

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

Tiago Lovato Colpo

**INTERFERÊNCIA DE ADJUVANTES E HORÁRIOS DE APLICAÇÃO
NO ESPECTRO DE GOTAS E NO DESEMPENHO DE FUNGICIDAS
EM SOJA**

**Santa Maria, RS
2022**

Tiago Lovato Colpo

**INTERFERÊNCIA DE ADJUVANTES E HORÁRIOS DE APLICAÇÃO NO
ESPECTRO DE GOTAS E NO DESEMPENHO DE FUNGICIDAS
EM SOJA**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Walter Boller

Santa Maria, RS
2022

Colpo, Tiago
INTERFERÊNCIA DE ADJUVANTES E HORÁRIOS DE APLICAÇÃO
NO ESPECTRO DE GOTAS E NO DESEMPENHO DE FUNGICIDAS
EM SOJA / Tiago Colpo.- 2022.
81 p.; 30 cm

Orientador: Walter Boller
Coorientador: Jerson Vanderlei Carús Guedes
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de
Pós Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2022

1. Tecnologia de aplicação 2. Adjuvantes 3. Horários
de aplicação 4. Deriva 5. Características físico-
químicas I. Boller, Walter II. Carús Guedes, Jerson
Vanderlei
III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, TIAGO COLPO, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Tiago Lovato Colpo

**INTERFERÊNCIA DE ADJUVANTES E HORÁRIOS DE APLICAÇÃO NO
ESPECTRO DE GOTAS E NO DESEMPENHO DE FUNGICIDAS
EM SOJA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Ciências Rurais, da Universidade do Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção de título de **Mestre em Engenharia Agrícola**.

Aprovado em 26 de agosto de 2022.

Walter Boller, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Carlos Augusto Pizolotto, Dr. (CCGL)

Jerson Vanderlei Carús Guedes, Dr. (UFSM)

Santa Maria, RS
2022

DEDICATÓRIA

Dedico
A todos que estão ao meu lado nesta caminhada: Família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais: Adão do Amaral Colpo e Celedi Terezinha Lovato Colpo, pelo apoio e amor incondicional. Por darem suporte e por me conduzirem da melhor forma na construção de quem sou. A minha irmã Mitieli Lovato Colpo pelo companheirismo, carinho e apoio. Agradeço ao meu orientador, professor Walter Boller, pela confiança empregada a mim, pela orientação durante esta jornada e pelo grande apoio e suporte neste período, onde a saúde e a pandemia foram desafios. Agradeço ao meu coorientador neste trabalho, professor Jerson Carús Guedes, pela confiança e orientação em minha caminhada acadêmica, também pelos sábios conselhos que me permitiram crescer como pessoa e profissional. Um agradecimento especial aos amigos Gustavo Andrade Ugalde e Eduardo Morais Brum, essenciais para que este trabalho fosse realizado. Agradeço aos amigos de longa data e colegas de pós-graduação Júlia Guimarães Bevilacqua, Rafael Paz Marques, Lucas Hahn, Lucas Drebes, Lucas Cavallin e Thiago Strahl, que estiveram ao meu lado durante este período. Agradeço aos amigos Luis Eduardo Curioletti, Bruno de Aguiar, Lorenzo Aita e Lindomar Crestani pela amizade e suporte em partes deste trabalho. Agradeço a Letícia Welter Rother pelo carinho, suporte e companheirismo. Agradeço a Leandro Oliveira da Costa (Instituto Federal Farroupilha/Júlio de Castilhos-RS), a Adriano Vilames da Silva e Jéssica Larissa Gonçalves Penteadó (Laboratório de Tecnologia de Aplicação – BASF/Santo Antônio de Posse – SP) e a Alex Fochi (Laboratório Biotec Factory – UFSM) pelo apoio na realização deste trabalho. Agradeço a todos os meus colegas de LabMIP-UFSM que me auxiliaram em meus experimentos, pela convivência diária e bons momentos que passamos juntos. Agradeço a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA) e a Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por possibilitar a realização deste trabalho. E por fim, salve Ogum!

