

ANDERSON SOUZA DE JESUS

**CARACTERIZAÇÃO FUNCIONAL DO ADJUVANTE CONDICIONADOR DE
CALDA PARA FUNGICIDAS NA CULTURA DA SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Douglas Ferreira Parreira

Coorientador: Rone Batista de Oliveira

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

Jesus, Anderson Souza de, 1990-

J58c
2022

Caracterização funcional do adjuvante condicionador de calda para fungicidas na cultura da soja / Anderson Souza de Jesus. – Viçosa, MG, 2022.

1 dissertação eletrônica (61 f.): il. (algumas color.).

Inclui anexo.

Orientador: Douglas Ferreira Parreira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Entomologia, 2022.

Referências bibliográficas: f.46-51.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2022.152>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Fungicidas. 2. Misturas de pesticidas. 3. Formulações.
I. Parreira, Douglas Ferreira. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Entomologia. Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária Vegetal. III. Título.

CDD 22. ed. 632.952

Bibliotecário(a) responsável: Renata de Fátima Alves CRB6/2578

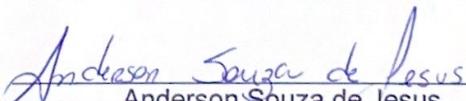
ANDERSON SOUZA DE JESUS

CARACTERIZAÇÃO FUNCIONAL DO ADJUVANTE CONDICIONADOR DE CALDA PARA FUNGICIDAS NA CULTURA DA SOJA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 22 de fevereiro de 2022.

Assentimento:


Anderson Souza de Jesus
Autor


Douglas Ferreira Parreira
Orientador

*Aos meus pais, **Reinaldo e Elza**,
por sempre acreditarem em mim e por
terem abdicado de suas vidas em prol das
realizações e da felicidade de seus filhos.*

*À minha amada esposa **Juliana** e
aos meus filhos **Bernardo e Benício** por
todo amor, incentivo, apoio e
compreensão. Nada disso teria sentido se
vocês não existissem na minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS, pelo amor, carinho, por ter me concedido saúde, sabedoria para enfrentar mais esta etapa de minha vida, e concedido serenidade para que eu pudesse manter-me calmo diante das dificuldades do caminho e superá-las com equilíbrio, sabedoria, alegria e cuidar da minha vida e de minha família, sem Ele, nada disso seria possível.

Aos meus pais, **Reinaldo Faria de Jesus** e **Elza Moreira de Souza de Jesus**, pelos exemplos e amor, que sempre me apoiaram e ampararam quando se fazia necessário, que me ajudaram em muito na formação do meu caráter, e cujas lembranças estarão sempre na minha memória.

À minha amada esposa **Juliana Mangussi Souza de Jesus**, por todo amor, carinho, compreensão e apoio em tantos momentos difíceis, por me auxiliar com um abraço amigo e aconselhamentos que foram fundamentais nesta caminhada. Por cuidar dos nossos filhos, o nosso pequeno **Benício Mangussi de Jesus**, que em vosso ventre já nos dá tantas alegrias e o nosso **Bernardo Mangussi de Jesus**, que agradeço a compreensão nos momentos que me chamava para brincar e estava trabalhando e me compreendia e esperava, meu amor por vocês é enorme.

A **Juma-Agro**, nas pessoas do seu fundador **Júlio Matino** e seu filhos **Fábio Binelli Matino** e **Júlio Iwao Matino**, por auxiliar profissionalmente meu desenvolvimento neste mestrado, acreditando na evolução do conhecimento, melhorando o crescimento de seus colaboradores e desta forma poder elevar a qualidade de seus produtos e serviços.

Ao meu amigo, padrinho e gerente **Francisco Camargo de Oliveira**, que, o seu apoio no desenvolvimento deste mestrado foi fundamental.

Ao professor **Marcelo Coutinho Picanço**, sua sabedoria e desempenho, me mostrou os cuidados e direção neste mestrado, que ao final o tenho como amigo para vida.

Ao professor **Douglas Ferreira Parreira**, pela orientação, competência, profissionalismo e dedicação tão importantes. Obrigado por acreditar em mim. Tenho certeza de que não chegaria neste ponto sem o seu apoio. Você foi e está sendo muito mais que orientador, para mim será sempre mestre e amigo.

Ao professor **Rone Batista de Oliveira**, que aceitou o desafio desta minha coorientação e que por meio deste trabalho, demonstrou um grande exemplo de profissional e pesquisador e tenho a convicção que sem seu apoio, incentivos e aconselhamentos, não seria possível de ser concretizado, além de agradecer as longas conversas e nossa amizade.

A professora **Nilva Teresinha Teixeira**, que por ela, estendo a todos os professores da UniPinhal, mestres que foram e são fundamentais no meu processo de crescimento profissional e de vida.

A **Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP)** e seu **Núcleo de Investigação em Tecnologia de Aplicação e Máquinas Agrícolas (NITEC)**, pelo desenvolvimento deste trabalho em suas dependências.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Por fim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação, o meu sincero agradecimento.

“A maneira como você encara a vida é que faz a diferença. A vida muda quando você muda.”
(Luís Fernando Veríssimo)

BIOGRAFIA

Anderson Souza de Jesus, filho de Reinaldo Farias de Jesus e Elza Moreira de Souza de Jesus, nascido em 01 de julho de 1990, no município de Ivaiporã no estado do Paraná, em 2008 formou-se em Técnico Agrícola, Pecuária e Florestal pelo Colégio Técnico Agrícola “Professor Urias Ferreira”, em Jaú-SP.

Em 2013, graduou-se em Engenharia Agrônômica pelo Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal – UniPinhal em Espírito Santo do Pinhal-SP. Em 2018 se tornou especialista em Proteção de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa-UFV.

Atualmente é Engenheiro Agrônomo do departamento técnico da empresa Juma-Agro, sendo responsável pela assessoria em tecnologia de aplicação e no desenvolvimento de produtos e mercado. Recentemente se tornou gestor do projeto DESATA – Decisão sustentável em Tecnologia de Aplicação, uma iniciativa que nasce da parceria público-privada com a Universidade Estadual do Norte do Paraná e seu Núcleo de Investigação em Tecnologia de Aplicação e Máquinas Agrícolas e a empresa Juma-Agro.

Em março de 2020, ingressou-se no Curso de Mestrado Profissional em Defesa Vegetal Sanitária na Universidade Federal de Viçosa, realizando pesquisa sobre a Caracterização funcional do adjuvante condicionador de calda para fungicidas na cultura da soja, sob a orientação do professor Dr. Douglas Ferreira Parreira e coorientação do professor Dr. Rone Batista de Oliveira.

RESUMO

JESUS, Anderson Souza de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2022. **Caracterização funcional do adjuvante condicionador de calda para fungicidas na cultura da soja.** Orientador: Douglas Ferreira Parreira. Coorientador: Rone Batista de Oliveira.

A baixa solubilidade de algumas formulações dos agrotóxicos pode comprometer os componentes hidráulicos do pulverizador por meio do aumento dos níveis de resíduos no tanque e, conseqüentemente reduzir o potencial do produto no controle dos agentes de danos nas culturas agrícolas. O objetivo deste trabalho foi determinar o potencial do produto SuperMix[®] (SM) como condicionador de calda de pulverização contendo a mistura em tanque de fungicida protetor (WG) e fungicida curativo (SC). Do ponto de vista prático, as caldas foram preparadas em nível de simulador de misturas para realizar as seguintes avaliações: interação das misturas com os componentes hidráulicos do pulverizador; avaliar a estabilidade das caldas ao longo do tempo de pulverização até o esgotamento total do tanque; analisar por imagens o risco de entupimento de pontas de pulverização e filtros; e, quantificar os resíduos remanescentes no tanque devido a decantação e sedimentação do fungicida WG em três taxas de aplicação (20, 80 e 130 L ha⁻¹) sem e com o SM. Conclui-se que o potencial risco de problemas do fungicida WG está relacionado com a concentração, forma de preparo da calda e o tempo de aplicação após o preparo. Somado as boas práticas e a escolha do volume, a adição do SM reduz em 5 vezes a quantidade de resíduos do fungicida na alta concentração (20 L ha⁻¹), até 3,5 vezes em (80 L ha⁻¹) e 1,5 vezes com volume de aplicação de 130 L ha⁻¹ em comparação com a calda em repouso no tanque do pulverizador por 24 horas.

Palavras-Chave: Formulações. Misturas em tanque. Fungicidas. Compatibilizantes.

ABSTRACT

JESUS, Anderson Souza de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2022. **Functional characterization of flush conditioner adjuvant for fungicides in soybean culture.** Advisor: Douglas Ferreira Parreira. Co-advisor: Rone Batista de Oliveira.

The low solubility of some pesticide formulations can compromise the hydraulic components of the sprayer by increasing the levels of residues in the tank and, consequently, reduce the potential of the product to control damage agents in agricultural crops. The objective of this work was to determine the potential of the product SuperMix® (SM) as a spray solution conditioner containing a tank mixture of protective fungicide (WG) and curative fungicide (SC). From a practical point of view, the mixtures were prepared at the level of a mixture simulator to carry out the following evaluations: Interaction of the mixtures with the hydraulic components of the sprayer; evaluate the stability of the solution over the spraying time until the tank is completely exhausted; image analysis of the risk of clogging spray tips and filters; and, quantify the residues remaining in the tank due to decantation and sedimentation of the WG fungicide at three application rates (20, 80 and 130 L ha⁻¹) without and with SM. It is concluded that the potential risk of problems with the WG fungicide is related to the concentration, way of preparing the mixture and the time of application after preparation. Added to good practices and the choice of volume, the addition of SM reduces by 5 times the amount of fungicide residues in high concentration (20 L ha⁻¹), up to 3.5 times in (80 L ha⁻¹) and 1.5 times with an application volume of 130 L ha⁻¹ compared to the solution resting in the spray tank for 24 hours.

Keywords: Formulations. Tank mixes. Fungicides. Compatibilizers.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Vista geral do simulador de misturas em tanque (a), vista frontal do reservatório com retorno (b) e hélice do agitador mecânico (c).	26
Figura 2 – Agitação de 1200 RPM da calda de pulverização de Unizeb Gold® (UG) na taxa de 20 L ha ⁻¹ (A). Tacômetro utilizado para calibrar as rotações (B). Fundo do reservatório do simulador de misturas após esgotamento da calda de UG (C).	27
Figura 3 – Pesagem do volume de água para limpeza do fundo do simulador (A) Limpeza do fundo do simulador após a pulverização da calda de Unizeb Gold® (B).	27
Figura 4 – Pesagem dos resíduos após a pulverização da calda de SuperMix® + Unizeb Gold®.	28
Figura 5 – Pesagem de Unizeb Gold® (20 L ha ⁻¹) correspondente a 1,5 litros de água utilizada na lavagem do simulador.	28
Figura 6 – Tensão superficial em função da concentração do SuperMix®.	29
Figura 7 – Condutividade elétrica em função da concentração do SuperMix®.	31
Figura 8 – Condutividade elétrica da mistura SuperMix® + Unizeb Gold® em diferentes taxas de aplicação (L ha ⁻¹).	32
Figura 9 – Valores médios de tensão superficial da mistura do produto SuperMix® (SM) e o fungicida Unizeb Gold® (UG) em diferentes taxas de aplicação (L ha ⁻¹). Letras iguais não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p>0,05).	33
Figura 10 – Valores médios de pH da mistura do produto SuperMix® (SM) + Unizeb Gold® (UG) e somente UG em diferentes taxas de aplicação (L ha ⁻¹). Letras iguais não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p>0,05).	34
Figura 11 – Condutividade elétrica das caldas durante o preparo e adição sequencial dos produtos para realização da mistura na concentração de 100 L ha ⁻¹ . Letras iguais não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p>0,05).	35
Figura 12 – Valores de pH no preparo e adição sequencial dos produtos para realização da mistura na concentração de 100 L ha ⁻¹ . Letras iguais não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p>0,05).	36
Figura 13 – Tensão superficial das caldas durante o preparo e adição sequencial dos produtos para realização da mistura na concentração de 100 L ha ⁻¹ . Letras iguais não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p>0,05).	37
Figura 14 – Pontas de pulverização XR110015 (A) parte superior da ponta com Unizeb Gold® (UG) (B) parte inferior da ponta com UG (C) parte superior da ponta com SuperMix® (SM) + UG (D) parte inferior da ponta com UG + SM.	38

Figura 15 – Variabilidade da vazão ao longo do tempo de coleta de pulverização do fungicida Unizeb Gold® (UG) + FoxXpro® (FX) + Aureo sem e com o produto SuperMix® (SM). *Diferenças significativas entre as caldas em todo o tempo de coleta pelo teste t de Student ($p < 0,01$). 39

Figura 16 – Resíduo remanescente no fundo do tanque, após a pulverização imediata das caldas na taxa de aplicação de 20 L ha^{-1} : Unizeb Gold® (UG) (A e B) e SuperMix® (SM) + UG (C e D). 41

Figura 17 – Resíduo remanescente no fundo do tanque, após a pulverização de 24 horas das caldas na taxa de aplicação de 20 L ha^{-1} : Unizeb Gold® (UG) (A e B) e SuperMix® (SM) + UG (C e D). 43

Figura 18 – Comparação do residual no fundo do tanque em função do tempo de repouso da calda; Unizeb Gold® (UG) imediato (A); UG 24 horas (B); SuperMix® (SM) + UG imediato (C); SM + UG 24 horas (D). 44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média do pH e densidade em função da concentração do produto SuperMix®.....	30
Tabela 2 – Resíduo remanescente no fundo do tanque (g) com a pulverização imediata ao preparo da calda de Unizeb Gold® (UG) e SuperMix® (SM) + UG em três taxas de aplicação.....	40
Tabela 3 – Resíduo remanescente no fundo do tanque (g) das caldas de pulverização contendo Unizeb Gold® (UG) e SuperMix® (SM) + UG em três taxas de aplicação após 24h da calda em repouso no tanque.	42

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1. Soja (<i>Glycine max</i>)	14
1.2. Ferrugem asiática da soja.....	15
1.3. Fungicidas	16
1.4. Mistura em tanque.....	17
1.4.1. Incompatibilidade de calda.....	18
1.4.2. Formulações dos produtos fitossanitários	19
1.4.3. Produto de baixa solubilidade	20
1.5. Adjuvantes.....	20
1.6. Propriedades físico-químicas da calda	22
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
2.1. Caracterização físico-química de interesse agrônômico do produto SuperMix®.....	24
2.2. Caracterização físico-química do SuperMix® como compatibilizante em água para os fungicidas em mistura	25
2.3. Interação do produto SuperMix® com os componentes do circuito hidráulico	25
2.4. Efeito do produto SuperMix® na redução de resíduos no fundo de tanque ...	26
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
3.1. Caracterização físico-química de interesse agrônômico do produto SuperMix®.....	29
3.2. Caracterização físico-química do produto SuperMix® como compatibilizante em água para com os fungicidas em mistura.....	31
3.3. Interação do produto SuperMix® com os componentes do circuito hidráulico.	38
3.4. Efeito do produto SuperMix® na redução de resíduos no fundo de tanque. ...	40
4. CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS	46
ANEXO - Dados.....	52

1. INTRODUÇÃO

1.1. Soja (*Glycine max*)

A soja (*Glycine max*) é considerada uma das culturas mais importantes do mundo, sendo rica em proteína e óleo vegetal, podendo ser usada como matéria-prima seguido de adubo verde e forragem na alimentação animal, e seu óleo extraído a partir do grão é utilizado na alimentação humana, na produção de biodiesel, lubrificantes, desinfetantes etc. O farelo de soja é importante na fabricação de alimentos para humanos e animais e outros produtos com sua cadeia produtiva no Brasil movimentando 100 bilhões de dólares americanos por ano (SEDIYAMA et al., 2015; RUWER, 2020; FPA, 2021). No Brasil a soja é a principal cultura agrícola, sendo considerada também a principal fonte de renda dos produtores rurais, compondo assim no ranking de produtos exportados, a primeira colocação (DA SILVA, 2020).

A cultura da soja provocou uma mudança crucial na produção agrícola brasileira na década de 1960, as demais culturas que eram cultivadas na época não foram tão valorizadas como a soja, pois houve, por meio de políticas de financiamento, um incentivo a cadeia produtiva (CAMPOS, 2010). O Brasil atualmente é o maior produtor mundial desta oleaginosa, com um crescimento de 4,3% comparada a safra anterior de área plantada, chegando à marca de 38,5 milhões de hectares, com uma produção recorde prevista em 136 milhões de toneladas, representando um acréscimo de 8,9% ou 10,7 milhões de toneladas superior a produção da safra 2019/20 (CONAB, 2021).

Existem fatores que podem levar a redução da produção na cultura da soja, entre esses fatores, as doenças estão como principais causas para o baixo rendimento. Na soja, cerca de 40 doenças já foram identificadas, causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides (GODOY et al., 2016a; ANDRADE, 2020). As doenças podem ser oriundas de fatores bióticos ou abióticos, sendo uma barreira para a produtividade, já que diminuem o índice de área foliar (IAF) da soja, resultando em danos que geram queda de 15 a 100% de produtividade (NASCIMENTO, 2018; SILVA, 2019).

