósito. O resultado do ALLCHEIN em concentração de 6% apresentou resultado insatisfatório nesse aspecto físico-químico, sendo mais produtiva a aplicação do produto a 10% de concentração quando se desejar maior cobertura do alvo.

A tabela 12, a seguir consolida os resultados do teste de *Tukey* para todos os parâmetros analisados (Condutividade, Turbidez, pH, Massa da Gota e Ângulo da Gota).

Tabela 12: tabela consolidada dos resultados de *Tukey*

Tratamento	Marca	Condutividade	Turbidez	pH	Massa da Gota	Ângulo da Gota
1	AD1	c	c	a	a	a
2	AD9	b	c	b	c	b
3	AD10	d	b	a	a	a
4	AD6	d	a	a	a	a
5	AD8	c	c	b	c	b
6	AD4	b	c	a	b	b
7	AD7	a	c	a	b	b
8	AD5	d	c	c	c	b
9	AD11	d	b	a	a	a
10	AD3	d	a	a	a	a
11	AD2	d	a	a	a	a
12	AD12	d	c	b	c	c

Fonte: dados da pesquisa (2024)

Os tratamentos foram agrupados em quatro categorias distintas (A, B, C, D). AD7 (tratamento 7) apresentou a maior média e foi significativamente diferente dos outros, enquanto os tratamentos com as menores médias foram agrupados em três grupos distintos e foram identificados (A, B, C), com AD6, AD3 e AD2 (tratamentos 4, 10, 11) no grupo A apresentando as maiores médias.

Dois grupos principais (A, B) com uma exceção em C, A maioria dos tratamentos foram agrupados em A, indicando médias de pH semelhantes. Três grupos principais (A, B, C). AD10, AD3, AD6, AD11, AD2 e AD1 (tratamentos 3, 10, 4, 9, 11 e 1) formaram o grupo A com as maiores médias. Três grupos distintos (A, B, C). AD10, AD3, AD6, AD11, AD2 e AD1 (tratamentos 3, 10, 4, 9, 11 e 1) formaram o grupo A.

A tabela consolidada fornece uma visão abrangente das diferenças significativas entre os tratamentos para cada parâmetro analisado. Esta análise detalhada permite identificar quais tratamentos possuem médias significativamente diferentes, facilitando a interpretação dos efeitos de cada tratamento nas variáveis medidas.

4.6 Espectrofotometria UV-Vis

Por meio da varredura na região do UV-Vis, e pelo espectro infravermelho, trouxe informações referentes ao comportamento em termos de absorção da radiação do analito que foi avaliado. Assim, conforme demonstra a figura 15, o gráfico de absorbância e o comprimento de onda foi possível verificar em qual região ocorre maior interação da matéria com a radiação, uma vez que cada composto tem sua estrutura química e, conseqüentemente, capacidade de absorção relacionada a determinadas regiões do espectro. Pois é uma função que relaciona ambas as variáveis e que permite a quantificação de concentrações em amostras desconhecidas. A espectrofotometria na região do UV-Vis é uma forma de determinar concentrações desde que o composto foi avaliado apresente absorção adequada. A presente análise foi de modo qualitativo, a fim de avaliar se as substâncias presentes na formulação AD2 seria similar e com os picos definidos, com a presente no mercado.

Diante da figura 15 é possível ver através das linhas onde são representadas

pelas cores: preto para o tensoativo AD1 e vermelho para o tensoativo proposto denominado AD2. Pode-se verificar que ambos demonstram ter praticamente a mesma banda. O que mostra picos diferentes, possivelmente se explica pela cor, onde o AD1 tem coloração laranja e AD2 incolor.

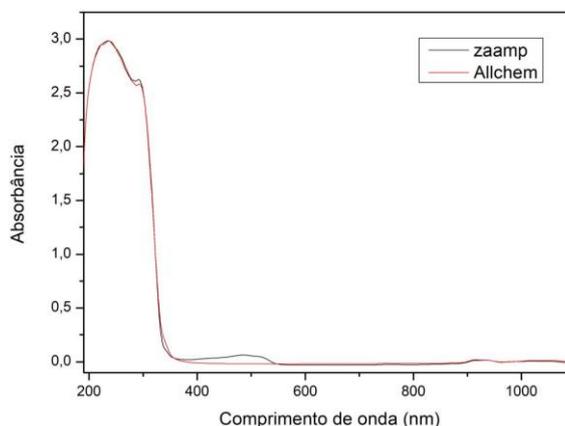


Figura 15: Comprimento de ondas das emulsões
Fonte: Dados da pesquisa (2024)

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados e nas características analisadas, pode-se identificar quais adjuvantes tiveram o maior potencial para serem considerados melhores ou piores, levando em conta suas propriedades específicas:

Adjuvantes com Maior Potencial (Melhores)

- AD7: Maior condutividade, que pode ser útil em pulverização eletrostática de fungicidas. Menor ângulo de gota, proporcionando maior espalhamento e cobertura do alvo.
- AD8: Baixa turbidez, semelhante à água destilada, tornando-o adequado para misturas que requerem transparência. pH ácido, ideal para uso com herbicidas.
- AD3 e AD2: pH ácido, adequado para uso em herbicidas. Maior massa de gota, favorecendo maior depósito e cobertura do alvo. Alta turbidez, que pode ser útil em determinadas formulações onde a suspensão é desejada.

Adjuvantes com Menor Potencial (Piores)

- AD5: pH mais alcalino, que pode não ser ideal para uso com a maioria dos herbicidas, pois a maioria requer um ambiente mais ácido para melhor eficácia.

- AD4: Alta condutividade, que pode não ser desejável em misturas de herbicidas, pois a presença de íons pode reduzir a eficácia dos compostos ativos.
- AD1: Possui um menor ângulo de contato, o que pode ser vantajoso para aplicações que requerem alta cobertura e espalhamento.

É importante considerar que a escolha do adjuvante ideal também depende do tipo de aplicação desejada (herbicida vs. fungicida) e das condições específicas de uso (como o tipo de água e equipamento de pulverização). Além disso, as limitações do estudo, como a falta de variação na fonte de água para análise de turbidez, devem ser consideradas em estudos futuros.