EPÍGRAFE

“Para o lucro do triunfo sempre foi indispensável passar pela senda dos sacrifícios.”
Simón Bolívar

RESUMO

INTERFERÊNCIA DE ADJUVANTES NA DEPOSIÇÃO DE CALDAS E NO DESEMPENHO DE PULVERIZAÇÕES DE FUNGICIDAS EM SOJA PARA DIFERENTES HORÁRIOS DE APLICAÇÃO

AUTOR: Tiago Lovato Colpo

ORIENTADOR: Walter Boller

Após a deposição sobre as folhas da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] os esporos do fungo causador da ferrugem-asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) necessitam de temperatura e umidade ótimas para iniciar o processo infeccioso, condições que ocorrem nos estratos mais baixos das plantas com o fechamento da entrelinha do cultivo. Essa barreira de folhas se torna um problema, pois fungicidas apresentam baixa translocação nas plantas, sendo necessária uma maior cobertura do dossel da cultura por meio da pulverização da calda fungicida para aumentar as chances de controle do patógeno. Para tal, pode-se aumentar a taxa de aplicação por hectare, o que reduz a eficiência operacional das aplicações, ou diminuir o espectro de gotas empregado na pulverização. Essa redução, porém, implica no aumento dos riscos de deriva, pois gotas finas, ou muito finas, possuem maior susceptibilidade de não se depositar no alvo ao serem arrastadas pelo vento ou evaporarem antes de chegar nas plantas. Além de que, ao longo do dia, temperaturas altas, baixa umidade relativa e a ocorrência do vento limitam a janela de pulverização por serem condições que afetam a deposição de gotas. Assim, o uso de adjuvantes surge como uma alternativa pois estes produtos reduzem o fenômeno da deriva e minimizam os efeitos de condições ambientais desfavoráveis à pulverização, aumentando a janela de aplicação, além de melhorar a espalhabilidade das gotas no alvo, por reduzir a tensão superficial da calda. Logo, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito destes produtos nas características físico-químicas de caldas fungicidas, a interferência dos horários de pulverização sobre a deposição das gotas no alvo e o controle da ferrugem-asiática da Soja. Para isso, foram realizados estudos em condições de campo nos municípios de Santa Maria-RS, Lagoa dos Três Cantos-RS e Júlio de Castilhos-RS e estudos em condição de laboratório em Santa Maria-RS e Santo Antônio de Posse-SP. Em laboratório avaliou-se o efeito da adição de adjuvantes na tensão superficial, pH, viscosidade dinâmica e no espectro de gotas da pulverização de caldas fungicidas. A campo avaliou-se a resposta de caldas com diferentes adjuvantes no controle de ferrugem-asiática da soja, no rendimento de grãos da cultura e na deposição da pulverização para diferentes horários de aplicação durante o dia (7, 10, 13, 16, 19 e 22h). Os resultados mostraram que a adição de adjuvantes reduziu a tensão superficial das caldas fungicidas, já as alterações no pH e na viscosidade dinâmica foram pouco evidentes ou nulas. Os efeitos dos adjuvantes na pulverização de caldas fungicidas depende da interação dos produtos adicionados nas caldas com o modelo da ponta empregada na operação. Os benefícios da utilização de adjuvantes alternativos associados aos adjuvantes recomendados não foram conclusivos. A utilização de adjuvantes nas caldas de pulverização não aumentou a deposição nos estratos inferiores da cultura. O melhores horários para deposição de produtos fitosanitários nos estratos inferiores das plantas de soja foram aqueles onde a arquitetura e o posicionamento de folhas da planta favoreceram a penetração de gotas no dossel, destacando-se os horários entre 10 e 13 horas, onde os maiores índices de deposição não resultaram necessariamente em maiores produtividades.

Palavras-chaves: Tecnologia de aplicação; deriva; características físico-químicas

ABSTRACT

INTERFERENCE OF ADJUVANTS ON SPRAY DEPOSITION AND IN THE PERFORMANCE OF FUNGICIDES SPRAYS IN SOYBEAN UNDER DIFFERENT APPLICATION TIMES