1.2. Ferrugem asiática da soja

A ferrugem asiática da soja (FAS), é uma doença de grande importância para cultura, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, que pode aparecer em qualquer estágio de desenvolvimento da planta, atingindo cotilédones, folhas e hastes (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2011). De acordo com Yorinori et al., (2003) os primeiros sintomas dessa doença não são visíveis, com isso quando a identificamos visualmente já são pústulas com estruturas do fungo que já se estabeleceram na folha. As lesões apresentam coloração castanha a marrom escura na parte abaxial da folha, nesse estágio o fungo já infectou a planta, está se reproduzindo e disseminando seus esporos pela ação do vento e, com isso, contaminando outras plantas. Essa doença teve seu primeiro relato em território brasileiro no estado do Paraná em 2001 (JACCOUD FILHO et al., 2001; YORINORI et al., 2001). Segundo YORINORI et al., (2005) a FAS se disseminou rapidamente e após duas safras, já se localizava na maioria das regiões produtoras de soja do País, atualmente está localizada em todas as regiões produtoras do Brasil.

De acordo com o levantamento realizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), a ferrugem asiática provocou perdas de aproximadamente 4,5 milhões de toneladas de soja, na safra 2003/04. Somando o que não foi colhido e adicionando os gastos para o controle químico desde os fungicidas e despesas com a aplicação, o custo da FAS foi de aproximadamente US\$ 2 bilhões (LANDGRAF, 2004). A partir dos problemas particionados pelos produtores e pesquisadores brasileiros, houve a adoção de várias estratégias para o manejo da FAS que abrange a conexão de medidas culturais, resistência genética e a utilização de fungicidas quando é observada a doença na lavoura (GODOY, 2020). Por se tratar de uma patologia de fácil disseminação, difícil manejo e com alto poder destrutivo para a cultura da soja em todos os países onde foi observada, a FAS tem sido um alvo exaustivo de controle, carecendo da integração das estratégias como; vazio sanitário, época de semeadura, cultivares com resistência genética, escape e controle químico para se tenha um controle viável (FIALLOS, 2011; GODOY et al., 2020).

1.3. Fungicidas

Os fungicidas são substâncias químicas, de origem natural ou sintética, que aplicadas às plantas tem a função de proteger da penetração ou desenvolvimento de fungos patogênicos nos tecidos foliares (REIS, 2006). A aplicação de fungicidas é a ferramenta atualmente disponível com melhor eficácia no controle da FAS. Atualmente no Brasil, existem 123 produtos registrados para a cultura da soja no controle da faz. Dentre os principais modos de ação dos fungicidas que são utilizados para o controle dessa doença, destacam-se os inibidores de desmetilação (DMIs), inibidores da quinona oxidase (Qols), e inibidores da succinato desidrogenase (SDHs) (MAPA, 2021; FRAC-BRASIL, 2020).

O uso de fungicidas sítio-específicos, porém vem diminuindo sua eficiência devido à capacidade do fungo de desenvolver resistência. Sendo assim, a integração de medidas de manejo é fundamental para o controle do patógeno, o desenvolvimento da lavoura e da produtividade (GODOY, 2020). O uso de fungicidas que possuem novos mecanismos de ação ainda não está disponível, com isso, fungicidas multissítio mais antigos, como mancozebe, clorotalonil e sulfato de cobre, por possuírem baixo risco de resistência, vem sendo utilizados para o controle da FAS (GODOY et al., 2016b). Dessa forma, a utilização de fungicidas multissítios em mistura com sítio-específicos é uma estratégia válida e eficaz para o controle desta doença de grande importância, dentre eles está o Mancozebe (Mz), produto esse desenvolvido em 1962, no qual foi registrado pela companhia Rohm e Haas, sendo produzido atualmente por vários fabricantes e comercializado por mais de 120 países (GULLINO et al., 2010).

Segundo a ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2021), o mancozebe possui registro para 59 culturas no país. O ingrediente ativo mancozebe pertence ao grupo dos etileno-bis-ditiocarbamatos (EBDC), subgrupo mais importante do grupo dos ditiocarbamatos (DTC), possuindo mais 80 produtos registrados para diversas culturas (MAPA, 2021). O mancozebe é pulverizado nas partes mais susceptíveis do hospedeiro com o objetivo de conservar-se sobre a superfície foliar, formando uma camada de proteção sobre os folíolos contra a germinação de esporos e impedir o desenvolvimento de infecções fúngicas (ZAMBOLIM et al., 2008; GODOY et al., 2020). É um fungicida não sistêmico e de contato, considerado multissítio devido aos vários locais que ele atinge no desenvolvimento do fungo, sendo um ativo que se faz necessário ao manejo de resistência de doenças, e muito utilizado para o controle

de doenças fúngicas de plantas, solo e tratamento de semente (BALARDIN et al., 2017; CARNIEL et al., 2019). Segundo Baldo (2020) os fungicidas ditiocarbamato são potentes agentes quelantes que vão interferir na produção de energia, e privam a célula das necessidades de metais e proteínas, reagindo com enzimas envolvidas na respiração, gerando a atuação do fungicida em vários processos metabólicos do fungo.

Em experimento realizado pelo CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM (2021), foi avaliado a eficiência de controle dos principais fungicidas utilizados na cultura da soja. Observou-se que quando avaliados de forma isolada e em mistura com outros fungicidas, os tratamentos com Mancozebe se destacaram, apresentando uma baixa severidade quando comparado à testemunha, alto controle e alta produtividade, demonstrando ser uma importante ferramenta para manejo de controle da ferrugem asiática. Segundo Ferezin (2021), a mistura de fungicida picoxistrobina mais benzovindiflupir, associados ao fungicida mancozebe, proporcionou menor área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e maior produtividade em todo o ciclo de estudo que compreendeu as safras 17/18, 18/18 e 19/20.

1.4. Mistura em tanque

O clima Subtropical e tropical predominante nas principais regiões agrícolas do Brasil favorecem a ocorrência simultânea de pragas, plantas daninhas, doenças e deficiências nutricionais. Deste modo a mistura de fungicidas, inseticidas, herbicidas e adubos foliares no tanque de pulverização se torna uma prática essencial para que se tenha um controle eficiente e uma maior produtividade (OLIVEIRA et al., 2021). O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) aprovou a Instrução Normativa n. 40, de 11 de outubro de 2018, que a mistura em tanque é regulamentada e permitida em receituário agrônomo desde que assinada por um Engenheiro Agrônomo e que contenha informações sobre a compatibilidade (BRASIL, 2018). Segundo Gazziero (2015), em pesquisa realizada, observou-se que 97% das aplicações são realizadas com mistura, podendo chegar a ser utilizado mais de sete produtos. Devido ao grande número de produtos utilizados em uma mistura, é necessário estar atento a possíveis problemas com incompatibilidade e se apresenta efeito aditivo, sinérgico e antagônico.

1.4.1. Incompatibilidade de calda

A prática de mistura em tanque de diferentes categorias de defensivos envolve a interação de formulações, solventes, adjuvantes e marcas de produtos, podendo ocorrer problemas de incompatibilidade de calda (OLIVEIRA et al., 2021). Segundo Kissmann (1998), produtos que apresentam o mesmo ingrediente ativo e tipo de formulação podem se diferenciar devido aos ingredientes inertes e adjuvantes que são adicionados. As incompatibilidades são qualificadas como física, quando se tem; decantação, floculação, granulação; formação de precipitados; separação de fases e química, quando ocorre a alteração da eficiência dos ingredientes ativos das formulações (OLIVEIRA et al., 2021; RAKES et al. 2018). Essas incompatibilidades como, por exemplo, a floculação, podem ocorrer devido alterações de pH da calda, alto tempo de armazenamento sem agitação e alta concentração dos produtos no momento da mistura (AZEVEDO, FREIRE, 2006). Segundo Oliveira et al., (2021) a formação de grumos ocorre pela inibição de dispersão adequada e pela estabilidade química dos produtos misturados. Já a separação de fases pode ocorrer devido à baixa agitação do sistema e os tipos de formulações utilizados.

Ao avaliar 115 misturas, comercialmente utilizadas na cultura do café, algodão, batata, tomate e hortifrutigranjeiros, Theodoro et al., (2019) relatam que 29% das misturas apresentaram um ou mais tipos de incompatibilidade e 58% necessitam de atenção e/ou risco para entupimento de filtros de ponta. Em pesquisa semelhante para a cultura da soja e milho, Oliveira et al., (2017) observaram que 11% das misturas requerem atenção no momento do preparo, 18% apresentaram incompatibilidade e 54% necessitam de atenção e/ou risco para entupimento de filtros de ponta. Além das alterações físico-químicas das caldas, problemas com incompatibilidades de calda podem comprometer os sistemas de funcionamento da bomba, entupimento dos filtros e ponta de pulverização. Desse modo, é essencial o conhecimento dos tipos de formulações, ordem em que os produtos serão adicionados e número de produtos que irão para a mistura.

1.4.2. Formulações dos produtos fitossanitários

Um produto que exerce atividade fitossanitária raramente é aplicado no alvo de forma pura (KISSMAN, 1998). Dessa maneira, as formulações carecem ser diluídas antes de sua aplicação, sendo a água o principal veículo para a solubilidade. As formulações são divididas em sólidas, para dissociação em água, e líquidas para diluição em água segundo Gazziero et al., (2021).

As formulações e suas principais características são descritas, a seguir, de acordo com (VÁZQUEZ e CUNHA 2010; OLIVEIRA et al., 2021).

- Grânulos dispersíveis em água (WG): Pertence ao grupo das formulações sólidas, formada por grânulos, que permitem aplicar uma alta quantidade de ingrediente ativo e causam contaminações devido à poeira no momento da aplicação. No momento do preparo necessita de uma alta agitação para que se tenha total diluição.
- Pó molhável (WP): Pertence ao grupo das formulações sólidas, sendo considerada a formulação mais antiga do mercado e é formada por um material de argila (ingrediente ativo adsorvido), dispersantes, estabilizantes e umectantes. Assim como as formulações WG, necessita de alta agitação no preparo da mistura. Tem como vantagem o baixo custo, facilidade de transporte e alta concentração de ingrediente ativo.
- Suspensão Concentrada (SC): Pertence ao grupo das formulações líquidas, são formadas por pequenas partículas moídas, suspensas em um líquido com adjuvante. Segundo Woods et al., (2015) possuem uma cor opaca, que impedem a passagem de luz. Apresenta menor contaminação no preparo da calda, sendo mais simples de medir e manusear. Necessita de agitação no momento de realizar a mistura e em seu armazenamento pode ocorrer sedimentação no fundo da embalagem.
- Concentrado Solúvel (SL): Pertence ao grupo das formulações líquidas, com seu ingrediente ativo dissolvido em água formando uma solução verdadeira, onde não se consegue diferenciar mais o soluto e o solvente. Não necessita de muita agitação no tanque de pulverização e baixa abrasividade.
- Concentrado Emulsionável (CE): Pertence ao grupo das formulações líquidas, sendo uma formulação que necessita de adjuvantes emulsificantes, estabilizadores e corretivos para que ocorra sua mistura em água. Necessita de baixa agitação no preparo da calda. Por ser uma formulação de alta concentração, pode ser corrosivo e causar problemas de fitotoxicidade nas plantas.

No preparo das misturas em tanque, o conhecimento dos tipos de formulações é essencial para evitar problemas de incompatibilidade de calda, entupimento de filtros, contaminação do meio ambiente e operador (GAZZIEIRO et al. 2021). Segundo Oliveira et al., (2021), a ordem de adição das formulações no preparo da calda, pode minimizar problemas de incompatibilidade, adicionando do mais difícil de solubilizar para o mais fácil de solubilizar (Água> Condicionador de calda> PM> WG> SC> SL> CE> Adjuvantes> Fertilizantes foliares> Redutor de espuma).

1.4.3. Produto de baixa solubilidade

A solubilidade é considerada um ponto chave quando analisamos o atual panorama das misturas de produtos. Formulações WG (grânulos dispersíveis) e WP (pó molhável) são formulações que possuem ingredientes ativos e inertes com menor solubilidade. Esse atributo é próprio do ingrediente ativo, seja herbicida, inseticida ou fungicida, sendo que os fungicidas em sua totalidade são caracterizados como insolúveis (DECARO JR., 2019). As formulações devem ser adicionadas de acordo com a sua afinidade com água, visto que os produtos insolúveis devem ser adicionados primeiro, seguidos por suspensões, emulsões e por último as formulações solúveis. Independente da solubilidade ou formulação dos produtos, o sistema utilizado para a agitação deve estar sempre ligado e os produtos devem ser adicionados gradativamente no reservatório (DECARO JR., 2019).

1.5. Adjuvantes

Para a obtenção de uma melhor resposta de um produto fitossanitário e máxima eficiência de controle, visando economia e a mínima exposição do ambiente e do trabalhador rural é necessário aplicar técnicas que possibilitam atingir esses objetivos, a tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários (MATUO, 1990). Os adjuvantes são materiais adicionados ao tanque de mistura com o objetivo de modificar a ação química e as propriedades físicas da calda e tem se tornado uma importante ferramenta para a aplicação dos produtos fitossanitários, pois podem melhorar diretamente o seu desempenho, além de minimizar os efeitos das condições ambientais desfavoráveis no momento da aplicação (HAZEN, 2000; OLIVEIRA, 2011). Estão presentes nas formulações dos produtos fitossanitários, proporcionando

estabilidade e podem ser adicionados à calda no momento da aplicação, podendo atuar na formação de gotas (pulverização), na interação biológica do ingrediente ativo com o alvo e sua dinâmica no ambiente (RAETANO; CHECHETTO, 2019). São classificados de duas formas: adjuvantes ativadores, quando aumentam a atividade dos produtos proporcionando maior absorção e adesividade e adjuvante, úteis quando minimizam os efeitos negativos no processo de pulverização (PENNER, 2000; HAZEN, 2000).

As principais características dos adjuvantes úteis são descritas por Kissmann (1998) e Oliveira (2011), que consideram aqueles que exercem a função de controladores de deriva, dispersantes, depositantes, compatibilizantes, umectantes, protetores de raios ultravioletas, espumantes, acidificantes e condicionadores de água, como descritos a seguir:

- Condicionadores de água: denominados de quelatizantes, exercem a função de reduzir problemas relacionados a qualidade da água, impedindo que alguns ingredientes ativos tenham sua eficiência reduzida;
- Agentes antiespumante: formados por produtos à base de silicone, tem como função destruir as espumas e bolhas formadas durante o processo de preparo das misturas fitossanitárias;
- Redutores de deriva: alteram a viscosidade da calda, evitando a formação de gotas com baixo DMV, mais susceptíveis a deriva;
- Depositantes: têm como vantagem o aumento do produto depositado nas plantas, através da uniformidade da aplicação e menor quantidade de produto fora do alvo;
- Compatibilizantes de calda: são classificados como um material de superfície ativa que permite mesclar produtos com características e formulações diferentes. Reduzem interações físico-químicas entre as caldas de aplicação, permitindo a combinação entre líquidos imiscíveis como água e óleo, e de formulações (WG com SL).

O compatibilizante de calda é um adjuvante facilitador para formar uma calda mais homogênea de fertilizantes foliares e produtos fitossanitários ou de dois ou mais produtos fitossanitários em uma mistura em tanque (HOCK, 1998). Frequentemente tais produtos são utilizados quando se aplicam misturas de herbicidas com fertilizantes químicos (SANTOS, 2007). Tem a função de unir os ingredientes ativos das diferentes formulações e produtos, para que trabalhem fisicamente e quimicamente evitando problemas de decantação, distribuições desiguais de produtos no tanque,

entupimento de bombas e mangueiras, limpeza e reparos no pulverizador (HOCK, 2021).

1.6. Propriedades físico-químicas da calda

A adição de adjuvantes à calda de pulverização pode alterar as propriedades físico-químicas das misturas sendo as causas mais comuns a ação sobre o pH, sobre a condutividade elétrica e sobre a tensão superficial (CUNHA; ALVES; MARQUES, 2017).

O pH é o valor decimal, com sinal trocado, da concentração em íons hidrogênio, influenciando na absorção dos produtos fitossanitários, eficiência do ingrediente ativo, corrosividade e compatibilidade de mistura (VÁZQUEZ e CUNHA, 2010). Segundo Kissmann (1998), os produtos podem tolerar uma variação de pH, apresentando uma maior eficiência quando estão na faixa entre 6,0 e 6,5. No caso dos herbicidas a sua eficiência e absorção foliar é potencializada quando se encontram na faixa de 4,5 (SOUZA; VELLOSO, 1996; SANCHOTENE et al, 2007). Outro fator a ser observado é o pH da água quando vai ser adicionado o produto fitossanitário. Segundo Queiroz (2008) e Kissmann (1998) a água que apresenta uma dureza muito alta, afeta negativamente a estabilidade e eficiência do produto, sendo necessário a adição de produtos quelatizantes e tensoativos não iônicos para realizar a correção do pH.