.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 13875: Agrotóxico – **Avaliação de Compatibilidade Físico-Química**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ALTIERI, M.A., YURJEVIC, A. Agroecologia y desarrollo. Santiago : CLADES, 1991. **La agroecologia y el desarrollo rural sostenible en América Latina**: p.25-36.

ALVES, José Estáqui Diniz. **Concentração de CO2 na atmosfera atinge novo recorde em maio de 2023**. Artigo de José Eustáquio Diniz Alves. 2023. Disponível em: <https://ihu.unisinos.br/categorias/629490-concentracao-de-co2-na-atmosfera-atinge-novo-recorde-em-maio-de-2023>. Acesso em: 30 jul. 2024.

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 fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2, p. 736-757.

ANTUNIASSI, U. R.; CARVALHO, F. K.; MOTA, A. A. B.; CHECHETTO, R. G. **Entendendo a tecnologia de aplicação**. 2. ed. Botucatu: FEPAF, 2021. 64 p.

ARGIOLI, G. da S. **Influência de adjuvantes e chuva simulada na deposição e otimização da dose de herbicidas para controle de plantas daninhas**. 2023. 48 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Agronomia, Unesp, Ilha Solteira, 2023.

ASSUNÇÃO, H. H.; CAMPOS, S. F. B.; SOUSA, L. A.; LEMES, E. M.; ZANDONADI, C. BUTLER-ELLIS, M. C.; TUCK, C. R.; MILLER, P. C. H. How surface tension of surfactant solutions influences the characteristics of sprays produced by hydraulic nozzles used for pesticide application. *Colloids Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, v. 190, n. 3, p. 267-276, 2001

ASSUNÇÃO, H. S.; CUNHA, J. P. A. R. Adjuvants plus phytosanitary products and the effects on the physical-chemical properties of the spray liquids. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 35, n. 6, p. 1878-1885, 2019.

BAIO, F. H. R.; GABRIEL, R. R. F.; CAMOLESE, H. S. Alteração das propriedades físico-químicas na aplicação contendo adjuvantes. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, [S.l.], v. 9, p. 151-161, 2015.

Balanço Energético Nacional 2023: Ano base 2022 / **Empresa de Pesquisa Energética**. – Rio de Janeiro : EPE, 2023. Brazilian Energy Balance 2023 Year 2022 / Empresa de Pesquisa Energética – Rio de Janeiro: EPE, 2023.

BERGAMIN, F., H.; KRUG, F. J.; ZAGATTO, E. A. G.; ROCHA, F. R. P.; **PRINCÍPIOS DA ESPECTROFOTOMETRIA NO ULTRAVIOLETA E VISÍVEL**. 2009. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7176889/mod_resource/content/1/Apostila-ESPECTROFOTOMETRIA_ULTRAVIOLETA_E_VISIVEL.pdf. Acesso em: 24 jul. 2024.

BERTOLO, A. J.; Combustíveis fósseis: panorama de produção e consumo no Brasil. **Gestão e Desenvolvimento em Revista**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 102-123, jun. 2022.

BRASIL. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. . **Soja em números (safra 2022/23)**. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 13 fev. 2023.

Ceretta, P. S., Sari, J. F., & Ceretta, F. C. da C. (2020). **Relação entre Emissões de CO₂, Crescimento Econômico e Energia Renovável**. *Desenvolvimento Em Questão*, 18(50), 268–286. <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2020.50.268-286>

CHAIM, A.; WADT, L. G. EMBRAPA. **Pulverização Eletrostática: a revolução na aplicação de agrotóxicos**. 2015. Disponível em: . Acesso em: 31 jan. 2024.

COSTA, L. L.; SANTOS, T. C. M.; ALMEIDA, D. P.; FERREIRA, M. DA C.; LEÃO-ARAÚJO, E. F.; TIMOSSI, P. C.; COMPATIBILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE DIFERENTES DOSES E MISTURAS DE HERBICIDAS. **Revista Brasileira de Herbicidas**, [S.L.], v. 19, n. 3, p. 713, 10 set. 2020. <http://dx.doi.org/10.7824/rbh.v19i3.713>.

CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, G. S.; MARQUES, R. S. Tensão superficial, potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica de caldas de produtos fitossanitários e adjuvantes. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 2, p. 261-270, 2017.

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, n. 4, p. 597-602, 2010.

DA CUNHA, P. A. R., ALVES, G. S. MARQUES, R. S.; “Tensão Superficial, Potencial Hidrogeniônico e Condutividade Elétrica de Caldas de Produtos Fitossanitários e Adjuvantes.” **Ciência agronômica** 48.2 (2017): 261–270

DURIGAN, J. C. **Efeitos de adjuvantes na aplicação e eficácia de herbicidas**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 42p.

FAO. **Energia para la agricultura mundial. Roma : FAO, 1980a. Parte 2: Los flujos energéticos en la agricultura**: p. 43- 94. Colección FAO: Agricultura, 7.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: **REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA**, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.

GALO, A.; COLOMBO, M. Espectrofotometria de longo caminho óptico em espectrofotômetro de duplo-feixe convencional: uma alternativa simples para investigações de amostras com densidade óptica muito baixa. **Química Nova**, São José do Rio Preto, v. 32, n. 2, p. 488-492, 2009.

GALVÃO, R. F.; ECCO, M.; RIFFEL, R. C.; BARBOSA, A. P. . Use of different adjuvants in the fungicide application in soybean culture. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 10, p. e123101018469, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i10.18469. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/18469>. Acesso em: 13 fev. 2024.