AUTHOR: Tiago Lovato Colpo

ADVISOR: Walter Boller

After reaching the soybean crop [*Glycine max* (L.) Merrill] the spores of the fungus that causes soybean Asian rust (*Phakopsora pachyrhizi*) need optimal temperatures and humidity to initiate the infectious process, conditions that occur in the lower strata of the plants with the crop interrow closure. This leaf barrier becomes a problem, as fungicides have low translocation in plants, requiring greater coverage of the crop canopy by spraying the fungicide solution to increase the chances of controlling the pathogen. To this objective, the application rate per hectare can be increased, which reduces the operational efficiency of the applications, or the droplet spectrum used in spraying can be reduced. This reduction, however, implies an increase in the risk of drift, as fine or very fine droplets are more likely to not settle on the target when dragged by the wind or evaporate before reaching the plants. Even more, throughout the day, high temperature, low relative humidity and the occurrence of wind limit the spray window as they are harmful conditions for deposition. Thus, the use of adjuvants appears as an alternative because, according to the manufacturers, these products reduce the phenomenon of drift and the effect of unfavorable environmental conditions for spraying, increasing the application window, in addition to improving the spreadability of the drops on the target, for reduce the surface tension of the spray solution. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of these products on the physicochemical characteristics of fungicide solutions, the interference of spraying times on the deposition of droplets on the target and the control of soybean Asian rust. For this, studies were carried out under field conditions in the municipalities of Santa Maria-RS, Lagoa dos Três Cantos-RS and Júlio de Castilhos-RS and under laboratory conditions in Santa Maria-RS and Santo Antônio de Posse-SP. In the laboratory, the effect of the addition of adjuvants on surface tension, pH, dynamic viscosity and droplet spectra of fungicides sprays was evaluated. In the field, the response of sprays with different adjuvants was evaluated in the control of soybean Asian Rust, in the crop yield and in the spray deposition for different spraying times during the day (7, 10, 13, 16, 19 and 22:00). The results of the study showed that the addition of adjuvants reduced the surface tension of the fungicidal solutions, while the changes in pH and dynamic viscosity are little evident or null. The effects of adjuvants in the spraying of fungicidal solutions depend on the interaction of the products added in the solutions with the nozzle model used in the operation. The benefits of using alternative adjuvants in combination with recommended adjuvants have not been conclusive. The use of adjuvants in the spray solutions did not increase the deposition in the lower strata of the crop. The best times for the deposition of phytosanitary products in the lower strata of soybean plants are those where the architecture and positioning of the plant leaves favors the penetration of droplets into the canopy, highlighting the times between 10 AM and 01 PM and that the higher deposition rates did not necessarily result in higher yields.

Keywords: Application technology; Spray drift; Physicochemical characteristics

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 DOENÇA ALVO: Ferrugem-asiática da soja (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>)	13
2.2 DEPOSIÇÃO DA CALDA DE PULVERIZAÇÃO.....	14
2.3 DERIVA DE PULVERIZAÇÕES.....	15
2.4 ADJUVANTES REDUTORES DE DERIVA.....	16
2.5 ASPECTOS DE PULVERIZAÇÕES AGRÍCOLAS	17
3. ARTIGO 1 - EFEITO DA ADIÇÃO DE ADJUVANTES REDUTORES DE DERIVA NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E NO ESPECTRO DE GOTAS DE CALDAS FUNGICIDAS.....	19
4. ARTIGO 2 – EFEITO DA ADIÇÃO DE ADJUVANTES REDUTORES DE DERIVA NO MANEJO DE DOENÇAS DA SOJA COM FUNGICI- DAS E NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA.....	38
5. ARTIGO 3 - INTERFERÊNCIA DE ADJUVANTES REDUTORES DE DERIVA NA DEPOSIÇÃO DA CALDA DE PULVERIZAÇÃO PARA DIFERENTES HORÁRIOS DE APLICAÇÃO E NO CONTROLE DA FERRUGEM-ASIÁTICA DA SOJA (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>)	53
6. CONCLUSÃO.....	75
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
8. REFERÊNCIAS.....	77

1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta condições climáticas favoráveis à ocorrência de pragas e patógenos em culturas agrícolas, já que temperaturas mais altas e ambientes mais úmidos dão condições para a sua proliferação (SINDIVEG, 2020). Outro agravante é o fato de que a maior parte da produção se desenvolve sob monocultivo, o que oportuniza também a ocorrência de diversas doenças, com destaque para a ferrugem-asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), que pode ocasionar perdas de produtividade de até 90%, variando em função do cultivar e da intensidade da doença (DALLA LANA et al., 2015).