A condutividade elétrica é relacionada com a presença de íons na sua concentração e valência e vai ser determinada pelos tipos de formulações, quantidades de produtos que vão ser adicionados e qualidade da água (CUNHA; ALVES; MARQUES, 2017). Na mesma pesquisa foi relatado que, independentemente do adjuvante adicionado as misturas, todos aumentaram a condutividade elétrica dos herbicidas, com destaque para o 2,4-D dimetilamina e glifosato, que apresentaram os maiores valores. Também pode estar relacionada com o aumento da eficácia biológica e uma importante ferramenta para auxiliar nas pulverizações eletrostáticas (CARLSON, BURNSIDE, 1984; MASKI, DURAIRAJ, 2010).

A tensão superficial de um produto está diretamente ligada à polaridade de sua estrutura química, sendo uma importante característica físico-química, pois influencia na molhabilidade, absorção e penetração dos produtos fitossanitários. (OLIVEIRA, 2011). A água, considerada o principal meio para a diluição e aplicação

dos produtos fitossanitários, apresenta uma alta tensão superficial (e $72,9 \text{ mN m}^{-1}$, a 20°C .), devido a superfície altamente polar e rica em pontes de hidrogênio, resultando em dificuldades na umectação de uma superfície apolar, induzindo as gotas pulverizadas a manterem-se em formato esférico (MATUO, 1990; OLIVEIRA, 2011; GREISANG, FERREIRA, 2021). Desse modo, o uso de adjuvantes e surfactante com a função de reduzir a tensão superficial são fundamentais para a aplicação para que se tenha uma maior interação do produto e alvo (HAZRA, 2017). Nesse sentido, o cuidado com processo de preparo das misturas de produtos fitossanitários é de grande importância para o sucesso da aplicação, sendo os adjuvantes compatibilizantes de calda uma ferramenta para caldas de diferentes formulações e com dois ou mais produtos.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi determinar o potencial do produto SuperMix[®] (SM) como condicionador de calda de pulverização contendo a mistura em tanque de fungicida protetor (WG) e fungicida curativo (SC). Através do estudo da caracterização físico-química de interesse agrônômico do produto SM, o seu efeito como condicionador de calda, a estabilidade das propriedades físico-químicas do produto e das misturas com fungicidas, a interação do produto SM com os componentes do circuito hidráulico e o efeito do produto SM na redução de resíduos no fundo de tanque.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no laboratório do Núcleo de Investigação em Tecnologia de Aplicação e Máquinas Agrícolas (NITEC) da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Bandeirantes/PR. E foi dividido em quatro etapas: A primeira etapa foi realizar a caracterização físico-química de interesse agrônomo do produto SuperMix® (SM), em solução aquosa; Na segunda foi a caracterização físico-química do SM como compatibilizante em água para os seguintes fungicidas em mistura: Fungicida protetor de formulação WG Unizeb Gold® (UG) e o Fungicida curativo de formulação SC FoxXpro® (FX) e o adjuvante Aureo de formulação EC; Na terceira etapa foi estudado a interação do produto SM com os componentes do circuito hidráulico e o efeito para reduzir o risco de entupimento das pontas de pulverização quando utilizado com o fungicida UG e, na quarta etapa foi determinado o efeito do produto SM na redução da quantidade de resíduos remanescentes de fundo de tanque do fungicida UG em diferentes volumes de aplicação (concentração).

O produto SuperMix® é um adjuvante fabricado pela empresa Juma-Agro e tem como composição a associação de emulsificantes, glicerina, polissacarídeos e corante. O produto possui como sugestão a melhor homogeneização da calda fitossanitária e é proposto como condicionador de calda, sendo que em todas as etapas a seguir ele foi o primeiro produto a entrar na formação da calda para melhor efeito.

2.1. Caracterização físico-química de interesse agrônomo do produto SuperMix®

Foi realizada a caracterização físico-química do produto SM para verificar a aptidão do produto na solubilidade em água (principal veículo de diluição das formulações dos agrotóxicos). O produto SM foi adicionado inicialmente à água na verificação da funcionalidade de condicionador de água (compatibilizante), ou seja, como primeiro produto a ser adicionado anterior aos agrotóxicos ou outros produtos agrícolas. Para isso, foi estudado a relação da concentração do produto em solução aquosa com as propriedades de pH, condutividade elétrica, densidade e tensão superficial. Foram diluídos em água onze concentrações (0,10; 0,15; 0,25; 0,50; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5; 2,0; 2,5 e 5,0%, v/v) e realizadas medidas no peagâmetro (Digimed,

modelo DM-22), condutivímetro microprocessado (modelo R-TEC-4P-MP), tensão superficial realizada pelo método gravimétrico com gotas geradas com volume e tempo constante por meio de uma bomba de infusão (Samtronic ST7000) e a densidade realizada pelo método da pesagem em balança analítica de quatro casas decimais e determinada pela equação: $D \text{ (g cm}^{-3}\text{)} = m/v$.

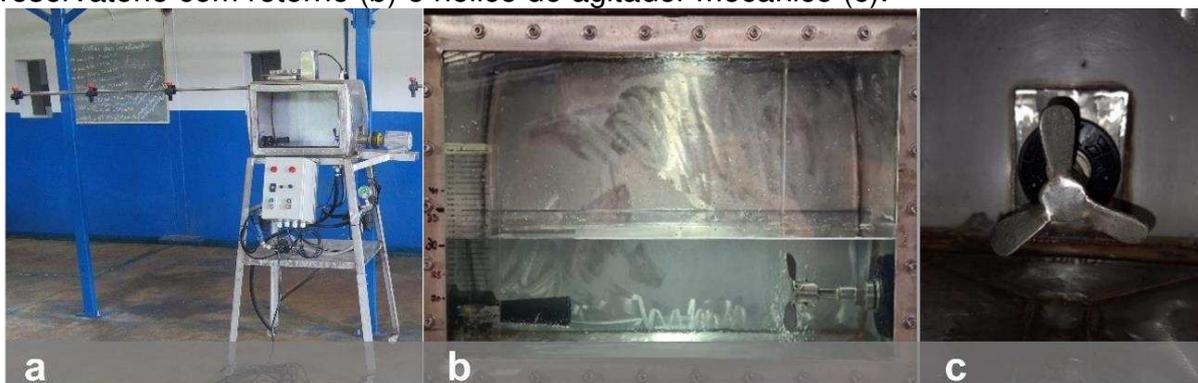
2.2. Caracterização físico-química do SuperMix® como compatibilizante em água para os fungicidas em mistura

Foi realizada a caracterização físico-química em três taxas de aplicação, 20, 80, e 130 L ha⁻¹ da mistura Unizeb Gold e SM e avaliadas as características de condutividade elétrica, tensão superficial e pH. E a caracterização físico-química do produto SM como condicionador de água para o preparo de calda com taxa de aplicação de 100 L ha⁻¹, para o preparo da mistura dos seguintes produtos: Fungicida protetor UG de formulação WG, fungicida curativo FX de formulação SC e o adjuvante Aureo de formulação EC. Para isso foram determinados o pH, a condutividade elétrica e a tensão superficial de forma individual e de acordo com as várias sequenciais de adição de cada produto para realização da mistura final.

2.3. Interação do produto SuperMix® com os componentes do circuito hidráulico

Foi determinado o potencial do produto SM® na solubilidade e na redução do risco de entupimento das pontas de pulverização quando utilizado com o fungicida UG + FoxXpro + Aureo (adjuvante). O preparo de calda foi realizado em um simulador de misturas em tanque com depósito de capacidade nominal de 60 litros com formato retangular de 30 x 40 cm (largura e comprimento) com ponto de sucção na porção inferior do reservatório e ponto de retorno na parte superior e com um agitador mecânico de hélice acionado por um motor de 0,19 kW com a rotação do eixo controlada por um potenciômetro. O simulador representa em menor escala um circuito hidráulico de um pulverizador comercial, constituído de depósito com retorno, sistema de agitação por *Venturi* e mecânica, bomba, comando, manômetro, filtro de linhas e de pontas e barra com três pontas de pulverização espaçadas de 0,5 metros (Figura 1).

Figura 1 – Vista geral do simulador de misturas em tanque (a), vista frontal do reservatório com retorno (b) e hélice do agitador mecânico (c).



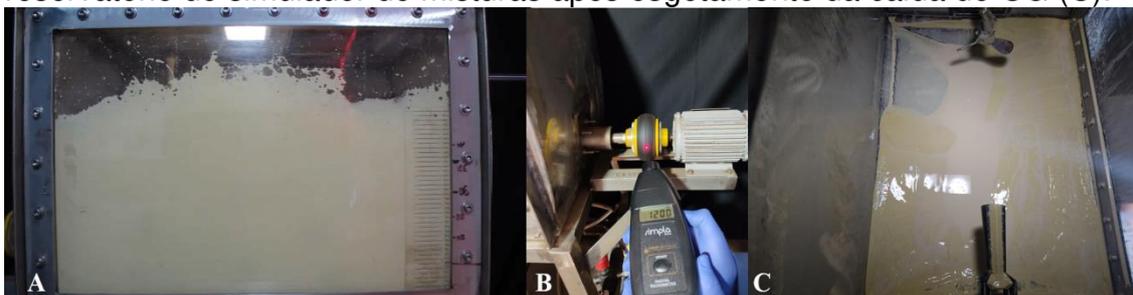
Fonte: Núcleo de Investigação em Tecnologia de Aplicação e Máquinas Agrícolas (NITEC), 2021

Para o preparo da calda foi adicionado 20 litros de água, ligado a bomba para circulação da calda em todo o sistema e, em seguida, ligado o agitador mecânico na menor rotação de 165 RPM aferido com tacômetro digital (Simpla, modelo TC34), para adição de 0,4 litros de SM, 1,25 kg de UG, 0,25 L de FX e 0,20 L de Aureo e completado o tanque para 40 litros de volume final de calda. A calda foi agitada por 60 segundos e iniciado a pulverização em três pontas de pulverização, modelo XR110015 na pressão de 250 kPa com vazão de $0,54 \text{ L min}^{-1}$. A calda foi coletada a cada três minutos e quantificado a vazão pelo método gravimétrico, totalizando oito pontos amostrais para cada tratamento. A calda foi preparada para atender uma taxa de aplicação de 80 L ha^{-1} .

2.4. Efeito do produto SuperMix® na redução de resíduos no fundo de tanque

Foram analisados os resíduos remanescentes no reservatório de calda do simulador no momento imediato ao preparo da calda e após 24h de repouso em três taxas de aplicação 20, 80 e 130 L ha^{-1} (concentração do produto Unizeb Gold). As duas caldas utilizadas foram: SM (0,4 litros) + UG ($2,5 \text{ L ha}^{-1}$) e somente UG ($2,5 \text{ L ha}^{-1}$). Após o preparo da calda, conforme a etapa anterior, a calda foi agitada nas rotações de 400 e 1200 rpm e depois pulverizada até esgotar toda a calda do reservatório do simulador de misturas como disposto na Figura 2.

Figura 2 – Agitação de 1200 RPM da calda de pulverização de Unizeb Gold® (UG) na taxa de 20 L ha⁻¹ (A). Tacômetro utilizado para calibrar as rotações (B). Fundo do reservatório do simulador de misturas após esgotamento da calda de UG (C).



Fonte: NITEC, 2021.

Em seguida foram utilizados 1,5 Litros de água em uma pisseta para lavar o fundo do reservatório do simulador e toda a massa líquida foi retirada por um dreno no lado oposto ao ponto de sucção da bomba (Figura 3). A massa foi pesada e o volume utilizado para limpeza (1,5 L) foi subtraída e o resultado expresso em gramas de resíduos decantados ou sedimentados no fundo do reservatório após a pulverização (Figura 4).

Figura 3 – Pesagem do volume de água para limpeza do fundo do simulador (A) Limpeza do fundo do simulador após a pulverização da calda de Unizeb Gold® (B).



Fonte: NITEC, 2021.

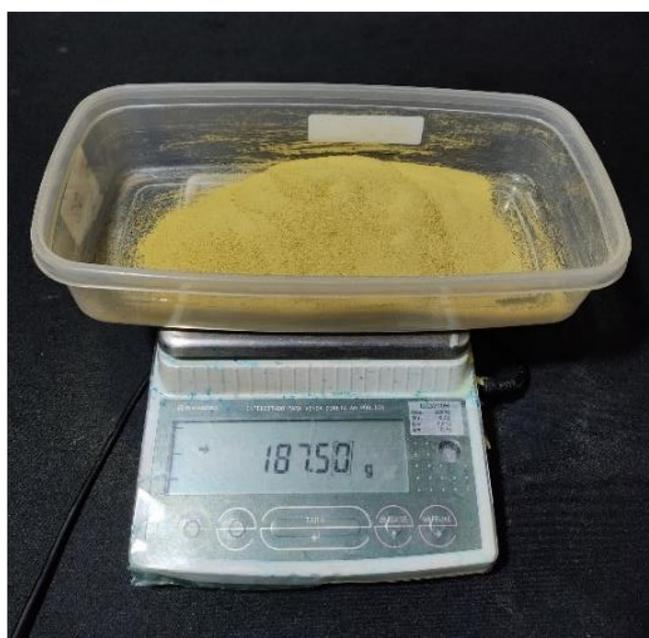
Figura 4 – Pesagem dos resíduos após a pulverização da calda de SuperMix® + Unizeb Gold®.



Fonte: NITEC, 2021.

Assim que realizada a pesagem dos resíduos, a calda foi retornada ao tanque de pulverização e armazenada sem agitação por 24 horas. Também foram adicionadas as quantidades de produtos correspondentes aos 1,5 litros de água utilizados para a lavagem do simulador (Figura 5), visando não afetar a concentração do Unizeb Gold. Após a calda ficar 24 horas no reservatório do simulador foi repetido o mesmo processo de lavagem e coleta dos resíduos.

Figura 5 – Pesagem de Unizeb Gold® (20 L ha⁻¹) correspondente a 1,5 litros de água utilizada na lavagem do simulador.



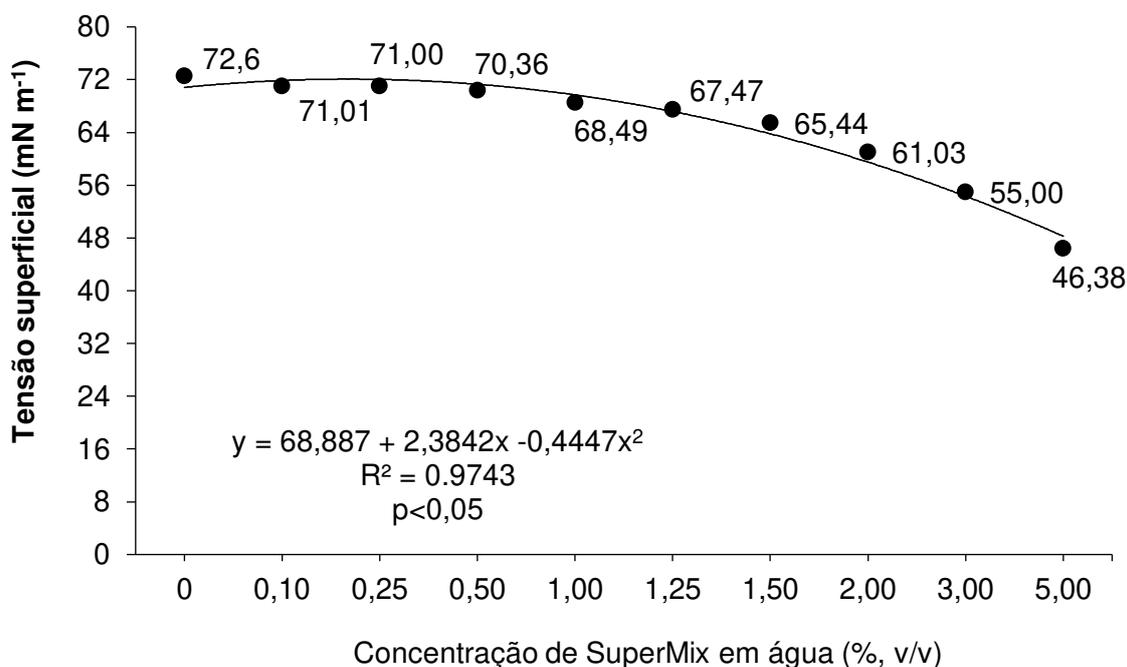
Fonte: NITEC, 2021.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização físico-química de interesse agrônomo do produto SuperMix®

Na Figura 6, está apresentado a relação entre a tensão superficial e a concentração do produto SM. Em solução aquosa, o produto proporciona baixa redução da tensão superficial da água ($72,6 \text{ mN m}^{-1}$) indicando que a sua adição em água tem efeito na tensão superficial das caldas de pulverização em níveis comuns encontrados nas caldas de pulverização ($<50 \text{ mN m}^{-1}$) somente a partir de 3%, v v⁻¹. A tensão superficial diz respeito as forças de coesão e adesão que atuam sobre a gota de pulverização. É uma medida indireta da interação entre a gota e o alvo pois tem uma relação positiva com o ângulo de contato e o espalhamento da gota no alvo e relação negativa com o tempo de evaporação. De acordo com Oliveira (2011) a tensão superficial tem um papel importante para a eficiência das aplicações, visto que está diretamente relacionada a molhabilidade, espalhamento e absorção da calda nas superfícies foliares.