- SABOGAL, G. J. (2020). **Estudo de variáveis de sustentabilidade financeira em agroecossistemas para: Venezuela, Espanha, Colômbia, Peru e Cuba**. Universidade Santo Tomás Tunja.
- GAMA, M. S.; AFONSO, J. C. De Svante Arrhenius ao peagâmetro digital: 100 anos de medida de acidez. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 232-239, 2007.
- GAZZIERO, D. L. P. et al. **Manual técnico para subsidiar a mistura em tanque de agrotóxicos e afins**. Londrina: Embrapa Soja, 2021. 23 p. – (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n. 437).
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GONÇALVES, J. M. F.; MARTINS, G. **Consumo de Energia e Emissão de Gases do Efeito Estufa no Transporte de Cargas no Brasil**. *Brasil Engenharia*, p. 70-77, 2008.
- GUATIMOSIM, E. “desafios e caminhos para a construção de agroecossistemas resilientes.” **Revista Brasileira de agroecologia** 18.1 (2023): 1–8. Print.
- 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. 781-786, 2010.
- Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília: **ANA, 2011**
- HECHT, S.B. **La evolucion dei pensamiento agroecologico. Agroecologia y desarrollo**. Santiago : CLADES, 1991. p.2- 15.
- HESS, F. D. Adjuvants. In: **HERBICIDE ACTION COURSE**, 1997, West Lafayette. Proceedings... West Lafayette: Purdue University, 1997. p. 38-61.
- IOST, Cristina A. R.; RAETANO, Carlos G.. **Tensão superficial dinâmica e ângulo de contato de soluções aquosas com surfatantes em superfícies artificiais e naturais**. *Engenharia Agrícola*, [S.L.], v. 30, n. 4, p. 670-680, ago. 2010.
- JOSÉ B. A.; KOPPLIN, B. W.; BERTOLO, J.P.; DA SILVA, L.; CASSOL, F. Combustíveis fósseis: panorama de produção e consumo no Brasil. **Gestão e desenvolvimento em revista**. 2022
- JUNGERT, A. **ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE ADJUVANTES NO pH E DUREZA DA ÁGUA DE PULVERIZAÇÃO**. 2022. 15 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrônômica, Centro Universitário Campo Real, Guarapuava, 2022. Disponível em: <https://repositorio.camporeal.edu.br/index.php/engagro/article/view/521/284>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- KOZIOSKI, G. V., & CIOCCA, M. de L. S.. (2000). Energia e sustentabilidade em agroecossistemas. **Ciência Rural**, 30(4), 737–745. <https://doi.org/10.1590/S0103->

8478200000400031

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. de. **Agrochemicals and their impacts on human and environmental health: a systematic review**. Saúde Debate, Rio de Janeiro, v. 117, n. 42, p.518-534, jun. 2018.

LOPES, F.W.A.; MAGALHÃES JR, A.P.; PEREIRA, J.A.A. **Avaliação da qualidade das águas e condições de balneabilidade na bacia do Ribeirão de Carrancas/MG**. In: VIII SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 2008. Anais... 2008.

MACIEL, C. D. G.; FERREIRA, M. A. M.; POLETINE, J. P.; MONDINI, M. L. Uso de Adjuvantes na Dessecação da Cultura da Soja: Qualidade fisiológica de sementes. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v.5, n.7, 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/> . Acesso: 12 jun. 23.

MASKI, D.; DURAIRAJ, D.; **Effects of electrode voltage, liquid flow rate, and liquid properties on spray chargeability of an air-assisted electrostatic-induction spray-charging system**. Journal Of Electrostatics, [S.L.], v. 68, n. 2, p. 152-158, abr. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.elstat.2009.12.001>.

MENDONÇA, C. G. de; RAETANO, C. G. Tensão superficial estática de soluções aquosas com óleos minerais e vegetais utilizados na agricultura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, p. 16-23, 2007 . Número especial.

MENG, Y.; ZHONG, W.; LIU, C.; SU, J.; SU, J.; LAN, Y.; WANG, Z.; WANG, M. UAV spraying on citrus crop: impact of tank-mix adjuvant on the contact angle and droplet distribution. **PeerJ**, Londres, v. 10, n. 1, p. 1-20, 2022.

MEZZAROBA, O.; MONTEIRO, C. S. **Manual de metodologia da pesquisa no direito**. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

MONIÉ, F. Petróleo, industrialização e organização do espaço regional. In: PIQUET, R. (Org.). **Petróleo, royalties e região**. Rio de Janeiro: Garamond, 2003. p. 257-286.

NOGUEIRA-DE-ALMEIDA, C. A.; FILHO, D. R. Potencial hidrogeniônico da água e sua influência no organismo humano: um artigo de revisão. **International Journal of Nutrology**, Catanduva, v. 11, n. 1, p. 16-23, 2018

OGEDA, T.L.; PETRI, D.F.S. Hidrólise enzimática de biomassa. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 7, p. 1549-1558, 2010.

PEACHLAND. **Colour and Turbidity**. Disponível em: <https://www.peachland.ca/colour-andturbidity>. Acesso em: 01/10/2023

PELIN, C.; WORDELL FILHO, J. A.; NESI, C. N. Ferrugem asiática da soja: etiologia e controle. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 33, n. 3, p. 18-21, 2020.

PEREIRA, T. **Dessecação em pré-colheita de soja**: produção e qualidade de

sementes, Lages., 2015. 145p.

QUEIROZ, A. A. et al. Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 8, p. 8-19, out./dez. 2008.

RAMALHO, H. F.; SUAREZ, P. A. Z.. The Chemistry of Oils and Fats and their Extraction and Refining Processes. **Revista Virtual de Química**, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 2-5, fev. 2013. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20130002>.

RAMOS, H. H.; DURIGAN, J. C. **Efeitos da qualidade da água de pulverização sobre a eficácia de herbicidas aplicados em pós-emergência**. **Bragantia**, [S.L.], v. 57, n. 2, p. 313-324, 1998. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0006-87051998000200013>.

RHEINHEIMER, D. S; SOUZA .R. O. Condutividade elétrica e acidificação de águas usadas na aplicação de herbicidas no Rio grande do sul. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 30, n. 1, p. 97-104, 2000.

RIBEIRO, R. P. M.; COSTA, L. L.; LEÃO-ARAÚJO, E. F.; OLIVEIRA., A. Compatibilidade físico-química de caldas fungicidas e adjuvantes. **Scientific Electronic Archives**, Rondonópolis, v. 13, n. 5, p. 35-41, 2021.

Ribeiro, R. P. M. et al. “**Compatibilidade Físico-Química de Caldas Fungicidas e Adjuvantes**.” *Scientific electronic archives* 14.5 (2021): 35–41. Pri

ROCHA, A.; ALVES, G. S.; MELIDO, R. C. N.: AVALIAÇÃO DO USO DE ADJUVANTES NA CULTURA DA SOJA. **Anais do 1º Simpósio de TCC, das faculdades FINOM e Tecsona**. 2019; 16-29.