Geralmente os primeiros sintomas da ferrugem-asiática da soja são observados no terço inferior das plantas, onde condições de umidade e temperatura amenas favorecem o seu desenvolvimento. Após seu estabelecimento, a doença compromete a capacidade fotossintética das plantas por meio da desfolha precoce, prejudicando assim o enchimento de grãos. Outras doenças como septoriose, mancha alva, mofo branco e oídio também causam perdas de produtividade, quando não controlados (SANTOS, 2020).

Os fungicidas constituem uma estratégia importante para minimizar os danos causados pelas doenças, sendo uma medida emergencial, rápida e eficiente, porém o seu uso aumenta o custo de produção. Para reduzir os danos causados pelas doenças às plantas e gerar retorno econômico, os fungicidas devem ser aplicados visando ao seu melhor aproveitamento (REIS et al., 2004). Sobretudo porque produtos fitossanitários não aumentam a produtividade, mas sim proporcionam uma maior proteção contra agentes nocivos à cultura, permitindo assim que as plantas expressem seu potencial produtivo (MENTEN, 2019).

A pulverização deve atingir a maior área foliar possível das plantas e devem ser selecionados os fungicidas com maior período residual e sistemicidade. A uniformidade de deposição do fungicida no alvo da pulverização é tão importante quanto a quantidade depositada de ingrediente ativo. No entanto, a maioria dos fungicidas sistêmicos apresenta apenas translocação parcial, geralmente na folha, da base para o ápice, sem translocação das folhas inferiores para as superiores (JULIATTI et al., 2017).

Os fungicidas sistêmicos mais comumente utilizados são os triazóis e as estrobilurinas. As estrobilurinas apresentam translocação translaminar (REIS et al., 2007). Já os triazóis apresentam alta translocação na planta, realizando o movimento acropetal, sendo o movimento basipetal mínimo ou quase nulo (AZEVEDO, 2007). Logo, se o alvo da aplicação está no terço inferior das plantas, como é o caso da ferrugem-asiática da soja, é necessária uma boa penetração das gotas pulverizadas no dossel da cultura, objetivo atingido por meio de aplicações

com gotas finas ou muito finas (ANTUNIASSI & BOLLER, 2019).

O controle fitossanitário não é sinônimo de eficácia e os problemas estão normalmente ligados às falhas na tecnologia de aplicação, que geram prejuízos pelo baixo controle dos organismos nocivos, principalmente em pulverizações de fungicidas e inseticidas, pois estes requerem maior cobertura do alvo, para uma maior proteção (AZEVEDO, 2003). Também é fato conhecido que os agricultores atribuem muita importância ao produto fitossanitário e pouca à técnica de aplicação (CUNHA, 2008). Entende-se por técnica de aplicação de produtos fitossanitários como sendo um ou mais procedimentos que visam à obtenção de um resultado (a proteção das plantas). A técnica pressupõe que, em situações semelhantes, uma mesma conduta ou um mesmo procedimento produzirão o mesmo efeito (EQUIPE, 2011).

Por outro lado, a tecnologia de aplicação é definida como uma ciência que utiliza todos os conhecimentos científicos para proporcionar a correta colocação dos produtos biologicamente ativos no alvo de interesse, em quantidade necessária, de forma econômica, com a mínima contaminação de áreas adjacentes (MATUO, 1990).

De acordo com ANDEF (2015), é importante distinguir o significado de pulverização de aplicação. Enquanto que pulverização é um processo físico-mecânico de transformação de uma substância líquida (conhecida como calda) em gotas, aplicação pressupõe a deposição de gotas com tamanho e densidade adequados ao objetivo proposto, sobre um alvo desejado.

De acordo com Antuniassi & Boller (2019), as condições da massa de ar situadas entre a ponta de pulverização e o alvo podem influenciar na qualidade da aplicação. A temperatura ideal do ar deve estar entre 15 e 25 °C, com um máximo de 30 °C. A umidade relativa do ar deve ser superior a 60 %, sendo o mínimo tolerado de 55 %, e a velocidade do vento ideal para aplicações de defensivos deve estar na faixa de 3,0 a 10,0 km.h⁻¹.