Figura 6 – Tensão superficial em função da concentração do SuperMix®.



Fonte: Autor, 2021.

Na Tabela 1 está apresentado os resultados do pH e da densidade em função da concentração do SM. Para ambas as características, observa-se que não há alteração significativa com o aumento da concentração do SM, ou seja, os valores das propriedades de pH e densidade são constantes com o aumento da concentração. Observa-se correlação nula ou relação constante entre a densidade e a concentração do produto (Tabela 1), ou seja, nas maiores concentrações não apresentou diferença significativa de densidade ($p > 0,05$).

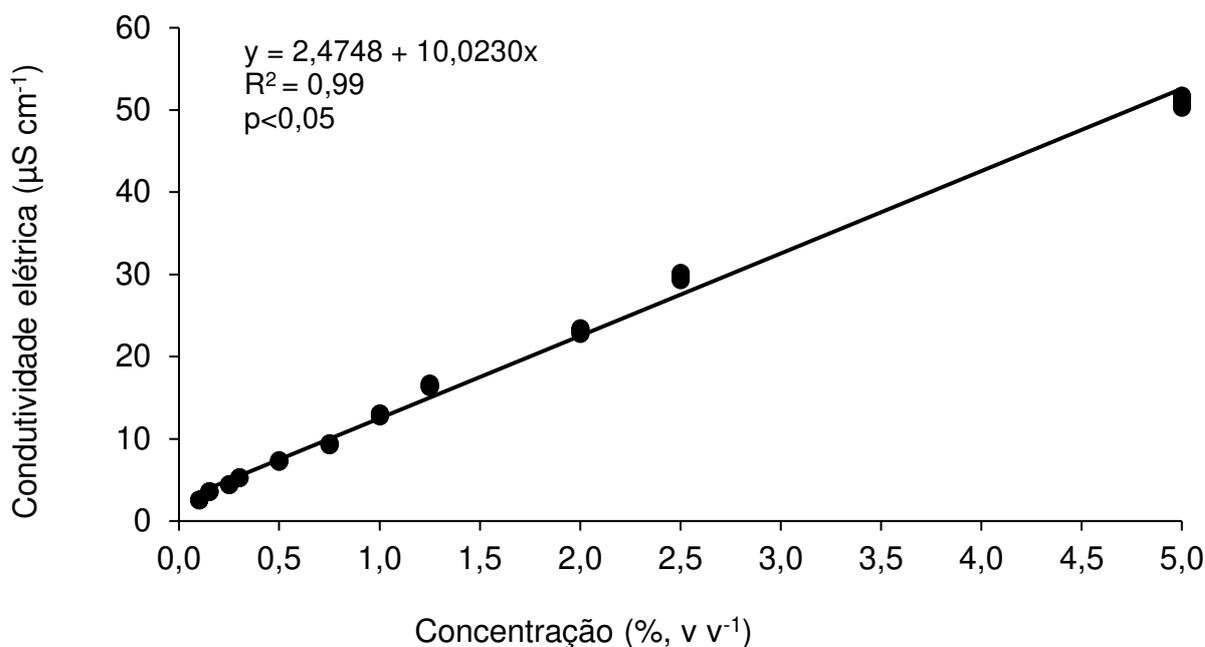
Tabela 1 – Média do pH e densidade em função da concentração do produto SuperMix®.

Característica	Concentração (% v v ⁻¹)									
	0,10	0,15	0,25	0,30	0,50	0,75	1,0	2,0	2,50	5,0
pH	7,60	7,50	7,50	7,45	7,40	7,35	7,30	7,25	7,20	7,10
Densidade (g cm ⁻³)	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02

Fonte: Autor, 2021.

Para a condutividade elétrica, o SM aumentou linearmente a condutividade elétrica da água com valor máximo de 52,3 $\mu\text{S cm}^{-1}$ na maior concentração de 5%, conforme a Figura 7. Segundo Oliveira (2011), o aumento da condutividade elétrica feita apenas com água e adjuvante pode se dar em função das características intrínsecas da formulação do adjuvante. O produto SM tem baixa carga tensoativa e proporciona variação prática na tensão superficial somente a partir de concentração de 3%, v/v. A adição do SM proporciona mudança no pH, porém em baixa magnitude (máxima de 0,5 unidades) e uma relação linear entre a condutividade elétrica e a concentração.

Figura 7 – Condutividade elétrica em função da concentração do SuperMix®.



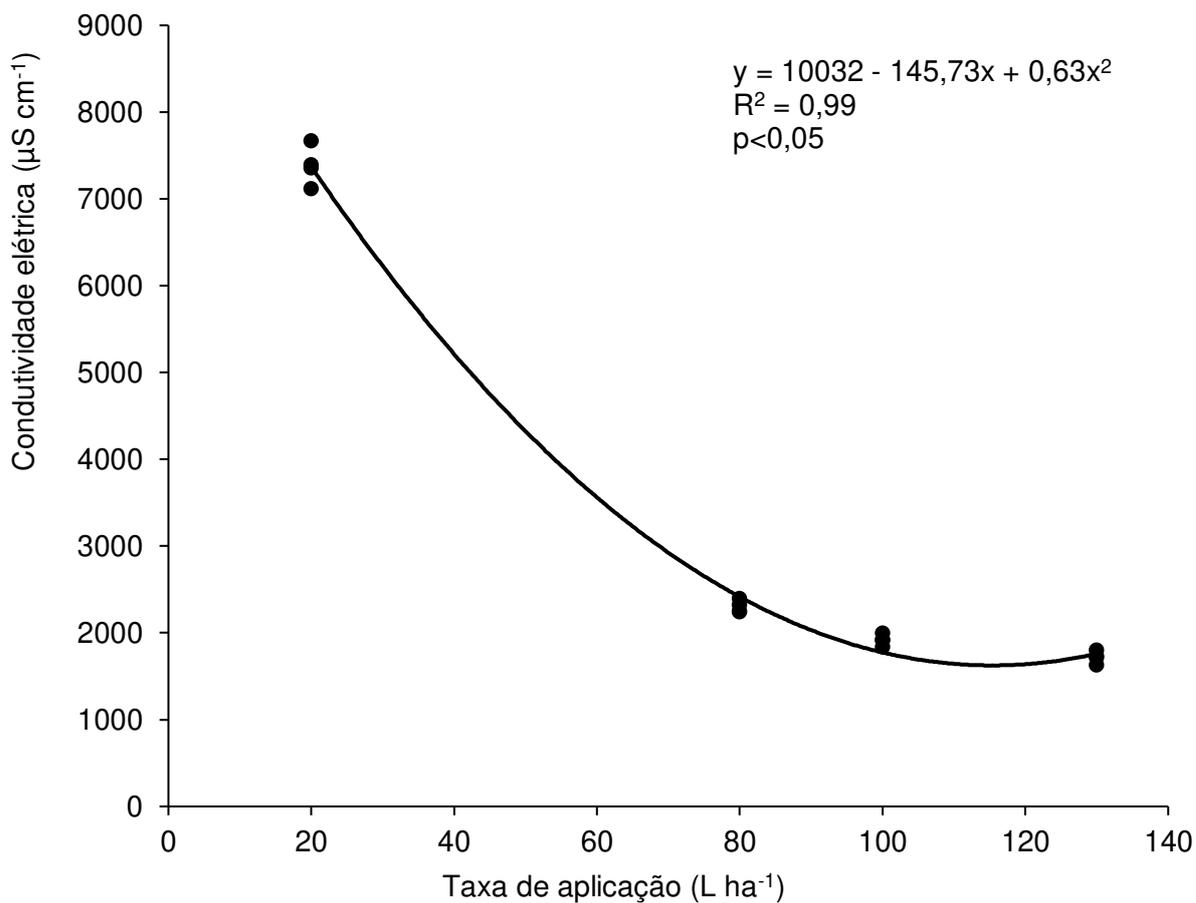
Fonte: Autor, 2021.

3.2. Caracterização físico-química do produto SuperMix® como compatibilizante em água para com os fungicidas em mistura

Na Figura 8, está apresentando a condutividade elétrica em diferentes volumes de aplicação da mistura SM+UG. Observa-se que à medida que aumenta o volume de aplicação há uma redução na condutividade elétrica. Não houve diferenças significativas entre as três caldas de pulverização, por isso, optou-se por ajustar um modelo polinomial para representar as três caldas de aplicação.

Ao estudar a condutividade elétrica de fungicidas sem e com adjuvante na taxa de 100 L ha^{-1} , Ribeiro et. al, (2021), ao avaliar as compatibilidade físico-química de caldas fungicidas e adjuvantes, observaram os maiores valores de condutividade elétrica para as misturas de Mancozeb Glory®, variando de $1148,0$ a $2002,0 \mu\text{S cm}^{-1}$.

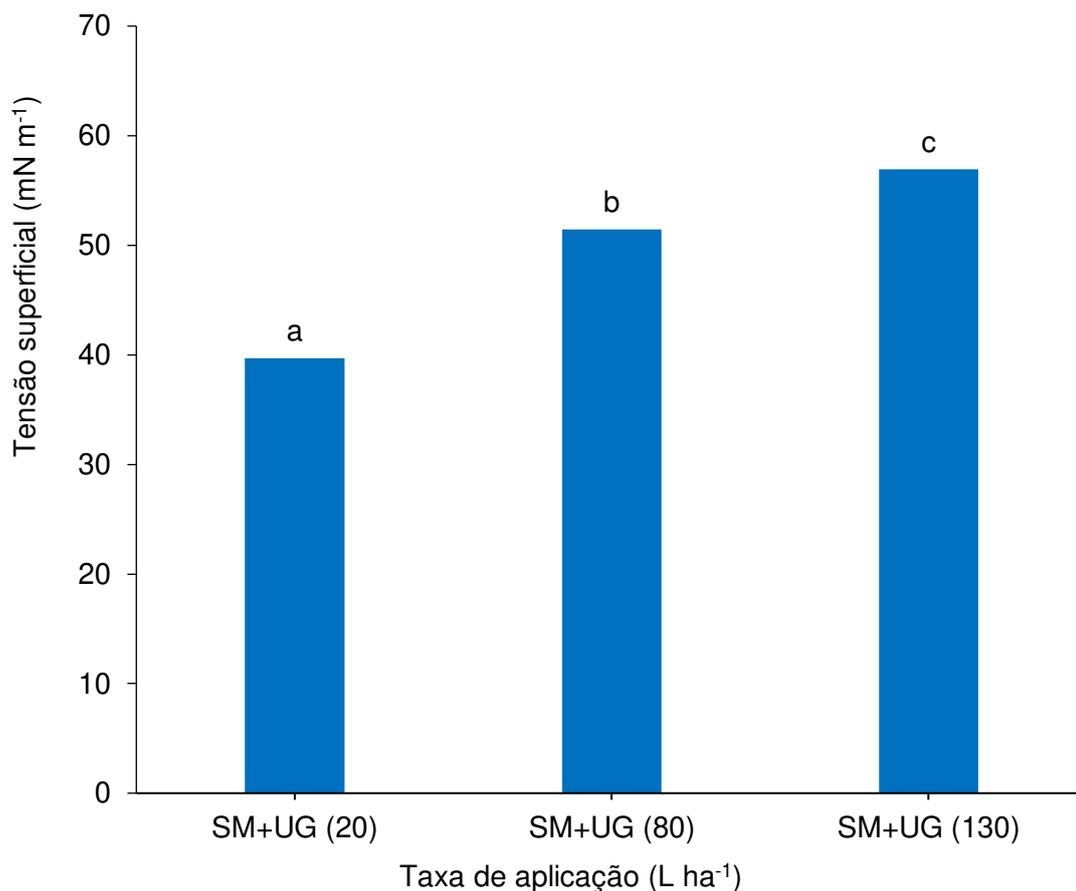
Figura 8 – Condutividade elétrica da mistura SuperMix® + Unizeb Gold® em diferentes taxas de aplicação (L ha⁻¹).



Fonte: Autor, 2021.

Na Figura 9, observa-se a tensão superficial da mistura contendo SM + UG em diferentes volumes de aplicação. Ressalta-se que à medida que se reduz o volume de aplicação há uma redução significativa da tensão, com diferenças significativas entre os três volumes (20, 80 e 130 L ha⁻¹).

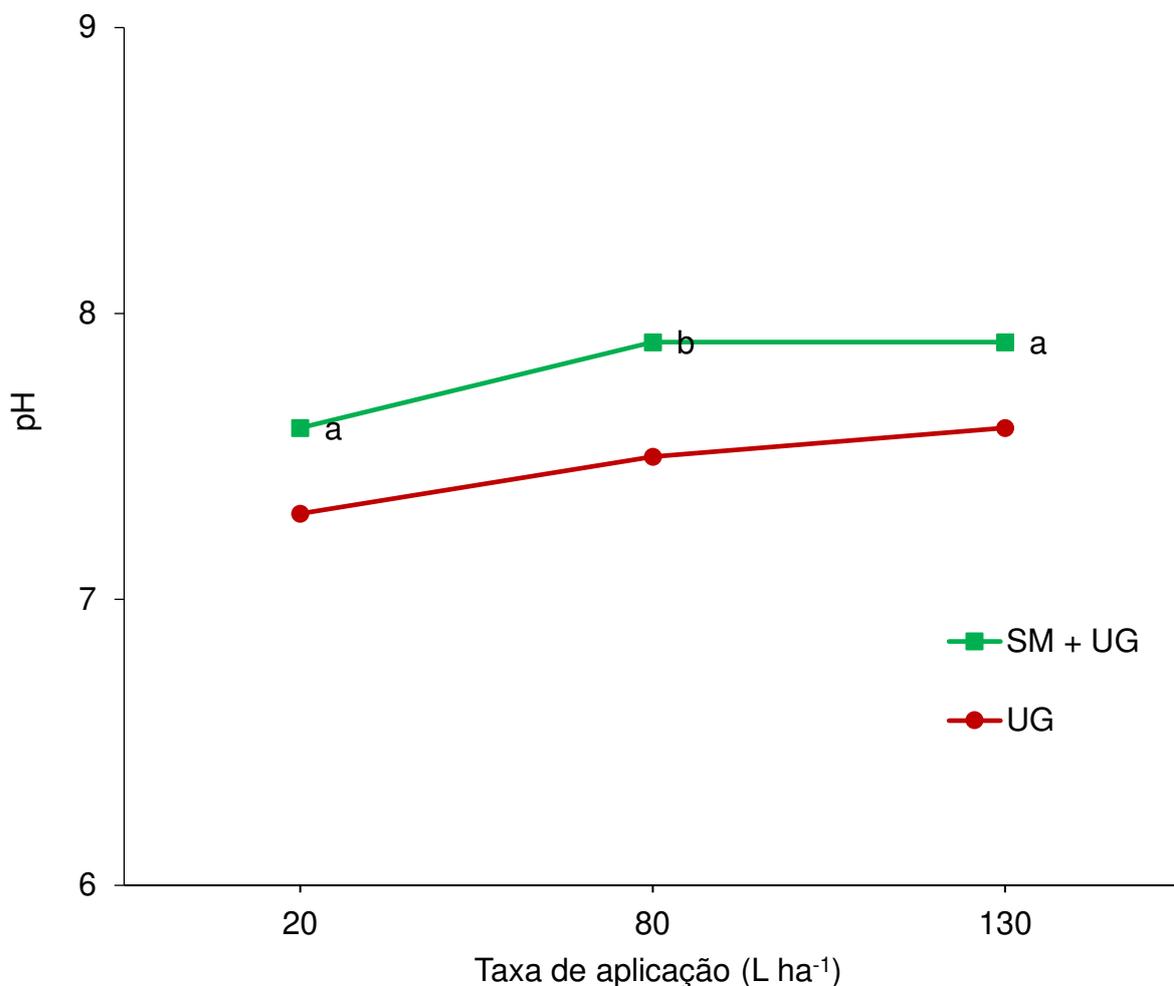
Figura 9 – Valores médios de tensão superficial da mistura do produto SuperMix® (SM) e o fungicida Unizeb Gold® (UG) em diferentes taxas de aplicação ($L ha^{-1}$). Letras iguais não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p>0,05$).



Fonte: Autor, 2021.

A redução do volume não reduziu o pH e houve diferença significativa somente na taxa de $80 L ha^{-1}$ entre as caldas de pulverização, como pode ser observado na Figura 10. Segundo Ramos (2013) a redução do volume de aplicação é uma ferramenta para aumentar a capacidade operacional, porém na medida em que se muda a concentração pode ocasionar mudanças nos valores de pH.