SABOGAL, J. F. G. (2020). **Estudio de variables de sostenibilidad financiera en los agroecosistemas para: Venezuela, España, Colombia, Perú Y Cuba**. In *Vestigium Ire*, 13(2), 42-57. Recuperado a partir de <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ivestigium/article/view/1969>.

SANTOS, Grazielle; PAULINO, Gabriela; BORGES, Grazielle; SANTIAGO, Aníbal; SILVA, Gilmare. **AVANÇOS ANALÍTICOS BASEADOS EM MODELOS DE CALIBRAÇÃO DE PRIMEIRA ORDEM E ESPECTROSCOPIA UV-VIS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA: uma revisão - parte 1**. *Química Nova*, [S.L.], v. 45, n. 3, p. 314-323, 05 out. 2021. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170830>.

SPEEDING, C.R.W. Sustainability in animal production systems. **Animal Science**, Cambridge, v.61, p.1-8,1995.

TANG X.; DONG J., LI X. **A comparison of spreading behaviors of Silwet L-77 on dry and wet lotus leaves**. *Journal of Colloid and Interface Science*, v. 325, p. 223–227, 2008.

THIESEN, R.; MOREIRA, C. R. Eficiência no uso de adjuvantes na aplicação de fungicida na cultura de milho segunda safra. **Revista Cultivando O Saber**, Cascavel, v. 1, n. 1, p. 138-148, 2017. Disponível em:

<https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/838>. Acesso em: 29 jan. 2024.

UNGERT, A. **ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE ADJUVANTES NO pH E DUREZA DA ÁGUA DE PULVERIZAÇÃO**. 2022. 15 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrônômica, Centro Universitário Campo Real, Guarapuava, 2022. Disponível em: <https://repositorio.camporeal.edu.br/index.php/engagro/article/view/521/284>. Acesso em: 30 jul. 2024.

WEISS, E. A. **Oil seed crops**. London: Longman, 1983. 659 p.

ZHAO, R.; SUN, Z.; BIRD, N.; GU, Y.; XU, Y.; ZHANG, Z.; WU, X. Effects of tank-mix adjuvants on physicochemical properties and dosage delivery at low dilution ratios for unmanned aerial vehicle application in paddy fields. **Pest Management Science**, Londres, v. 78, n. 4, 2022.

CAPÍTULO II

O PAPEL DOS ADJUVANTES DE ÓLEO VEGETAL NA PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NA AGRICULTURA¹

RESUMO

COSTA, Regina Neves Ubial. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, agosto, 2024. **O Papel dos Adjuvantes de Óleo Vegetal na Promoção da Sustentabilidade Na Agricultura.** Professor orientador: Dr. Reginaldo Ferreira Santos. Professor coorientador: Dr. Reinaldo Aparecido Bariccatti.

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes adjuvantes em aplicação com herbicidas na soja. O experimento foi realizado em duas localidades (Local 1 e 2). Local 1, conduzido no distrito rural de São João, município de Cascavel. Local 2, na comunidade rural do município de Braganey. O delineamento experimental foi em blocos casualizados de 5 x 2.5 m. Os tratamentos foram: T1: herbicida Finale[®] + óleo mineral Assist, T2: herbicida Finale[®] + óleo de soja Zaamp, T3: herbicida Finale[®] + óleo de milho IOP, T4: herbicida Finale[®] + óleo de soja Allchem, e T5: testemunha, com cinco repetições. Foram avaliados o peso de 100 sementes, porcentagem de umidades e de impurezas das sementes. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. No Local 1, a testemunha superou os demais tratamentos para o peso de 100 sementes. Quanto à porcentagem de umidade das sementes, o tratamento T2 foi melhor. Para a porcentagem de sementes avariadas não houve diferença significativa entre os tratamentos. No Local 2, os tratamentos não diferiram entre si, para o peso de 100 sementes e umidade. Já para a porcentagem de sementes avariadas, a testemunha (T5) apresentou melhor resultado.

Palavras-Chave: Defensivo agrícola. Dessecantes. *Glycine max*.

¹ O artigo foi publicado na revista **International Journal of Environmental Resilience Research and Science** em 26/12/2023 <https://doi.org/10.48075/ijerrs.v5i2.32242>

ABSTRACT

COSTA, Regina Neves Ubial. State University of Western Paraná, August, 2024.

The Role of Vegetable Oil Adjuvants in Promoting Sustainability in Agriculture.

Advisor: Dr. Reginaldo Ferreira Santos. Co-advisor Professor: Dr. Reinaldo Aparecido Bariccatti.

Abstract: The present work aimed to evaluate the effect of different adjuvants when applied with herbicides on soybeans. The experiment was carried out in two locations (Location 1 and 2). Site 1, conducted in the rural district of São João, municipality of Cascavel. Site 2, in the rural community of the municipality of Braganey. The experimental design was in randomized blocks of 5 x 2.5 m. The treatments were: T1: Finale[®] herbicide + Assist mineral oil, T2: Finale[®] herbicide + Zaamp soybean oil, T3: Finale[®] herbicide + IOP corn oil, T4: Finale[®] herbicide + Allchem soybean oil, and T5: control, with five repetitions. The weight of 100 seeds, percentage of moisture and impurities in the seeds were evaluated. The data were subjected to analysis of variance and the means were compared using the Tukey test at 5% significance. At Site 1, the control outperformed the other treatments for the weight of 100 seeds. Regarding the percentage of seed moisture, the T2 treatment was better. For the percentage of damaged seeds, there was no significant difference between treatments. At Site 2, the treatments did not differ from each other for the weight of 100 seeds and humidity. As for the percentage of damaged seeds, the control (T5) presented the best result.

Key Words: Agricultural pesticide. Desiccants. *Glycine max*.

1. INTRODUÇÃO

Após a década de 1990, a demanda por alimentos e produtos agrícolas tem crescido significativamente, impulsionada pelo aumento populacional, urbanização, maior renda e incentivos à produção. Prevê-se que a população atinja cerca de 10 bilhões de pessoas até 2050, de acordo com projeções das Nações Unidas. Em resposta a isso, foram estabelecidos acordos internacionais e marcos regulatórios para promover o desenvolvimento sustentável, visando a utilização responsável dos recursos naturais, a mitigação dos impactos das mudanças climáticas e a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola. Muitos esforços estão sendo feitos para intensificar e satisfazer de forma sustentável as necessidades agrícolas globais, de modo a acomodar o crescimento populacional em expansão. No entanto, será necessário aumentar os níveis atuais de produção de alimentos de maneira significativa, ultrapassando proporcionalmente o crescimento populacional, a fim de garantir uma dieta adequada para uma população humana em crescimento (Mrabet, 2023; Rebolledo, 2023).