Porém, observar apenas essas condições para definir os períodos do dia viáveis para aplicar fungicidas (janela de aplicação) limita a capacidade de trabalho dos pulverizadores no campo, o que justifica estudos com adjuvantes redutores de deriva, que possibilitem expandir a janela viável de aplicação ao longo do dia, sem causar prejuízos à qualidade do controle dos alvos das pulverizações. Desse modo, os objetivos deste trabalho são: 1) Avaliar os efeitos da adição de adjuvantes redutores de deriva nas características físico-químicas de caldas de pulverização; 2) Avaliar os efeitos da adição de adjuvantes redutores de deriva na calda de pulverização sobre a produtividade da soja; 3) Avaliar a interferência dos horários de pulverização e de adjuvantes sobre a deposição das caldas de pulverização e o controle da ferrugem-asiática da soja.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DOENÇA ALVO: ferrugem-asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*)

A ferrugem-asiática da soja (FAS) é uma doença causada pelo fungo *P. pachyrhizi* que pode ocasionar perdas de até 90% na produtividade da cultura (YORINORI et al., 2005; HARTMAN et al., 2015). Descrita pela primeira vez no Japão, em 1902 (HENNING, 1903), a FAS teve seu primeiro relato no continente americano em 1976 em Porto Rico (VAKILI & BROMFIELD, 1976) e chegou ao Brasil na safra 2001/2002, ocasionando perdas de cerca de cinco bilhões de reais aos produtores brasileiros (GOELLNER et al., 2010).

O fungo causador da FAS é um organismo biotrófico, logo, o mesmo depende de hospedeiros vivos para completar seu ciclo. Após a deposição do esporo o desenvolvimento da doença na planta, depende da disponibilidade de umidade sobre a folha por pelo menos seis horas, com temperaturas entre 15 °C e 25 °C; ou mais de oito horas com temperaturas extremas, inferiores a 15 °C ou superiores a 25 °C (MELCHING et al., 1989).

O fechamento das entrelinhas com a cultura chegando na fase reprodutiva tende a diminuir a penetração da radiação solar no dossel, aumentando o tempo de molhamento foliar e proporcionando condições ideais para o fungo se desenvolver (MADALOSSO et al., 2010).

Havendo condições ideais (presença do patógeno, hospedeiro suscetível, temperatura do ar e molhamento foliar adequados), entre o início da infecção e a esporulação o tempo é de seis dias e os primeiros sintomas são pequenas lesões nas folhas, de coloração castanha/marrom escura, visíveis na parte superior da folha. Já na face inferior é possível notar pequenas erupções, as urédias, que liberam os uredósporos. Em casos extremos de infecção ocorre desfolha precoce, prejudicando o desenvolvimento da cultura, o enchimento e o peso dos grãos (ALVES et al., 2006; GODOY, 2017).

Embora a FAS seja uma doença agressiva à cultura, existem poucos métodos de controle além do uso de fungicidas químicos. E estes, com o passar das safras, se tornam menos eficazes devido ao seu uso inadequado, principalmente pela não rotação de princípios ativos e mecanismos de ação, o que favorece a pressão de seleção (induzindo à resistência dos fungos). Falhas na tecnologia de aplicação empregada, com o posicionamento inadequado dos produtos, somadas a uma baixa uniformidade da deposição da pulverização são fatores que interferem diretamente no controle da doença (GODOY et al. 2015; DALLA LANA et al. 2018; CUNHA et al. 2014; JULIATTI et al. 2017).

Para que o controle seja efetivo, o fungicida pulverizado deve alcançar o interior do

dossel, principalmente o baixeiro da planta. Assim, a escolha correta da ponta de pulverização e do volume de calda para melhorar a cobertura e a deposição da calda no dossel da cultura é fundamental para melhorias no controle da doença (FREITAS, 2021).

2.2 DEPOSIÇÃO DA CALDA DE PULVERIZAÇÃO

A aplicação de defensivos agrícolas é importante na produção agrícola e florestal, pois o uso de herbicidas, fungicidas e inseticidas possibilita a produção em larga escala e com menor custo, desde que sejam aplicados de maneira eficiente e com a tecnologia de aplicação adequada (BAESSO et al., 2011). Contiero (2018) relata que o objetivo de uma pulverização agrícola é obter uma deposição uniforme do produto em toda a área tratada. Superfícies com quantidades de produto abaixo dos mínimos exigidos podem causar redução do controle. Já quantidades excessivas podem causar desperdício de produto e problemas de fitotoxicidade, aumentando os custos da aplicação.