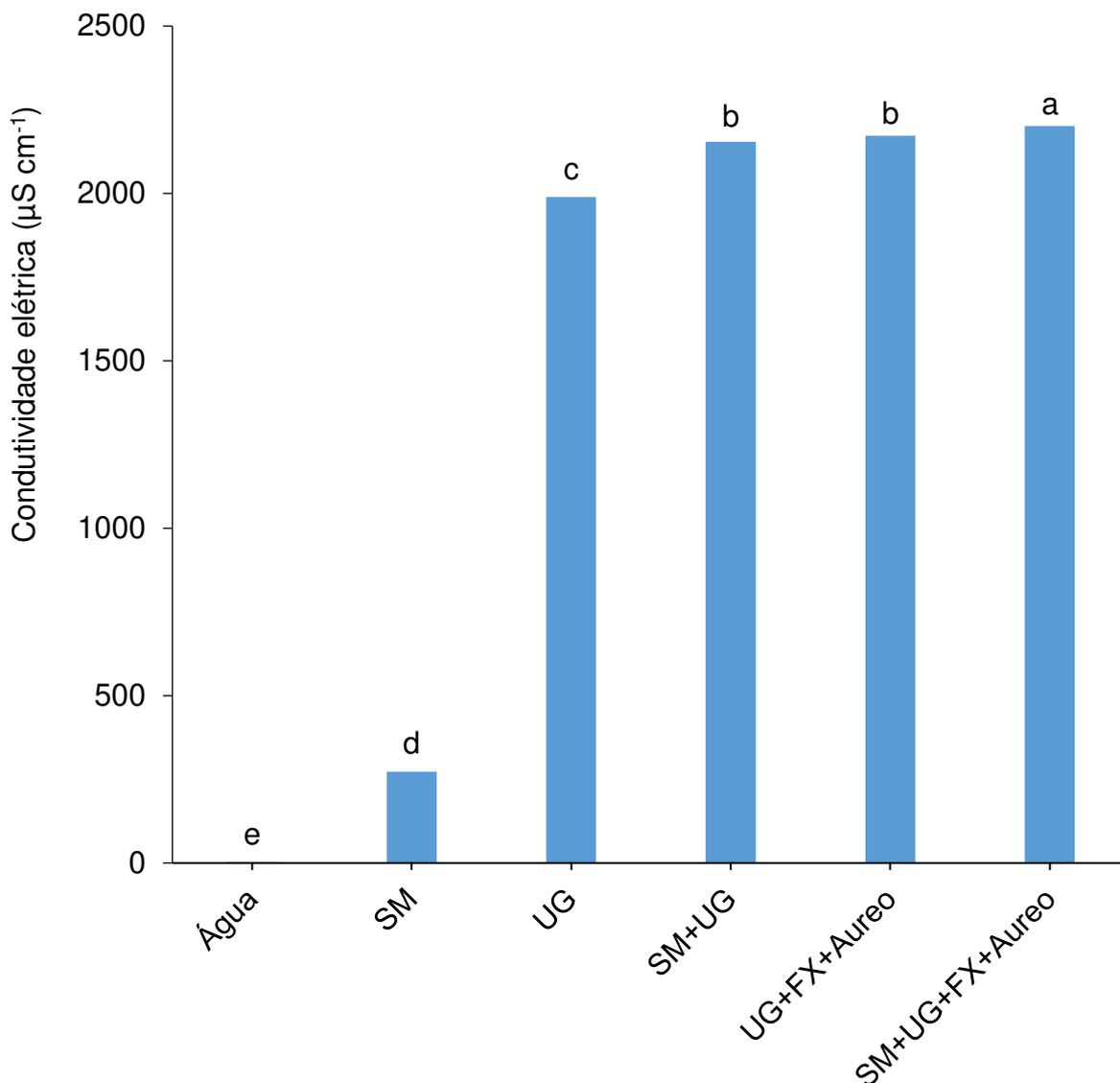
Figura 10 – Valores médios de pH da mistura do produto SuperMix® (SM) + Unizeb Gold® (UG) e somente UG em diferentes taxas de aplicação (L ha⁻¹). Letras iguais não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p>0,05).



Fonte: Autor, 2021.

Na Figura 11, avalia-se os valores de condutividade elétrica dos diferentes produtos isolados e em mistura na concentração de 100 L ha⁻¹ (volume de aplicação médio do Brasil e muito praticado no Estado de Goiás e Tocantins). Observa-se que a água apresenta baixa condutividade elétrica em relação aos produtos. Com a adição de cada produto, observa-se um aumento significativo da condutividade elétrica. Com a adição inicial do SM na calda final, observa-se um aumento significativo da condutividade elétrica. Cunha, Alves e Marques (2017), observaram que a adição de adjuvantes à calda de herbicidas, fungicidas e inseticidas aumenta significativamente a condutividade elétrica, onde o herbicida 2,4-D passou de 3013,50 para 3209,25 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

Figura 11 – Condutividade elétrica das caldas durante o preparo e adição sequencial dos produtos para realização da mistura na concentração de 100 L ha⁻¹. Letras iguais não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p>0,05).

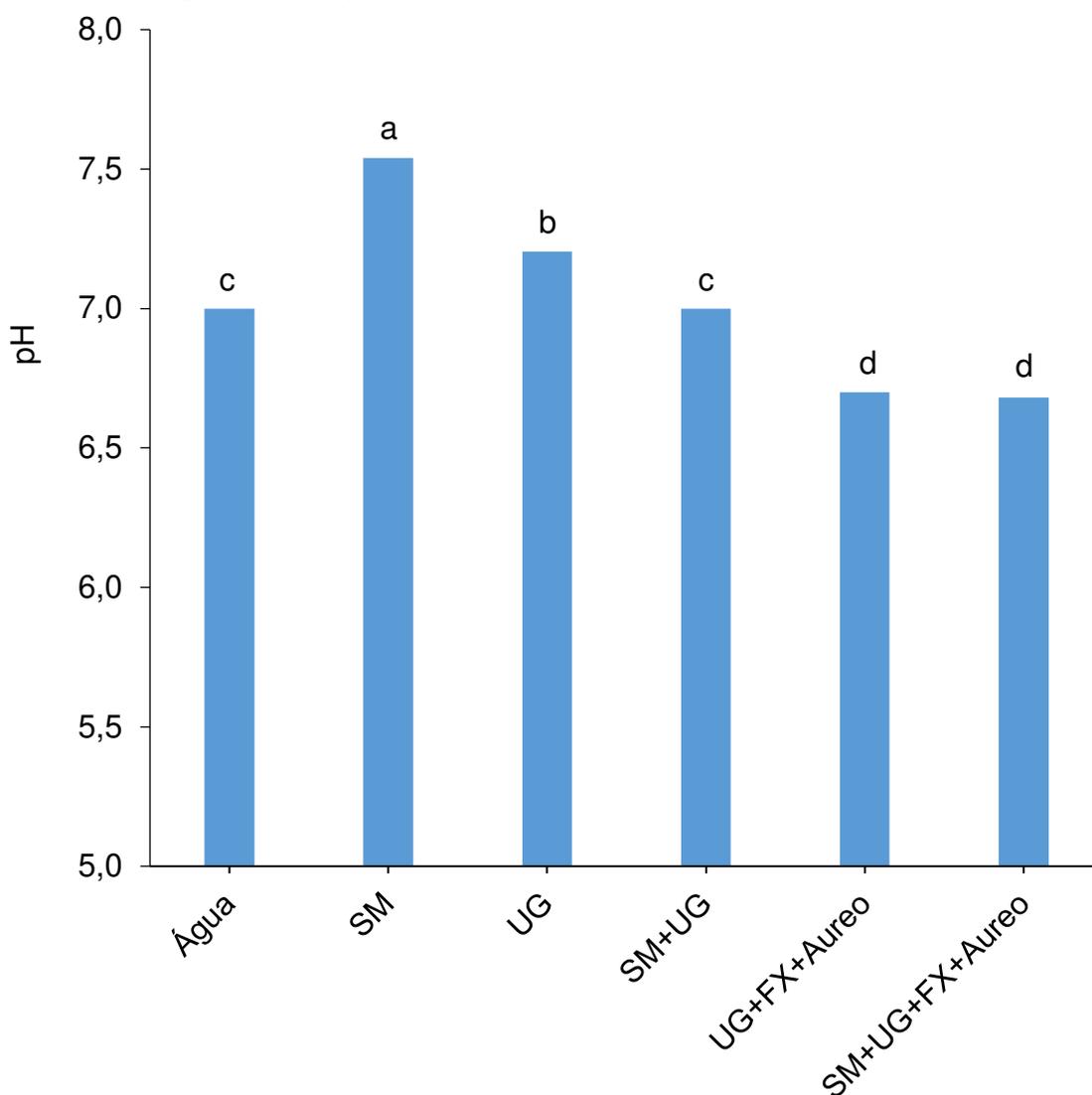


Fonte: Autor, 2021.

Na Figura 12, está apresentado os valores de pH ao longo da sequência dos produtos para o preparo da calda na concentração de 100 L ha⁻¹. A adição do SM houve um aumento do pH da água, ocorrendo redução com a adição do UG, FX e Aureo. Na calda final o SM não altera o pH das misturas dos fungicidas. Resultados semelhantes foram descritos por Souza (2019), onde o fungicida Unizeb Gold apresenta efeito tampão, no qual mantém a calda em pH próximo ao inicial mesmo após a adição do adjuvante, porém pode sofrer mudanças quando adicionado mais de 3 produtos à calda. Segundo Theodoro et al., (2019) e Oliveira et al., (2017) ao

utilizarem o fungicida Unizeb Gold em misturas de até sete produtos fitossanitários, observaram uma faixa variável de pH, de 4,81 até 8,17. Os valores extremos de acidez e alcalinidade foram detectados pela adição dos fertilizantes foliares.

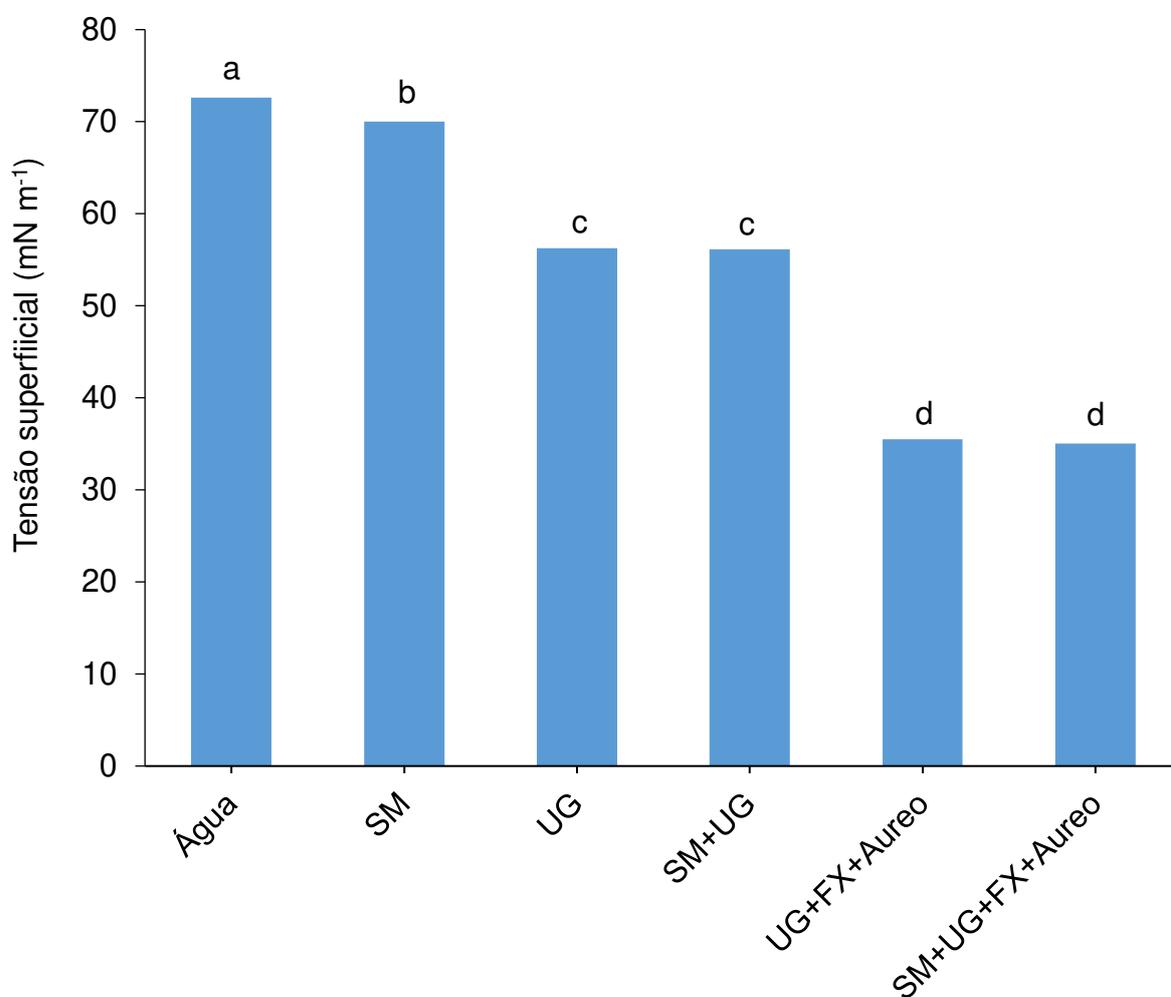
Figura 12 – Valores de pH no preparo e adição sequencial dos produtos para realização da mistura na concentração de 100 L ha⁻¹. Letras iguais não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p>0,05).



Fonte: Autor, 2021.

A adição dos produtos reduz significativamente a tensão superficial da água. A calda final apresentou um nível de tensão superficial satisfatório (<40 mN m⁻¹) e sem alteração do produto SM na tensão superficial das misturas dos fungicidas (Figura 13). Cunha, Marques e Alves (2017) avaliando as tensões superficiais de diferentes fungicidas sem e com adjuvante, observaram resultados semelhantes para FX + Aureo (37,10 mN m⁻¹) e apenas p FX (38,22 mN m⁻¹).

Figura 13 – Tensão superficial das caldas durante o preparo e adição sequencial dos produtos para realização da mistura na concentração de 100 L ha⁻¹. Letras iguais não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).



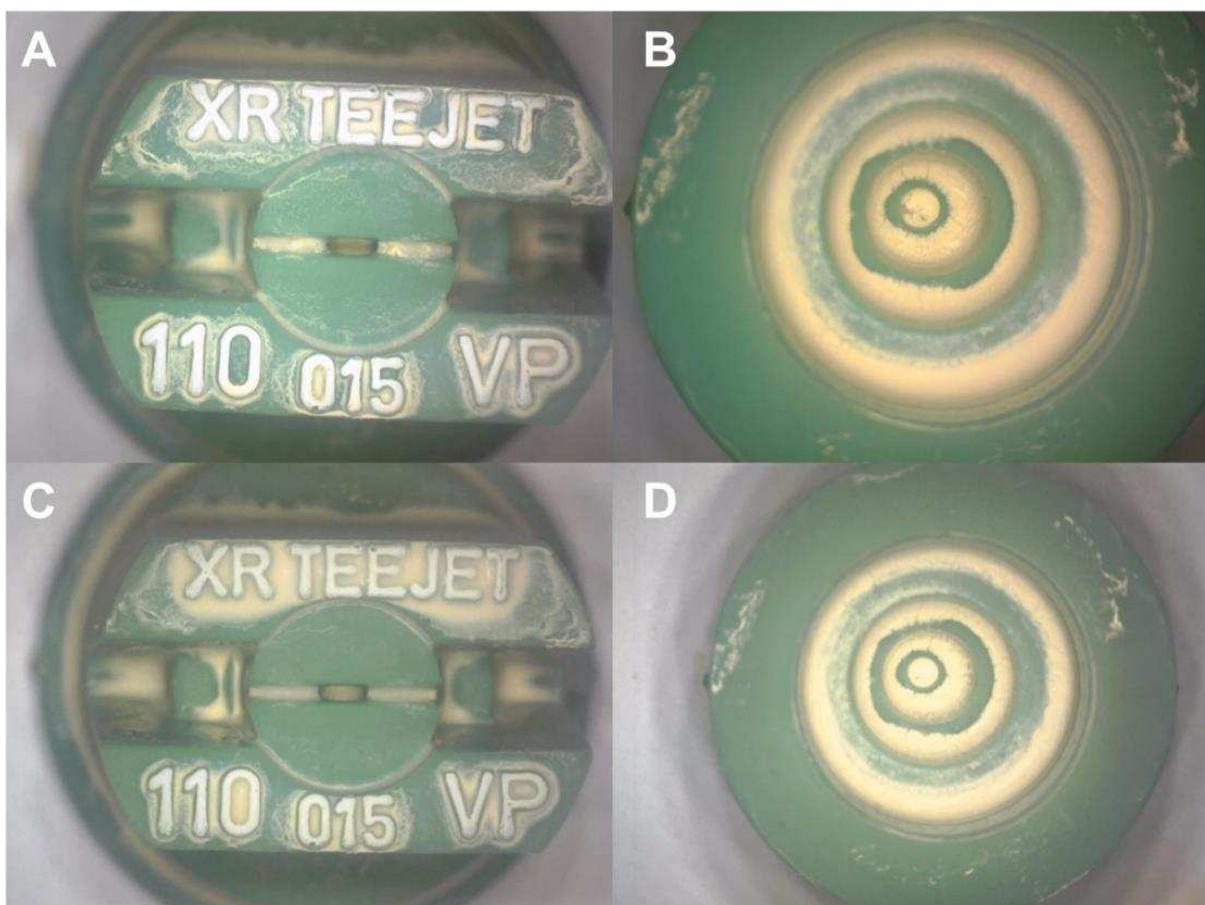
Fonte: Autor, 2021.