A soja (*Glycine max*) tornou-se uma das principais culturas cultivadas em todo mundo, por apresentar expressiva quantidade de proteínas que são usadas na alimentação humana e animal. Com destaque comercial e grande valor para a economia do país (Rocha, 2019). Dados da Embrapa (2023) relatam que a totalização de produção de Soja no mundo da safra 2022/2023 foi de 355,588 milhões de toneladas e a área plantada de 130,935 milhões de hectares.

A crescente demanda por produtos derivados de soja exerce de certa forma uma pressão sobre os produtores para otimizar a produtividade e eficiência na colheita. Dessa forma, o uso de herbicidas dessecantes desempenha um papel importante para esse controle, promovendo uma colheita programada a secagem antecipada e a uniformização do dossel vegetativo da planta (Queiroga, 2008). A utilização de diferentes tipos de adjuvantes na dessecação da cultura de soja resultará em variações na uniformidade da maturação das plantas, influenciando a qualidade das sementes produzidas (Sirotti, 2012).

E se a colheita for tardia, após o estágio R8 de maturação, a qualidade das sementes é comprometida, uma vez que, esta pode variar em função das condições ambientais, como, temperatura, umidade relativa do ar, precipitações no local em funções das cultivares de soja (Pereira, 2015).

As superfícies das plantas contam com uma cutícula como barreira para a penetração dos líquidos, variando suas características de espécie para espécie, com variação da idade dos órgãos da planta e condições climáticas. Para atingir com sucesso e passar essas barreiras das plantas quanto a sua penetração, recomenda-se o uso de adjuvantes, que são capazes de modificar a atividade dos produtos aplicados e as características de pulverização (Lopes, 2018).

Segundo Rocha, Alves e Melido (2019), os primeiros relatos de uso dos adjuvantes foram no início do século 18 que desde então vem sendo utilizado para melhorar a prática e promover a eficiência da atividade biológica por meio das alterações físicas e químicas da calda de aplicação agrícola.

Adjuvantes tem a função de melhorar a eficiência das aplicações, mesmo sendo complexa a interação adjuvante e agroquímicos, que envolve aspectos físicos, químicos e fisiológicos variando cada condição testada. Neste contexto, seu uso é fundamental para proporcionar melhor deposição do produto ao alvo (Thiesen; Moreira, 2017).

A adição de adjuvantes à calda influencia no tamanho de gotas da pulverização. Significa que esses insumos alteram as propriedades físico-químicas da calda, como a viscosidade e tensão superficial; melhoria no espalhamento da gota, aderência, aumento da absorção do ingrediente ativo, redução de espuma e espalhamento da calda na pulverização (Baio, 2015).

Uma das vantagens de usar o óleo para a aplicação de produtos fitossanitários é a facilidade de penetração da calda pela cutícula. Ou usados como aditivos na redução de hidrólise do defensivo na calda e redução da foto decomposição (Durigan, 1993).

Dois tipos de óleos podem ser usados na formulação de adjuvantes agrícolas, o óleo mineral e o óleo vegetal. O óleo mineral é extraído de uma fração de destilação do petróleo, que por sua vez, para serem extraídos sofrem pressão ou a utilização de solventes (Hess, 1997). A extração do óleo mineral pode representar uma série de ameaças ao meio ambiente, existem diversas intercorrências nas operações de extração do petróleo, tais como derramamentos de óleo, poluição, impactos na vida marinha, alteração dos ecossistemas entre outros, esses impactos destacam a importância da busca por alternativas mais sustentáveis e limpas.

Ogeda e Petri (2010) acreditam que a extração das reservas de combustíveis fósseis, para a obtenção do óleo mineral, associada aos danos ambientais causados

por estas fontes despertaram um grande interesse no desenvolvimento de fontes energéticas alternativas, como as derivadas da biomassa. Conforme explicam Guedes et al. (2010), a biomassa considera-se composta principalmente de madeira e resíduos de madeira, colheitas agrícolas e seus resíduos, microalgas e outros, tendo como principais componentes os elementos carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio.

O outro fator a ser considerado em relação à fonte de energia é o impacto ambiental decorrente do seu uso. O uso de combustíveis fósseis tem sido considerado a principal causa do chamado “efeito estufa” na Terra, ou seja, de um aumento exagerado da temperatura na atmosfera terrestre (Spedding, 1995). O aumento da temperatura é decorrente da capacidade que têm alguns gases, como o dióxido de carbono e o metano, de absorver energia de ondas na faixa do infravermelho do espectro eletromagnético. Estima-se que as emissões de dióxido de carbono na atmosfera, decorrentes da queima de combustíveis fósseis, está ao redor de 20 bilhões de toneladas/ano (Amigos de la tierra países bajos, 1994). Esta organização estima, com base na quantidade consumida em 1985, que o consumo de energia de origem fóssil no mundo deve reduzir em média 50% (85% nos países industrializados) até o ano 2030 para que não aconteça um colapso ambiental.

Uma das técnicas que vêm ganhando força nos últimos anos é a substituição do óleo mineral pelo óleo vegetal na fabricação de adjuvantes agrícolas, na busca por um “adjuvante verde” (Beck, 2012). O óleo vegetal é extraído a partir do processamento de sementes, que precisam ser purificados para remover resinas, mucilagens e fosfolipídeos, desta forma, o uso de óleo vegetal na agricultura oferece uma alternativa mais biodegradável e de menor risco de poluição em comparação com os fertilizantes e pesticidas sintéticos.

Segundo Da Silva & Oliveira (2011) o Brasil é privilegiado em relação à posição geográfica, solo e clima, o que torna favorável para o cultivo de diferentes espécies de culturas vegetais, tanto para a alimentação quanto fontes energéticas. Sendo assim, para conceituar a biomassa encontramos três tipos de culturas presentes no mercado da agricultura de energia, são elas: os derivados de madeira e outras formas de biomassa como a extração de óleo. O estímulo ao uso de óleos vegetais na agricultura promove práticas agrícolas mais ecológicas e apoia o desenvolvimento de sistemas agrícolas mais sustentáveis e reutilização de resíduos que iriam para descarte.