Na ordem que foram adicionados os produtos no preparo da calda observa-se um aumento da condutividade elétrica à medida que foi adicionando cada produto até a formação da calda final, redução do pH e da tensão superficial, ou seja, do ponto vista prático são mudanças desejáveis e comuns nas misturas em tanque.

3.3. Interação do produto SuperMix® com os componentes do circuito hidráulico.

Nas análises por imagens (Figura 14), observa-se aspecto de obstrução semelhante, porém observou-se que na calda contendo o SM está solúvel, enquanto na calda sem o SM tem aspecto de uma pasta que com o passar do tempo pode se solidificar e causar problemas em todo o sistema de filtragem e hidráulico do pulverizador.

Figura 14 – Pontas de pulverização XR110015 (A) parte superior da ponta com Unizeb Gold® (UG) (B) parte inferior da ponta com UG (C) parte superior da ponta com SuperMix® (SM) + UG (D) parte inferior da ponta com UG + SM.

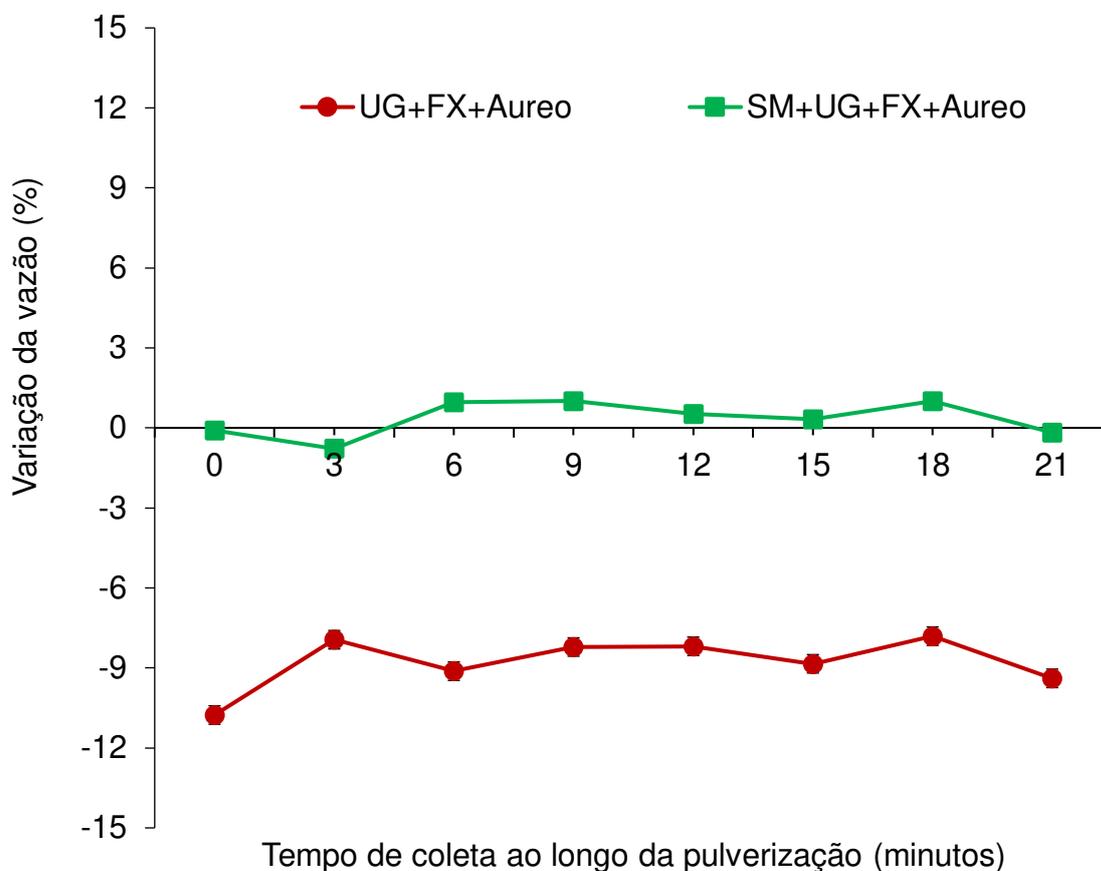


Fonte: NITEC, 2021.

Figura 15 observa-se a variação significativa da vazão da ponta de pulverização XR110015 em função das duas caldas preparadas ($p < 0,01$). Nota-se que a calda sem o SM apresentou menor vazão caracterizado pelo entupimento dos filtros das pontas de pulverização, enquanto a calda com o SM não houve alteração do padrão de vazão da ponta. Em pesquisa semelhante, Souza (2019), não observou diferença significativa nas vazões coletadas das caldas de Aureo®, FOX®, FOX® +

Aureo[®], Unizeb Gold[®], Unizeb Gold[®] + Aureo[®], FOX[®] + Unizeb Gold[®] e FOX[®] + Unizeb Gold[®] + Aureo[®].

Figura 15 – Variabilidade da vazão ao longo do tempo de coleta de pulverização do fungicida Unizeb Gold[®] (UG) + FoxXpro[®] (FX) + Aureo sem e com o produto SuperMix[®] (SM). *Diferenças significativas entre as caldas em todo o tempo de coleta pelo teste t de Student ($p < 0,01$).



Fonte: Autor, 2021.

O produto SM reduz significativamente em nível de simulador de misturas o risco de entupimento e/ou obstrução das malhas dos filtros das pontas do pulverizador quando utilizada a mistura dos fungicidas UG e FX + Aureo. Nas análises por imagens, no preparo de caldas, o produto SM apresenta maior aspecto de sujeira nos filtros devido ao produto UG, porém os resíduos apresentam solúveis e de fácil limpeza e não causa uma obstrução prejudicial a vazão, enquanto somente com o UG, os resíduos são menores, porém pastosos, de difícil escoamento e que reduzem a vazão nas pontas.

3.4. Efeito do produto SuperMix® na redução de resíduos no fundo de tanque.

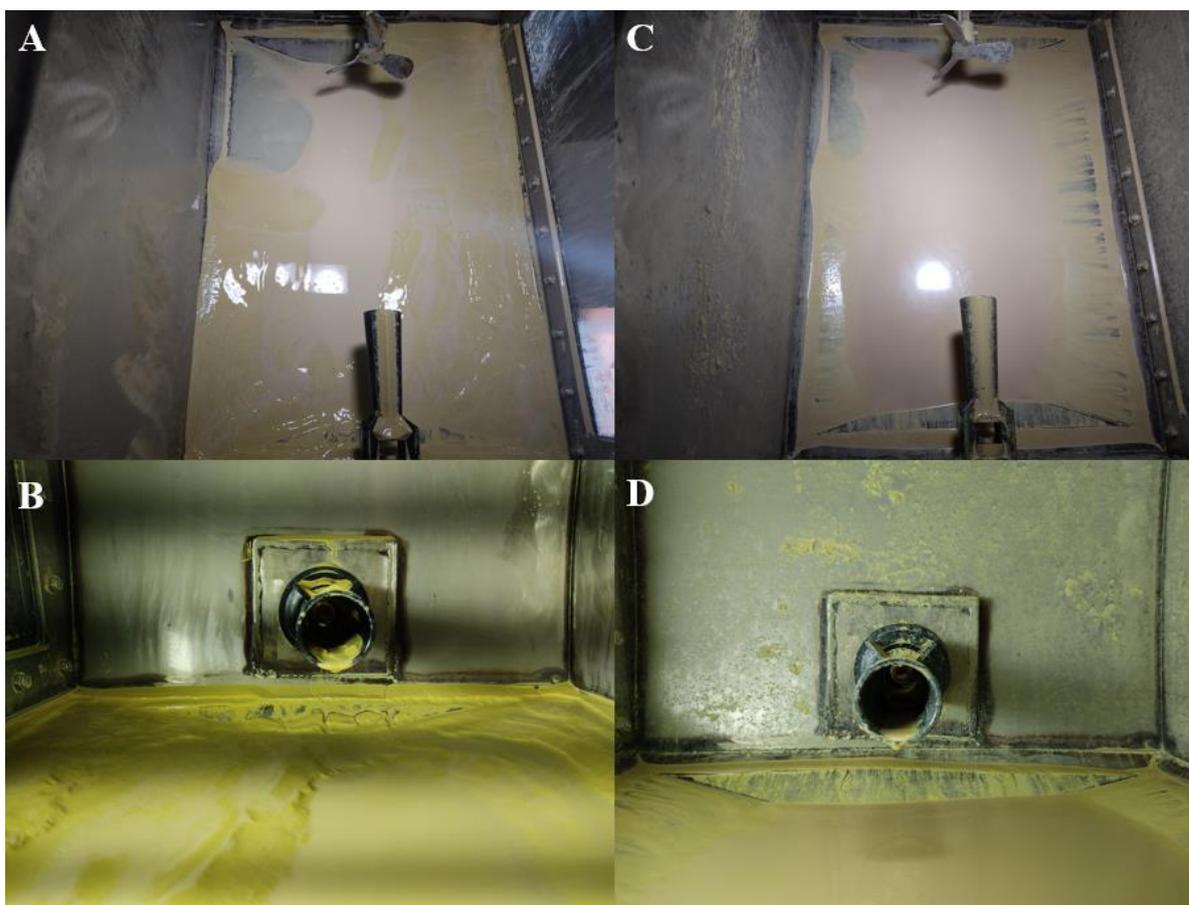
Na Tabela 2 estão apresentando os resíduos médios quantificados no fundo do reservatório do simulador de misturas, após cessar todo o processo de pulverização iniciado imediatamente ao preparo da calda. Na menor taxa de aplicação, observa-se maior redução dos níveis de decantação e sedimentação do produto com o uso do SM (Figura 16), proporcionando valores médios de redução de até 3,28 vezes. Na taxa de 80 L ha⁻¹ também houve redução de resíduos com o uso do SM, porém em menor magnitude (1,51 vezes), enquanto na taxa de 130 L ha⁻¹ houve diferença significativa sem e com o uso do SM. Isso indica que em situações de menor taxa de aplicação são as condições de maior potencial de uso do produto SM.

Tabela 2 – Resíduo remanescente no fundo do tanque (g) com a pulverização imediata ao preparo da calda de Unizeb Gold® (UG) e SuperMix® (SM) + UG em três taxas de aplicação.

Calda de aplicação	Taxa de aplicação (L ha ⁻¹)		
	20	80	130
UG	657,72 aA	476,64 aB	200,42 aC
SM + UG	214,13 bA	132,36 bB	131,05 bB
CV Experimental	9,44%		

Letras maiúsculas na linha comparam as taxas de aplicação e minúsculas na coluna comparam as caldas de aplicação. Letras iguais não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Figura 16 – Resíduo remanescente no fundo do tanque, após a pulverização imediata das caldas na taxa de aplicação de 20 L ha⁻¹ : Unizeb Gold® (UG) (A e B) e SuperMix® (SM) + UG (C e D).



Fonte: NITEC, 2021.

Na Tabela 3, estão apresentados os valores dos resíduos quantificados no fundo do reservatório do simulador de misturas em diferentes volumes de aplicação (L ha⁻¹), após o preparo, a calda ficou 24h em repouso no tanque do pulverizador e, foi realizada a pulverização esgotando toda a calda pela sucção da bomba. Na menor taxa de aplicação, observa-se maior redução dos níveis de decantação e sedimentação do produto com o uso do SM, proporcionando valores médios de redução de até 4,86 vezes na taxa de 20 L ha⁻¹(Figura 17). Na taxa de 80 L ha⁻¹ também houve redução de resíduos com o uso do SM, aproximadamente 3,77 vezes e na taxa de 130 L ha⁻¹ em menor magnitude (1,36). Os resultados após 24h validam o potencial do produto SM na redução de resíduos encontrado na pulverização imediata ao preparo. Isso evidencia que o SM potencializa ainda mais o escoamento da calda e reduz os efeitos do produto quanto ao repouso no tanque. Os resíduos depositados no fundo do tanque são indesejados, pois podem conter parte do

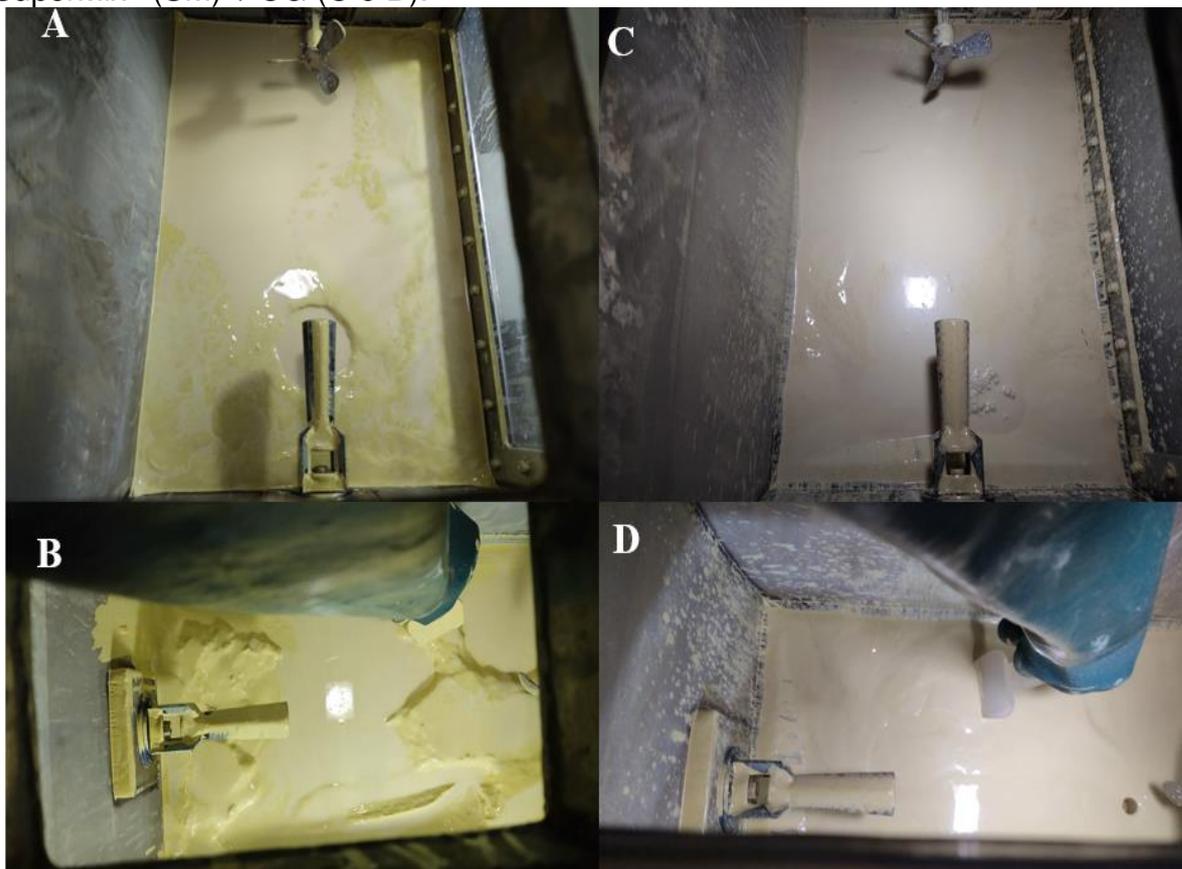
ingrediente ativo, além de causar problemas com entupimento de mangueiras, filtros e bombas. (PETTER et al., 2013; GAZZIERO, 2015; RAKES et al., 2018).

Tabela 3 – Resíduo remanescente no fundo do tanque (g) das caldas de pulverização contendo Unizeb Gold® (UG) e SuperMix® (SM) + UG em três taxas de aplicação após 24h da calda em repouso no tanque.

Calda de aplicação	Taxa de aplicação (L ha ⁻¹)		
	20	80	130
UG	3675,69 aA	943,12 aB	616,60 aC
SM + UG	756,13 bA	450,92 bB	250,10 bB
CV Experimental	11,43%		

Letras maiúsculas na linha comparam as taxas de aplicação e minúsculas na coluna comparam as caldas de aplicação. Letras iguais não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Figura 17 – Resíduo remanescente no fundo do tanque, após a pulverização de 24 horas das caldas na taxa de aplicação de 20 L ha⁻¹ : Unizeb Gold® (UG) (A e B) e SuperMix® (SM) + UG (C e D).



Fonte: NITEC, 2021.

Observa-se que quanto maior o tempo do produto em repouso no tanque, maior a dificuldade de remoção, escoamento e solubilidade em comparação com aplicação imediata ao preparo (Figura 18). Aplicar imediatamente após ao preparo reduz em aproximadamente seis vezes a quantidade de resíduos em comparação com o produto em repouso no pior cenário (20 L ha⁻¹) e aproximadamente 5 vezes no melhor cenário (130 L ha⁻¹), ou seja, independente do volume o tempo de repouso no tanque gera a maior dificuldade de sedimentação e decantação e, conseqüentemente, acúmulo de produtos nos componentes do pulverizador (filtros, pontas e reservatório do simulador). Segundo Souza (2019), a calda UG em altas taxa de aplicação deve ser preparada com cautela, pois potencializam problemas de ocorrência de incompatibilidade com formação de sobrenadante, alteração de coloração da calda e formação de precipitado, além da formação de espuma.

Figura 18 – Comparação do residual no fundo do tanque em função do tempo de repouso da calda; Unizeb Gold® (UG) imediato (A); UG 24 horas (B); SuperMix® (SM) + UG imediato (C); SM + UG 24 horas (D).



Fonte: NITEC, 2021.

4. CONCLUSÃO

Em solução aquosa, os resultados indicam que o SM não acarreta mudanças significativas na tensão superficial (baixa carga de tensoativos), no pH e na densidade da calda. Já em relação à condutividade elétrica, o SM aumentou linearmente a condutividade elétrica da água;

Como condicionador de calda, na calda final o SM não proporciona alteração significativa no pH, condutividade elétrica, densidade da calda e tensão superficial;

O produto Unizeb Gold[®] apresenta alto risco de decantação e geração de resíduos no “fundo de tanque”;

Os problemas ocorridos em campo com o fungicida Unizeb Gold (WG) está relacionado com a concentração, forma de preparo da calda e o tempo de aplicação após o seu preparo nos diferentes cenários utilizados;

Aplicar imediatamente ao preparo da calda reduz a quantidade de resíduos no fundo do tanque (efeito de sedimentação do produto WG) e o risco de entupimento das pontas e filtros em comparação com 24h da calda em repouso no tanque;

Além da importância das boas práticas e a escolha do volume (concentração dos produtos), a adição do produto SuperMix[®] reduz em 5 vezes a quantidade de resíduos sedimentados no fundo do reservatório do simulador com o fungicida na alta concentração (20 L ha^{-1}), até 3,5 vezes em (80 L ha^{-1}) e 1,5 vezes com volume de aplicação de 130 L ha^{-1} em comparação com a calda em repouso no tanque do simulador de misturas por 24h;

Em nível de simulador de misturas com circuito curto de movimentação da calda, a adição do SuperMix[®] como condicionador de calda para o uso com o fungicida Unizeb Gold (WG), reduz a variação da vazão das pontas ao longo do tempo da pulverização e do risco de entupimento, tornando uma técnica útil ao produtor.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia**. 4 ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2011. 704p.
- ANDRADE, L.C. **Seleção de Fungicidas para Controle de Ferrugem Asiática na Cultura da Soja** (*Glycine max.*).2020. 28p. Monografia (Curso de Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano -Campus Rio Verde, GO, 2019
- ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. (Brasil). **Monografia de produtos agrotóxicos**. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa>>. Acesso em 19 maio. 2021.
- AZEVEDO, F.R.; FREIRE F. C.O. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas** - Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 47p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 102).
- BALARDIN, R.S.; MADALOSSO, M.G.;STEFANELLO, M.T.; MARQUES, L.N.; DEBORTOLI, M.P. **Mancozebe: muito além de um fungicida**. Bookman Editora, Porto Alegre, 2017. 55p.
- BALDO, V.A.C. Manejo da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) com fungicidas sítio-específico associados a fungicidas multissítios. 2020. 64p., il. **Universidade de Brasília, Brasília**, 2020.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº 40, de 11 de outubro de 2018. Estabelecer regras complementares a emissão da receita agrônômica previsto no Decreto nº 4.074 de 04 de janeiro de 2002, no que tange ao exercício profissional e eficiência agrônômica na aplicação dos agrotóxicos e afins. 2018 **Diário Oficial da União**. nº 198. Brasília DF, 15 de out. de 2018.
- CAMPOS, M.C. Expansão da soja no território nacional: o papel da demanda internacional e da demanda interna. **Revista Geografares**, n.8, 2010.
- CARLSON, K.L.; BURNSIDE, O.C. Comparative phytotoxicity of glyphosate, SC-0224, SC-0545, and HOE-00661. **Weed Science**, v. 32, n.6, p. 841-884, 1984.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 8, safra 2020/21, n. 12, décimo segundo levantamento, setembro. 2021
- CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM. **Eficiência de fungicidas** multissítios e produto biológico no controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2020/2021: resultados sumarizados dos experimentos cooperativos. Disponível em: <http://www.consorcioantiferrugem.net/#/conteudos/view/11>

CARNIEL, L.S.C.; NIEMEYER, J.C.; de OLIVEIRA FILHO L.C.I.; ALEXANDRE, D.; GEBLER, L.; KLAUBERG-FILHO, O. The fungicide mancozeb affects soil invertebrates in two subtropical Brazilian soils. *Chemosphere*, v. 232, p. 180-185. 2019. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.05.179>> .

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

DA SILVA, B.L.R.; LUNELLI, F.; CLETO, C.I. (2020). **As exportações brasileiras e a dependência das commodities**. Caderno PAIC, v.21, p. 169-188.

DECARO JR, S.T. Dinâmica da calda fitossanitária no reservatório do pulverizador. In: DECARO JÚNIOR, S. T. **Tecnologia de Aplicação de Caldas Fitossanitárias**. Jaboticabal: FUNEP, 2019. Cap. 3. p. 38-56.

FEREZIN, D.F.P. **Influência da taxa de aplicação dos fungicidas sítio-específico e multissítios no controle e manejo de resistência da "Phakopsora pachyrhizi"** 2021. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/204993>>. Acesso em 15. nov.2021.

FIALLOS, R.R.G. A ferrugem asiática da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi* Sydow e Sydow. **Ciencia y Tecnologia**, Garcés, v.4. n.2. p.45-60, 2011.

FRAC-BRASIL. Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas. **Modo de ação**. 2020. Disponível em: <<https://www.frac-br.org/modo-de-acao>> acesso em 15. out. 2021

FPA. - FRENTE PARLAMENTAR DA AGROPECUÁRIA. **Importância da Soja para o Brasil**. 2021 . Disponível em: <<https://fpagropecuaria.org.br/2021/10/18/importancia-da-soja-para-o-brasil/>> Acesso em: 09.nov. 2021.

GAZZIERO, D.L.P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, v. 33, n. 1. p. 83-92. 2015

GAZZIERO, D.L.P.; de OLIVEIRA, R.B.; OVEJERO, R.; BARBOSA, H.; PRECIPITO, L. 2021. **Manual técnico para subsidiar a mistura em tanque de agrotóxicos e afins**. Embrapa Soja-Documents (INFOTECA-E).

GAZZIERO, D.L.P. **Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil**. *Planta daninha* [online]. 2015, v.33, n.1, p.83-92. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/S0100-83582015000100010>> Acesso em 20 maio. 2021

GODOY, C.; SEIXAS, C.; MEYER, M.; SOARES, R. (2020a). **Ferrugem-asiática da soja: bases para o manejo da doença e estratégias antirresistência**. Embrapa Soja-Documents (INFOTECA-E).

GODOY, C.V.; UTIAMADA, C.M.; MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; LOPES, I.; DIAS, A.R.; CARLIN, V. (2020b). **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2019/2020**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E).

GODOY, C.V.; SEIXAS, C.D.S.; SOARES, R.M.; MARCELINO-GUIMARÃES, F.C.; MEYER, M.C.; COSTAMILAN, L.M. Asian soybean rust in Brazil: past, present, and future. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 51, n. 5. p.407-421, maio 2016a. FAP. UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2016000500002>.

GODOY, C.V.; UTIAMADA, C.M.; MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; FORCELINI, C.A.; PIMENTA, C.B.; VENÂNCIO, W.S. **Eficiência de fungicidas multissítios no controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2015/16: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Londrina: EMBRAPA, p. 7. 2016b.

GREISANG F.; FERREIRA M.C. Tecnologia de aplicação para herbicidas. In: BARROSO, A.A.M.; MURATA, A.T. (Org.). **Matologia: estudos sobre plantas daninhas**. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021. p. 428-449.

GULLINO, M.L.; TINIVELLA, F.; GARIBALDI, A.; KEMMITT, G.M.; BACCI, L.; SHEPPARD, B. (2010). **Mancozeb: past, present, and future**. Plant Disease, 94(9),p. 1076-1087.

HAZEN, J.L. **Adjuvants—Terminology, Classification, and Chemistry**. Weed Technology, [S.L.], v. 14, n. 4, p. 773-784, out. 2000. Cambridge University

HAZRA, D.K.; KARMAKAR, R.; POI, R.; BHATTACHARYA, S.; MONDAL, S. **Recent advances in pesticide formulations for eco-friendly and sustainable vegetable pest management**: A review. Archives of Agriculture and Environmental Science, v. 2, n. 3, p. 232-237, 2017

HOCK, W.K. **Horticultural spray adjuvants**. Pennsylvania: Pennsylvania State University, 1998. p. 1-4. (Agrichemical fact Sheet, 10).

HOCK, W. **“Spray Adjuvants.”** Last modified APRIL 20, 2021. Disponível em <<https://extension.psu.edu/spray-adjuvants>> Acesso em 25. out. 2021.

JACCOUD FILHO, D.S.; HIAR, C.P.; BONA, P.F.; GASPERINI, L. **Ocorrência da ferrugem da soja na Região dos Campos Gerais do Paraná**. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 23. 2001, Londrina. Resumos. Londrina: Embrapa Soja, 2001. p. 109-110. (Embrapa Soja. Documentos, 157)

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

LANDGRAF, L. **Embrapa aponta perdas de U\$2 bilhões com ferrugem da soja na safra 2003/2004**. EMBRAPA. 01 jul. 2004. Disponível em:

<<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17962090/embrapa-aponta-perdas-de-u2-bilhoes-com-ferrugem-da-soja-na-safra-20032004>>. Acesso em 19 maio. 2021.

NASCIMENTO, J.M.D.; GAVASSONI, W.L., BACCHI, L.M.A.; ZUNTINI, B.; MELO, E.P.; LEONEL, R.K. Número de aplicações e uso de adjuvantes, adicionados à fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Agrarian**, v. 11, n. 40, p. 95-104, 2018.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **AGROFIT – Sistema de Produtos Fitossanitários**. 2021. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso 20 maio. 2021.

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*, v. 68, n. 2, p. 152-158, 2010

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 139p.

OLIVEIRA, R.B. de; GAZZIERO, D.L.P.; TAVARES, A.A.C.; OLIVEIRA, J.V.; BRESSAN, M.; BARROSO, A.A.M. **Formulações e misturas de herbicidas em tanque**. In: BARROSO, A.A.M.; MURATA, A.T. (Org.). *Matologia: estudos sobre plantas daninhas*. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021. p. 205-252.

OLIVEIRA, R.B. et al. **Misturas em tanque**. *Revista Agro DBO*, n. 95, p. 23, 2017.

OLIVEIRA, R.B. **Caracterização funcional de adjuvantes em soluções aquosas**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2011.

PENNER, D. Activator Adjuvants1. **Weed Technology**, [S.L.], v. 14, n. 4, p. 785-791, out. 2000. Cambridge University

PETTER, F.A.; SEGATE, D.; DE ALMEIDA, F.A.; NETO, F.A.; PACHECO, L.P. Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas. **Comunicata Scientiae**, v. 4, n. 2, p. 129 - 138, 2013.

QUEIROZ, A.A.; MARTINS, J.A.S.; DA CUNHA, J.P.A.R. **Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos**. *Bioscience Journal*, v. 24, n. 4, p. 08-19, 2008

RAETANO, C.G.; CHECHETTO, R.G. Adjuvantes e formulações. In: ANTUNIASI, Ulisses Rocha; BOLLER, Walter (Org.). **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. 2. ed. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2019. p.29-40.

RAKES, M.; GRÜTZMACHER, A.D.; PAZINI, J.B.; PASINI, R.A.; SCHAEGLER, C.E. Physicochemical Compatibility of Agrochemical Mixtures in Spray Tanks for Paddy Field Rice Crops. **Planta Daninha** [online]. 2018, v. 35

RAMOS. H.H.; DOS SANTOS. J.M.F.; LEITE. L.S.; PALLADINI. L.A. , PIO. L.C.; OZEKI. Y.; ADEGAS F.S. **Parâmetros da capacidade de campo operacional associada a pulverizadores terrestres no Brasil**. *Biológico*, v. 75, p. 11 - 29, 2013.

REIS, E.M; REIS, A.C.; CARMONA, M. **Doenças da soja I: Ferrugem asiática**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2006, 48p.

RIBEIRO, R.P.M; COSTA, L.L.; LEÃO-ARAÚJO, É.F.; OLIVEIRA, A. Compatibilidade físico-química de caldas fungicidas e adjuvantes. **Scientific Electronic Archives**, [S.L.], v. 14, n. 5, p. 35-41, 30 abr. 2021. Scientific Electronic Archives. <http://dx.doi.org/10.36560/14520211275>.

RUWER, P.H. Efeito de substâncias húmicas na produtividade da soja. 2020. 41 f. 393 Dissertação (mestrado) – **Universidade de Cruz Alta / Unicruz**, Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural, Cruz Alta, 2019.

SANCHOTENE, D.M; DORNELLES, S.H.B.; DERBORTOLI, M.P.; CAPITANIO Jr.; MEZZOMO, R.F.; GONÇALVES, R.A. **Influência de sais e do pH da água na eficiência de imazethapyr + imazapic no controle de arroz-vermelho**. *Planta Daninha*, [S.L.] v. 25, n.2, p. 415-419, 2007

SANTOS, R.O. **Níveis de deposição de produtos líquidos com aplicação aérea utilizando adjuvantes**. Lavras: UFLA, 2007. 83p

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. **Soja do Plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015

SILVA, M.S.L. Principais doenças da cultura da soja (*Glycine max (L.) Merrill*). 2019

SOUZA, D.M. **Impactos do volume de aplicação sobre o controle da ferrugem asiática e oídio da soja: a inclusão do mancozebe no manejo**. 2019. 111 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia (Proteção de Plantas) - FCA, UNESP, Botucatu, 2019.

SOUZA, R.O.; VELLOSO, J.A.R.O. Tecnologia de aplicação de herbicidas. In: SOUZA, R.O.; VELLOSO, J.A.R.O. (EDS.). **Tecnologia e segurança na aplicação de produtos fitossanitários**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1996. P.41-53

THEODORO J.G.C. et al. **Misturas em tanque**. *Revista Agro DBO*, n. 106, jan. 2019.

VÁZQUEZ, J.M.; CUNHA, J.P.R. **Manual de Aplicação de Produtos Fitossanitários**. Viçosa, MG, Aprenda Fácil 2010.

WOODS, N. et al. **Agricultural chemical users' manual—Guidelines and principles for responsible agricultural chemical use**. Queensland: The State of Queensland, Department of Primary Industries and Fisheries, v. 139, 2015.

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.; CONSTAMILAN; L.M; BERTAGNOLLI, P.F. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*): identificação e controle. **Informações Agrônomicas**, n. 104, p. 5-8, 2003.

YORINORI, J.T.; MOREL, W.; FERNANDEZ, F.T.P. Epidemia de ferrugem de soja no Paraguai e na Costa Oeste do Paraná, em 2001. In: **REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL**, 23. 2001, Londrina. Resumos... Londrina: Embrapa Soja, 2001. p.117-118. (Embrapa Soja. Documentos, 157).

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D.; COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F.; GODOY, C. V; NUNES JUNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Disease**, v. 89, p. 675-677, 2005

ZAMBOLIM, L.; PICANÇO, M.C.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R.; FERREIRA, F.A.; JESUS J. W C. **Produtos fitossanitários (fungicidas, inseticidas, acaricidas e herbicidas)**. Viçosa: UFV, 2008. 652p.

ANEXOS – Dados

Quadro 1. Dados da condutividade elétrica em função da concentração do SM.

Repetições	Dose	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
R1	0.10	2.53
R2	0.10	2.56
R3	0.10	2.57
R4	0.10	2.49
R5	0.10	2.50
R1	0.15	3.60
R2	0.15	3.51
R3	0.15	3.61
R4	0.15	3.56
R5	0.15	3.52
R1	0.25	4.36
R2	0.25	4.33
R3	0.25	4.47
R4	0.25	4.40
R5	0.25	4.44
R1	0.30	5.24
R2	0.30	5.29
R3	0.30	5.32
R4	0.30	5.16
R5	0.30	5.19
R1	0.50	7.35
R2	0.50	7.17
R3	0.50	7.38
R4	0.50	7.28
R5	0.50	7.20
R1	0.75	9.17
R2	0.75	9.40
R3	0.75	9.45
R4	0.75	9.31
R5	0.75	9.22
R1	1.00	13.09
R2	1.00	13.02
R3	1.00	12.90
R4	1.00	12.70
R5	1.00	12.77
R1	1.25	16.48
R2	1.25	16.64
R3	1.25	16.73
R4	1.25	16.23
R5	1.25	16.32
R1	2.00	23.11
R2	2.00	22.76
R3	2.00	23.46
R4	2.00	23.34
R5	2.00	22.88
R1	2.50	30.04
R2	2.50	29.29
R3	2.50	30.19
R4	2.50	29.74
R5	2.50	29.44
R1	5.00	51.77
R2	5.00	50.24
R3	5.00	50.49
R4	5.00	51.51
R5	5.00	51.00

Quadro 2. Dados das propriedades físicas e químicas do SM + UG em três taxas de aplicação.