Desta forma este trabalho tem como objetivo avaliar se o adjuvante a base de óleo vegetal, será compatível ou pode substituir os adjuvantes já comercializados à base de óleo mineral, destacando suas vantagens e desvantagens, desafios e impactos na qualidade das sementes e a busca por insumos mais sustentáveis.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Adjuvantes

Os adjuvantes são adicionados em formulações químicas para aumentar a eficiência e melhorar a absorção pelas plantas, viscosidade que são empregados para melhoria do controle de pragas e doenças. E que ainda, adjuvantes são compostos que tem por finalidade melhorar o desempenho dos agroquímicos dessecantes, pois ao adicionar no tanque de mistura ou a calda com o efeito de promover a melhoria da ação física e química para ser aplicado na cultura desejada (Rocha, Alves, Melido, 2019).

É estimado que doenças, insetos e plantas invasoras possam reduzir a produção de 30 a 40% de todas as culturas produzidas no mundo, em média (Amorim, 1997). Fatores ambientais e climáticos estão entre as causas que podem favorecer a proliferação de algumas doenças, sendo que, dependendo do nível de infestação, os danos causados poderão comprometer à cultura, e o seu controle apresentará baixa eficiência, onde promove a secagem rápida das plantas e o aumento da uniformidade de maturação, o que facilita a colheita com menor teor de impurezas e sementes de melhor qualidade, além de reduzir perdas e os custos de secagem (Pelin *et al.*, 2020).

Segundo Mendonça, Raetano e Mendonça (2007) os óleos minerais e os óleos vegetais são de grande uso na formulação dos adjuvantes. Sendo utilizados puros para o controle de insetos e fungos, ou como adjuvantes adicionados a inseticidas, auxiliam no controle de cochonilhas e ácaros e quando associados aos fungicidas e para o controle de plantas daninhas adicionados a herbicidas. No seu emprego de adjuvante, os óleos contribuem para o espalhamento e a absorção, o que reduz o excesso de ingrediente ativo e a tensão superficial.

2.2 Herbicidas dessecantes

Para Maciel *et al.* (2005) o uso de dessecantes é uma alternativa para minimizar

os efeitos indesejáveis na qualidade das sementes. Pois promovem a secagem rápida das sementes já maduras, facilitando a colheita, com menor teor de impurezas e sementes de melhor qualidade, além de reduzir perdas e custos de secagem.

Para a eficácia na programação e antecipação da colheita da soja só é possível usando-se herbicidas dessecantes, e o grau de dessecação está diretamente relacionado com a injúria causada pelo produto à membrana da célula no tecido foliar, assim permitindo rápida perda de água (Lamego et al., 2011). Sendo assim, através do planejamento da colheita, essa prática tem eficiência do uso das máquinas, controle de plantas daninhas e danos oriundos de pragas e doenças que possam atacar no final do ciclo da cultura. E ainda, com a demanda de cultivos nas áreas agrícolas vem crescendo, necessitando de rendimento por área, torna o período entre a semeadura e a colheita cada vez mais curto e, considerando a soja uma maturidade fisiológica desuniforme, o uso de herbicidas dessecantes para antecipação da colheita tem aumentado continuamente (Marcandalli et al., 2011).

De acordo com Embrapa (2012), a dessecação da soja é uma prática que pode ser adotada somente em área de produção de grãos, com o objetivo de controlar as plantas daninhas ou uniformizar as plantas com problemas de haste verde/retenção foliar. No entanto, diversos resultados positivos têm sido obtidos em relação à eficácia de dessecantes quanto à preservação da qualidade de sementes de soja (Durigan & Carvalho, 1980; Kappes et al., 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1.1 Localização do experimento

O presente trabalho foi realizado a campo em duas propriedades distintas, denominadas local 1 e Local 2 respectivamente, onde foram aplicados uma calda, formada de um dessecante comercial Finale® e diferentes adjuvantes, em quatro blocos de 5m x 2.5m totalizando 12.5 m² cada parcela.

Local 1 (figura 1); localizado na área rural de São João d'Oeste, município de Cascavel – Paraná, nas coordenadas, latitude 25°00'15.2" S, longitude 53°16'41.0"W e altitude de aproximada 785 metros. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, textura argilosa.



Figura 1: Local do experimento 1.

Fonte: Google Heart (2024).

A precipitação pluvial anual média no ano de 2022 foi de 2515.5mm. As médias mensais de precipitação pluvial para outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março foram: 549, 145, 103, 200, 133 e 85 mm, respectivamente.

No Local 1, foi utilizado a cultivar de soja 57159 RSF IPRO (BMX CROMO TFIPRO). A data de semeadura foi 20/10/2022. Foi aplicada adubação de 600 kg há⁻¹ de NPK, na formulação 4-24-12. Tendo como cultura anterior de inverno, aveia branca.

Local 2 (Figura 2); localizado na área rural do município de Braganey – Paraná, nas coordenadas, latitude 24° 44' 57.1 "S, longitude 53° 00' 03.2" W e altitude de aproximada 527 metros. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, textura argilosa.

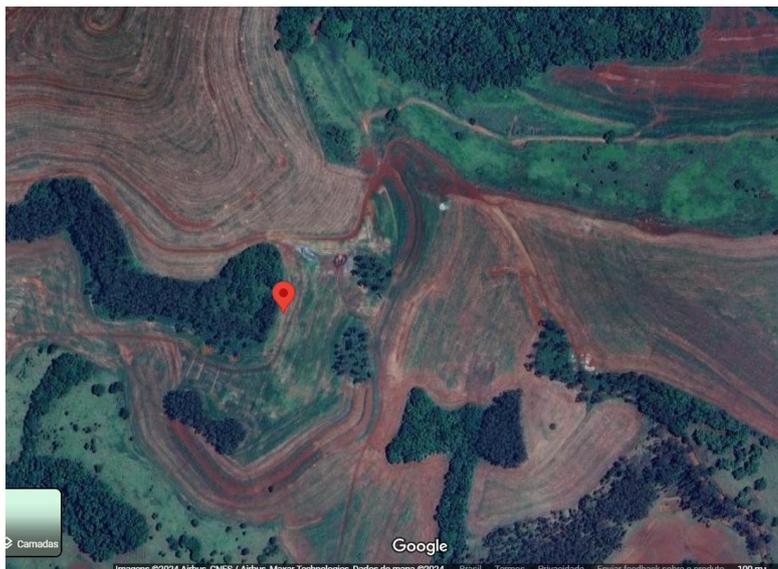


Figura 2: Local do experimento 2.