Descrição	tratamentos	repetição	TS	CE	pH
SM+UG (20 L/ha)	T1	1	39.99978	7667	7.60
SM+UG (20 L/ha)	T1	2	39.81906	7820	7.75
SM+UG (20 L/ha)	T1	3	39.39737	7514	7.45
SM+UG (20 L/ha)	T1	4	39.55801	7744	7.68
SM+UG (80 L/ha)	T2	1	51.46558	2397	7.90
SM+UG (80 L/ha)	T2	2	51.38526	2445	8.06
SM+UG (80 L/ha)	T2	3	51.4455	2349	7.74
SM+UG (80 L/ha)	T2	4	51.52582	2421	7.98
SM+UG (130 L/ha)	T3	1	57.06796	1839	8.00
SM+UG (130 L/ha)	T3	2	56.98764	1876	8.16
SM+UG (130 L/ha)	T3	3	56.74667	1802	7.84
SM+UG (130 L/ha)	T3	4	56.88724	1857	8.08

Quadro 3. Dados de vazão ao longo do tempo de pulverização em função das caldas de aplicação.

Calda de aplicação	Tempo (minutos)	Vazão (L/min)	Diferença com a ponta padrão
UG + FoxXpro + Aureo	0	0.4881	-10.7655
UG + FoxXpro + Aureo	3	0.5017	-7.9437
UG + FoxXpro + Aureo	6	0.4960	-9.12074
UG + FoxXpro + Aureo	9	0.5004	-8.21644
UG + FoxXpro + Aureo	12	0.5005	-8.18948
UG + FoxXpro + Aureo	15	0.4973	-8.84717
UG + FoxXpro + Aureo	18	0.5024	-7.80781
UG + FoxXpro + Aureo	21	0.4947	-9.39359
SM+ UG + FoxXpro + Aureo	0	0.5395	-0.09956
SM+ UG + FoxXpro + Aureo	3	0.5362	-0.77985
SM+ UG + FoxXpro + Aureo	6	0.5446	0.960296
SM+ UG + FoxXpro + Aureo	9	0.5449	1.013185
SM+ UG + FoxXpro + Aureo	12	0.5426	0.530963
SM+ UG + FoxXpro + Aureo	15	0.5416	0.325007
SM+ UG + FoxXpro + Aureo	18	0.5449	1.006266
SM+ UG + FoxXpro + Aureo	21	0.5392	-0.17195

Quadro 4. Dados de resíduos imediato ao preparo no reservatório do simulador de misturas.

Volume	Preparo	Calda	Repetições	Resíduo
20	Imediata	UG	R1	624.83
20	Imediata	UG	R2	591.95
20	Imediata	UG	R3	657.72
20	Imediata	UG	R4	723.49
20	Imediata	UG	R5	690.61
80	Imediata	UG	R1	452.81
80	Imediata	UG	R2	428.98
80	Imediata	UG	R3	476.64
80	Imediata	UG	R4	524.3
80	Imediata	UG	R5	500.47
130	Imediata	UG	R1	190.4
130	Imediata	UG	R2	180.38
130	Imediata	UG	R3	200.42
130	Imediata	UG	R4	220.46
130	Imediata	UG	R5	210.44
20	Imediata	SM	R1	203.42
20	Imediata	SM	R2	192.72
20	Imediata	SM	R3	214.13
20	Imediata	SM	R4	235.54
20	Imediata	SM	R5	224.84
80	Imediata	SM	R1	125.74
80	Imediata	SM	R2	119.12
80	Imediata	SM	R3	132.36
80	Imediata	SM	R4	145.6
80	Imediata	SM	R5	138.98
130	Imediata	SM	R1	124.5
130	Imediata	SM	R2	117.95
130	Imediata	SM	R3	131.05
130	Imediata	SM	R4	144.16
130	Imediata	SM	R5	137.6

Quadro 5. Dados de resíduos após 24h no reservatório do simulador de misturas.

Volume	Preparo	Calda	Repetições	Resíduo
20	após 24h	UG	R1	4043.259
20	após 24h	UG	R2	3308.121
20	após 24h	UG	R3	3675.69
20	após 24h	UG	R4	3859.475
20	após 24h	UG	R5	3491.906
80	após 24h	UG	R1	1037.432
80	após 24h	UG	R2	848.808
80	após 24h	UG	R3	943.12
80	após 24h	UG	R4	990.276
80	após 24h	UG	R5	895.964
130	após 24h	UG	R1	678.26
130	após 24h	UG	R2	554.94
130	após 24h	UG	R3	616.6
130	após 24h	UG	R4	647.43
130	após 24h	UG	R5	585.77
20	após 24h	SM	R1	831.743
20	após 24h	SM	R2	680.517
20	após 24h	SM	R3	756.13
20	após 24h	SM	R4	793.9365
20	após 24h	SM	R5	718.3235
80	após 24h	SM	R1	496.012
80	após 24h	SM	R2	405.828
80	após 24h	SM	R3	450.92
80	após 24h	SM	R4	473.466
80	após 24h	SM	R5	428.374
130	após 24h	SM	R1	275.11
130	após 24h	SM	R2	225.09
130	após 24h	SM	R3	250.1
130	após 24h	SM	R4	262.605
130	após 24h	SM	R5	237.595

Quadro 6. Propriedades físicas e químicas em função da mistura de SM+ UG em diferentes taxas de aplicação

Descrição	Tratamentos	Repetição	TS	CE	pH
SM+UG (20 L/ha)	T1	1	39.99978	7667	7.60
SM+UG (20 L/ha)	T1	2	39.81906	7820	7.75
SM+UG (20 L/ha)	T1	3	39.39737	7514	7.45
SM+UG (20 L/ha)	T1	4	39.55801	7744	7.68
SM+UG (80 L/ha)	T2	1	51.46558	2397	7.90
SM+UG (80 L/ha)	T2	2	51.38526	2445	8.06
SM+UG (80 L/ha)	T2	3	51.4455	2349	7.74
SM+UG (80 L/ha)	T2	4	51.52582	2421	7.98
SM+UG (130 L/ha)	T3	1	57.06796	1839	8.00
SM+UG (130 L/ha)	T3	2	56.98764	1876	8.16
SM+UG (130 L/ha)	T3	3	56.74667	1802	7.84
SM+UG (130 L/ha)	T3	4	56.88724	1857	8.08

Quadro 7. Dados de condutividade elétrica utilizados no modelo polinomial.

Taxa de aplicação (L/ha)	Condutividade elétrica ($\mu\text{S/cm}$)
20	7667
20	7116
20	7391.5
20	7356
80	2397
80	2243
80	2320
80	2245
100	1839
100	1995
100	1917
100	1915
130	1798
130	1628
130	1713
130	1735

Quadro 8. Dados totais de tensão superficial.

Número	Caldas	tratamento	TS
1	Super Mix (SM)	1	72.9635
2	Super Mix (SM)	1	75.1140
3	Super Mix (SM)	1	74.9604
4	Super Mix (SM)	1	75.1140
5	Super Mix (SM)	1	75.1140
6	Super Mix (SM)	1	74.9604
7	Super Mix (SM)	1	75.2676
8	Super Mix (SM)	1	75.1140
9	Super Mix (SM)	1	75.1140
10	Super Mix (SM)	1	75.4213
11	Super Mix (SM)	1	75.1140
12	Super Mix (SM)	1	75.1140
13	Super Mix (SM)	1	75.2676
14	Super Mix (SM)	1	75.2676
15	Super Mix (SM)	1	75.2676
16	Super Mix (SM)	1	74.4996
17	Super Mix (SM)	1	74.6532
18	Super Mix (SM)	1	74.8068
19	Super Mix (SM)	1	74.6532
20	Super Mix (SM)	1	74.8068
21	Super Mix (SM)	1	74.6532
22	Super Mix (SM)	1	74.3460
23	Super Mix (SM)	1	74.6532
24	Super Mix (SM)	1	74.9604
25	Super Mix (SM)	1	75.1140
26	Super Mix (SM)	1	74.6532
27	Super Mix (SM)	1	75.1140
28	Super Mix (SM)	1	74.6532
29	Super Mix (SM)	1	74.9604
30	Super Mix (SM)	1	74.8068
31	Unizeb Gold (UG)	2	56.3739
32	Unizeb Gold (UG)	2	56.3739
33	Unizeb Gold (UG)	2	55.9131
34	Unizeb Gold (UG)	2	56.3739
35	Unizeb Gold (UG)	2	56.2203

36	Unizeb Gold (UG)	2	56.2203
37	Unizeb Gold (UG)	2	56.0667
38	Unizeb Gold (UG)	2	55.9131
39	Unizeb Gold (UG)	2	55.9131
40	Unizeb Gold (UG)	2	56.2203
41	Unizeb Gold (UG)	2	56.0667
42	Unizeb Gold (UG)	2	56.2203
43	Unizeb Gold (UG)	2	55.9131
44	Unizeb Gold (UG)	2	55.9131
45	Unizeb Gold (UG)	2	55.7595
46	Unizeb Gold (UG)	2	55.7595
47	Unizeb Gold (UG)	2	55.9131
48	Unizeb Gold (UG)	2	55.7595
49	Unizeb Gold (UG)	2	55.7595
50	Unizeb Gold (UG)	2	55.6059
51	Unizeb Gold (UG)	2	55.6059
52	Unizeb Gold (UG)	2	55.6059
53	Unizeb Gold (UG)	2	55.9131
54	Unizeb Gold (UG)	2	55.6059
55	Unizeb Gold (UG)	2	55.7595
56	Unizeb Gold (UG)	2	55.7595
57	Unizeb Gold (UG)	2	55.7595
58	Unizeb Gold (UG)	2	55.6059
59	Unizeb Gold (UG)	2	55.9131
60	Unizeb Gold (UG)	2	55.7595
61	Fox	3	33.64
62	Fox	3	34.101
63	Fox	3	34.101
64	Fox	3	34.254
65	Fox	3	34.101
66	Fox	3	34.254
67	Fox	3	34.101
68	Fox	3	34.408
69	Fox	3	34.715
70	Fox	3	34.562
71	Fox	3	34.562
72	Fox	3	34.562
73	Fox	3	34.715
74	Fox	3	34.869
75	Fox	3	34.869
76	Fox	3	34.869
77	Fox	3	35.022
78	Fox	3	34.869
79	Fox	3	35.022
80	Fox	3	35.022
81	Fox	3	35.022
82	Fox	3	35.176
83	Fox	3	35.176
84	Fox	3	35.176
85	Fox	3	35.176
86	Fox	3	35.176
87	Fox	3	35.33
88	Fox	3	35.483
89	Fox	3	35.33
90	Fox	3	35.483
91	Aureo	4	36.2514
92	Aureo	4	36.0978
93	Aureo	4	35.6369

94	Aureo	4	35.3297
95	Aureo	4	35.4833
96	Aureo	4	35.3297
97	Aureo	4	35.4833
98	Aureo	4	35.1761
99	Aureo	4	35.0225
100	Aureo	4	34.8689
101	Aureo	4	35.3297
102	Aureo	4	35.0225
103	Aureo	4	35.3297
104	Aureo	4	35.4833
105	Aureo	4	35.3297
106	Aureo	4	35.4833
107	Aureo	4	35.6369
108	Aureo	4	35.3297
109	Aureo	4	35.3297
110	Aureo	4	35.9441
111	Aureo	4	34.8689
112	Aureo	4	35.0225
113	Aureo	4	35.9441
114	Aureo	4	36.0978
115	Aureo	4	35.9441
116	Aureo	4	35.1761
117	Aureo	4	35.4833
118	Aureo	4	35.9441
119	Aureo	4	35.6369
120	Aureo	4	36.2514
121	UG+Fox	5	39.6307
122	UG+Fox	5	39.4771
123	UG+Fox	5	39.7843
124	UG+Fox	5	39.7843
125	UG+Fox	5	39.6307
126	UG+Fox	5	39.6307
127	UG+Fox	5	39.9379
128	UG+Fox	5	40.2452
129	UG+Fox	5	40.2452
130	UG+Fox	5	40.3988
131	UG+Fox	5	40.0915
132	UG+Fox	5	40.2452
133	UG+Fox	5	40.3988
134	UG+Fox	5	40.5524
135	UG+Fox	5	40.0915
136	UG+Fox	5	40.2452
137	UG+Fox	5	40.2452
138	UG+Fox	5	40.2452
139	UG+Fox	5	40.3988
140	UG+Fox	5	40.2452
141	UG+Fox	5	40.2452
142	UG+Fox	5	40.3988
143	UG+Fox	5	40.2452
144	UG+Fox	5	40.3988
145	UG+Fox	5	40.3988
146	UG+Fox	5	40.5524
147	UG+Fox	5	40.3988
148	UG+Fox	5	40.2452
149	UG+Fox	5	40.7060
150	UG+Fox	5	40.5524
151	Fox+Aureo	6	35.4833

152	Fox+Aureo	6	35.6369
153	Fox+Aureo	6	35.6369
154	Fox+Aureo	6	35.4833
155	Fox+Aureo	6	35.3297
156	Fox+Aureo	6	35.3297
157	Fox+Aureo	6	35.3297
158	Fox+Aureo	6	35.1761
159	Fox+Aureo	6	35.3297
160	Fox+Aureo	6	35.7905
161	Fox+Aureo	6	35.3297
162	Fox+Aureo	6	35.4833
163	Fox+Aureo	6	35.4833
164	Fox+Aureo	6	35.6369
165	Fox+Aureo	6	35.4833
166	Fox+Aureo	6	35.4833
167	Fox+Aureo	6	35.4833
168	Fox+Aureo	6	35.6369
169	Fox+Aureo	6	35.4833
170	Fox+Aureo	6	35.6369
171	Fox+Aureo	6	35.6369
172	Fox+Aureo	6	35.6369
173	Fox+Aureo	6	35.1761
174	Fox+Aureo	6	35.6369
175	Fox+Aureo	6	35.9441
176	Fox+Aureo	6	35.4833
177	Fox+Aureo	6	35.4833
178	Fox+Aureo	6	35.4833
179	Fox+Aureo	6	35.1761
180	Fox+Aureo	6	35.6369
181	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.2203
182	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.2203
183	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.2203
184	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.0667
185	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.0667
186	SM + Unizeb Gold (UG)	7	55.9131
187	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.0667
188	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.0667
189	SM + Unizeb Gold (UG)	7	55.9131
190	SM + Unizeb Gold (UG)	7	55.9131
191	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.0667
192	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.2203
193	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.2203
194	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.2203
195	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.0667
196	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.2203
197	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.3739
198	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.2203
199	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.5275
200	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.3739
201	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.2203
202	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.5275
203	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.3739
204	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.5275
205	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.2203
206	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.3739
207	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.5275
208	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.6811
209	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.3739

210	SM + Unizeb Gold (UG)	7	56.6811
211	UG+Fox+Aureo	8	35.6369
212	UG+Fox+Aureo	8	35.3297
213	UG+Fox+Aureo	8	35.3297
214	UG+Fox+Aureo	8	35.4833
215	UG+Fox+Aureo	8	35.4833
216	UG+Fox+Aureo	8	35.7905
217	UG+Fox+Aureo	8	35.4833
218	UG+Fox+Aureo	8	35.3297
219	UG+Fox+Aureo	8	35.4833
220	UG+Fox+Aureo	8	35.6369
221	UG+Fox+Aureo	8	35.6369
222	UG+Fox+Aureo	8	35.6369
223	UG+Fox+Aureo	8	35.4833
224	UG+Fox+Aureo	8	35.6369
225	UG+Fox+Aureo	8	35.6369
226	UG+Fox+Aureo	8	35.3297
227	UG+Fox+Aureo	8	35.6369
228	UG+Fox+Aureo	8	35.6369
229	UG+Fox+Aureo	8	35.4833
230	UG+Fox+Aureo	8	35.9441
231	UG+Fox+Aureo	8	35.6369
232	UG+Fox+Aureo	8	35.6369
233	UG+Fox+Aureo	8	35.6369
234	UG+Fox+Aureo	8	35.4833
235	UG+Fox+Aureo	8	35.9441
236	UG+Fox+Aureo	8	35.6369
237	UG+Fox+Aureo	8	35.7905
238	UG+Fox+Aureo	8	35.6369
239	UG+Fox+Aureo	8	35.7905
240	UG+Fox+Aureo	8	35.9441
241	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.0225
242	SM + UG + Fox + Aureo	9	34.8689
243	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.0225
244	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.0225
245	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.1761
246	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.1761
247	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.1761
248	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.1761
249	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.1761
250	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.0225
251	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.3297
252	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.0225
253	SM + UG + Fox + Aureo	9	34.8689
254	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.0225
255	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.3297
256	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.0225
257	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.1761
258	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.0225
259	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.4833
260	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.3297
261	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.1761
262	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.1761
263	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.0225
264	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.4833
265	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.3297
266	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.1761
267	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.6369

268	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.4833
269	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.4833
270	SM + UG + Fox + Aureo	9	35.4833

Quadro 9. Dados tensão superficial em função da concentração do SM.

Concentração (%)	Média
0	72.6
0.10	71.01
0.25	71.00
0.50	70.36
1.00	68.49
1.25	67.47
1.50	65.44
2.00	61.03
3.00	55.00
5.00	46.38