Fonte: Google Heart (2024).

3.2 Métodos

A precipitação pluvial anual média no ano de 2022 foi de 1965.8 mm. As médias mensais de precipitação pluvial para outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março foram: 442, 122, 79, 165, 361 e 179 mm, respectivamente.

A cultura da soja utilizada foi a variedade Brasmax Torque 57IX60RSF12X, com data de semeadura em 26/10/2022. E espaçamento de 45 cm entre uma linha e outra. A adubação foi realizada em sulco com 800 kg há⁻¹ de NPK, na formulação 02-20-18 e uso de *Bradyrhizobium* em sulco. A cultura anterior de inverno foi trigo ponteiro.

O delineamento experimental foi realizado em blocos de 5m x 2.5m totalizando 12.5 m² cada parcela. Composto por quatro tratamentos e cinco repetições cada. Sendo os tratamentos constituídos por:

Tratamento 1 (T1): Finale[®] + Adjuvante Assit[®].

Tratamento 2 (T2): Finale[®] + Adjuvante AD1

Tratamento 3 (T3): Finale[®] + Adjuvante AD6 Oil Premium

Tratamento 4 (T4): Finale[®] + Adjuvante AD2

Tratamento 5 (T5): Testemunha sem uso de dessecante e sem adjuvante.

As doses de adjuvante utilizadas foram 0,5 mililitros por litro de calda (ml/l), nos tratamentos T1, T2, T3 e T4. As características de cada adjuvante foram descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Características dos adjuvantes utilizados nos tratamentos

	Adjuvante	Base do Adjuvante	Ingrediente Ativo	Grupo Químico	Classificação
T1	ASSIST®	Óleo Mineral	Destilados (petróleo), parafínicos leves refinados com solvente	Hidrocarbonetos alifáticos	Concentrado emulsionável
T2	AD1solubilizante	óleo de soja + 4% emulsificante General Chemical	Blend de Surfactantes Não Iônico	Surfactantes não-iônicos.	Solubilizante, emulsificante
T3	AD6	Óleo de milho	Ésteres ácidos graxos com glicerol de origem vegetal	Triacilglicerídeos	Adjuvante
T4	ALLCHEN	óleo de soja + 4% emulsificante AD2	Alquilfenol Etoxilados	Tensoativos não iônicos e anfóteros	Tensoativo

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

As respectivas aplicações foram realizadas no Local 1, (figura 3), no dia 06 de março de 2023, e no Local 2, (figura4) no dia 07 de março de 2023. Utilizou-se um pulverizador costal com as recomendações do fabricante, com um volume de calda de 350 L há-1-1.

No dia da realização do experimento foram aferidos os parâmetros como velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar. Sendo que a velocidade ficou na média de 8.5 km/h, mensurado por meio de um anemômetro digital. A temperatura média foi de 24°C, utilizando um termômetro digital.



Figura 3: dia da aplicação do local 1 do experimento

Fonte: Autora (2023)



Figura 4: dia da aplicação do local 2 do experimento

Fonte: Autora (2023)



Figura 5: dia da colheita no local 1 do experimento.

Fonte: Autora (2023)



Figura 6: dia da colheita no local 2 do experimento.

Fonte: Autora (2023)

As plantas foram colhidas manualmente em duas linhas centrais de 1m, dentro da área total de 12m² de cada bloco. No Local 1 (figura 5), as plantas foram colhidas seis dias após a aplicação do dessecante: 12 de março de 2023. E no Local 2 (figura6), doze dias após a aplicação do dessecante. As plantas foram armazenadas em sacos, devidamente identificados. Posteriormente as plantas foram trilhadas em trilhadora estacionária. As sementes foram limpas e pesadas para a determinação do rendimento dos grãos. As sementes foram avaliadas quanto ao peso de 100 sementes, classificação quanto a umidade e as avarias das sementes.

Os dados foram submetidos à análise de variância e suas médias foram comparadas por meio de teste de Tukey a 5% de significância, com a utilização do software SISVAR para a comparação dos tratamentos, analisando o efeito de cada adjuvante.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Peso de 100 sementes

Na Tabela 2 pode ser observado o peso de 100 sementes de acordo com os tratamentos e a localização das áreas experimentais.

Tabela 2 – Peso médio de 100 sementes nas duas áreas experimentais (Local 1 e 2)

Tratamentos	Local 1	Local 2
	Peso médio de 100 sementes (g)	
T1	24,26 bc	57,07a
T2	19,92 c	56,78a
T3	26,94 b	57,57a
T4	21,18 bc	62,66a
T5	74,06 a	61,49a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.
Fonte: Autora.

No Local 1, pode ser observado que o maior peso médio de 100 sementes foi observado para o tratamento T5 (Testemunha = Controle) com 74,06 g, seguidos dos tratamentos T3 com 26,94 g, e T2 com o menor peso (19,92 g). Os tratamentos T1 e T4 não diferiram dos T2 e T3. No local 2, os tratamentos não apresentaram diferenças significativas para o peso de 100 sementes.

4.2 Umidade dos grãos

Em relação à porcentagem de umidade das sementes, pode-se observar na Tabela 3 em que no Local 1, o tratamento T5 (0,102%) apresentou maior índice de umidade. O menor índice de umidade foi obtido para o tratamento T2 (0,09%). Os tratamentos T1, T3 e T4 não diferiram entre si e dos tratamentos T2 e T5. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para a porcentagem de umidade das sementes no Local 2.

Tabela 3. Porcentagem de umidade das sementes nas duas áreas experimentais (Local 1 e 2)

Tratamentos	Local 1	Local 2
	Umidade das sementes (%)	

T1	0,094ab	0,080a
T2	0,090b	0,086a
T3	0,092ab	0,086a
T4	0,096ab	0,080a
T5	0,102a	0,084a

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

Fonte: Autora.

4.3 Sementes avariadas

Para a análise da porcentagem de sementes com defeitos (avariadas), conforme pode ser observado na Tabela 4, não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados para o Local 1.

Tabela 4. Porcentagem de sementes avariadas nas duas áreas experimentais (Local 1 e 2)

Tratamentos	Local 1	Local 2
	Sementes com defeitos (avariadas) (%)	
T1	0,12a	0,07ab
T2	0,09a	0,09a
T3	0,09a	0,06ab
T4	0,10a	0,07ab
T5	0,08a	0,05b

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

Fonte: Autora.

Para o Local 2, uma maior porcentagem de sementes avariadas foi observada no tratamento T2 (0,09%). A menor porcentagem foi obtida no tratamento T5 (0,05%). Enquanto os tratamentos T1, T3 e T4 não diferiram entre si e dos tratamentos T2 e T5.

3. CONCLUSÕES

O experimento mostrou que o uso de adjuvantes na dessecação da soja, pode contribuir no controle da qualidade das sementes

Para o peso de 100 sementes, no Local 1, a testemunha (T5) superou os demais tratamentos. Para o Local 2, os tratamentos não diferiram entre si.

Para a variável umidade, no Local 1 o tratamento T2 (Finale® + AD1) foi melhor que a testemunha. Já no Local 2, a porcentagem de umidade das sementes não apresentou diferenças entre os tratamentos avaliados.

No Local 1 o índice de sementes avariadas não diferiu entre os tratamentos. No Local 2 o melhor resultado foi obtido pelo tratamento T5 (testemunha).

Conforme demonstra o estudo, a aplicação de desseccantes na pré-colheita da soja, após o estágio 8, não reduziu a qualidade das sementes, independente do adjuvante usado. E com a elaboração deste trabalho, foi possível concluir que entre os quatro adjuvantes usados não apresentaram diferenças estatísticas entre si dentre as variáveis apresentadas. Não sendo possível diferenciar qual deles é mais eficiente diante da avaliação realizada. Sendo assim, o novo adjuvante proposto a base de óleo vegetal de soja, atende os requisitos dos demais comercializados para a aplicação de desseccantes.

O presente estudo ressaltou a importância dos adjuvantes a base de óleo vegetal de soja como uma alternativa sustentável na aplicação de caldas herbicidas e desseccantes na cultura de soja. Sendo que sua utilização demonstra uma contribuição significativa para a redução do impacto ambiental associado às práticas agrícolas, promovendo uma prática sustentável na agricultura.

Os resultados obtidos, demonstram que adjuvantes à base de óleo vegetal de soja apresentam um desempenho satisfatório em relação aos demais adjuvantes comercializados. Sendo assim, conclui-se que estes produtos não apenas melhoram a eficácia dos herbicidas desseccantes, mas também contribuem para uma alternativa viável e eficiente para os agricultores, garantindo a qualidade dos grãos em relação à dessecação.

A capacidade dos adjuvantes de óleo de soja demonstra uma melhoria na adesão e penetração das caldas na parte foliar das plantas, permitindo assim uma redução de doses de produtos químicos, que por sinal não reduz apenas custos, mas também o uso excessivo deles.

Segundo o presente estudo, fornece uma base sólida para futuras pesquisas e desenvolvimentos na área de adjuvantes agrícolas. A contínua investigação e busca por inovação nesse campo podem levar a avanços significativos, como eficácia, segurança e sustentabilidade das práticas agrícolas, contribuindo para que o setor seja mais responsável e equilibrado.

Em resumo, os adjuvantes a base de óleo vegetal de soja, demonstra-se não

apenas a eficácia da aplicação de herbicidas dessecantes na cultura de soja, mas também a importância para a agricultura na busca de produtos mais sustentável e consciente ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

AMIGOS DE LA TIERRA-PAÍSES BAJOS. *Los Países Bajos sostenibles*. Amsterdam : Amigos de La Tierra-Países Bajos, 1994. 40p.

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. <http://dx.doi.org/10.1002/ps.3308>.

DURIGAN, J.C. **Efeitos de adjuvantes na aplicação e eficácia dos herbicidas**. Jaboticabal: Funep, 1993. 43 p.

EMBRAPA. **Soja**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia>>. Acesso em 26/07/2023.

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. 781-786, 2010.

HESS, F.D. **Adjuvants. Herbicide Action Course**, 1997, West Lafayette. Proceedings... West Lafayette: Purdue University, 1997. p.38-61.

LAMEGO, F.P.; GALLON, M.; BASSO, C.J.; KULCZYNSKI, S.M.; RUCHEL, Q.; KASPARY, T.e.; SANTI, A.L.. **Dessecação pré-colheita e efeitos sobre a produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja**. Planta Daninha, [S.L.], v. 31, n. 4, p. 929-938, dez. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582013000400019>.

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.

MARCANDALLI, L. H.. ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE DESSECANTES NA CULTURA DA SOJA: QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES. **Revista Brasileira de Sementes**, Selvíria, v. 33, n. 2, p. 241-250, 17 set. 2010.

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.

OGEDA, T.L.; PETRI, D.F.S. Hidrólise enzimática de biomassa. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 7, p. 1549-1558, 2010.

PELIN, C.; WORDELL F. 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.

QUEIROGA, V. de P.; DA SILVA, O. R. R. F. **Tecnologias utilizadas no cultivo do gergelim mecanizado**. 2008.

REBOLLEDO L., R.; MOREIRA, M. T.; GONZÁLEZ, G., 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.

SILVA, G.H. da; OLIVEIRA, M.R. de. **A cultura do girassol na agricultura familiar, sob a perspectiva da agroenergia.** In: SEMINÁRIO DO CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS DE CASCAVEL, 10., 2011, Cascavel. Anais. Cascavel: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2011. 20p. Available at: <Available at: [http://cac-
php.unioeste.br/eventos/xseminariooccsa/anais2011/Economia/A_CULTURA_DO_GI
RASSOL_NA_AGRICULTURA_FAMILIAR.pdf](http://cac-
php.unioeste.br/eventos/xseminariooccsa/anais2011/Economia/A_CULTURA_DO_GI
RASSOL_NA_AGRICULTURA_FAMILIAR.pdf)>. Accessed on: Nov. 24 2016.
» [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.](http://cac-</p></div><div data-bbox=)

SPEDDING, 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.