A deposição da pulverização sobre as plantas normalmente é irregular, sendo menor nos estratos inferiores das plantas devido ao efeito de barreira física proporcionado pela porção superior das folhas das plantas. Logo, estas folhas influenciam negativamente na penetração das gotas no dossel da cultura (SILVA et al., 2014). Este fato se torna um obstáculo para o controle da FAS, uma vez que a maioria dos fungicidas sistêmicos utilizados em soja apresenta translocação limitada (BOLLER et al., 2007).

Logo, avaliações da deposição de calda de pulverização são utilizadas em pesquisas de tecnologia de aplicação como forma de desenvolver e melhorar as técnicas de aplicação de defensivos agrícolas (PALLADINI, 2000). Quando empregados de forma inadequada, os defensivos tornam-se um risco à saúde humana e ao meio ambiente, portanto é necessário reduzir perdas na aplicação, aumentando assim a eficiência das operações de pulverização (SALYANI et al., 1987).

Alguns estudos relatam que pulverizações com gotas grossas, apesar de reduzir o risco com deriva, não contribuem necessariamente com o sucesso de pulverizações, pois gotas superiores a 800 μ m tem a tendência de escorrer pelas folhas da cultura alvo e posteriormente se depositam no solo. Já gotas menores de 100 μ m têm melhor uniformidade de deposição no alvo desejado, porém, devido ao seu tamanho, são consideradas de fácil evaporação em condições adversas de umidade relativa do ar (SCHMIDT, 2006).

Cada cultura apresenta uma arquitetura foliar característica, que interfere na penetração das gotas no dossel vegetativo (BERNI et al., 1999). Logo, no caso da soja, o objetivo da

tecnologia de aplicação está em fazer com que as gotas atravessem a camada superior de folhas das plantas e cheguem com condições de se distribuir, depositar e cobrir, adequadamente, todo o dossel (FERREIRA & OLIVEIRA, 2008).

Para Cunha (2014) os melhores resultados com pulverizações são gerados através do conhecimento dos produtos utilizados e a melhor forma de aplicação destes. Assim, é possível proporcionar sua máxima eficiência ao atingir o alvo e consequentemente atenuar a redução de riscos ambientais e custos com pulverizações extras.

2.3 DERIVA DE PULVERIZAÇÕES

Durante a aplicação dos produtos fitossanitários, a fração mais fina das gotas geradas por pulverizadores, ao se deslocarem desde a máquina até o alvo, podem ser arrastadas pelo vento ou por correntes aéreas ascendentes (inversão térmica), causando perdas e alcançando locais indesejados, vindo a contaminar áreas próximas ou distantes, fora do local de aplicação (BOLLER & RAETANO, 2011). Esse fenômeno é conhecido por deriva e consiste num dos principais problemas das aplicações de produtos fitossanitários.

As gotas que ficam flutuando ou que evaporam por completo deixam no ar o ingrediente ativo que pode ser carregado a distâncias consideráveis, causando problemas ambientais ou danos econômicos, caso atinjam culturas sensíveis (CONTIERO, 2018). A análise do espectro de gotas pode indicar o potencial risco de deriva, sendo o DMV (Diâmetro da Mediana Volumétrica) e V100 (% de gotas menores que 100 μ m) indicadores que apresentam uma correlação com esse potencial, onde o aumento dos valores de V100 e a diminuição dos valores de DMV estão relacionados com o aumento do risco de deriva (ANTUNIASSI et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2015).

Em caldas de pulverização à base de água o problema relacionado à deriva ocorre após a pulverização da calda pela ponta de pulverização. No trajeto entre a ponta e o alvo, a gota fica exposta às condições ambientais e a evaporação e esse fenômeno reduz o peso da gota e a deixa mais susceptível ao arrastamento pelo vento, podendo evaporar antes que ocorra a deposição no alvo. A regulagem do equipamento, a tecnologia de aplicação empregada, as condições meteorológicas no momento da aplicação e as características físico-químicas da calda a ser pulverizada também interferem neste fenômeno (HOFMAN & SOLSENG, 2017).

Segundo Costa (2012) uma das técnicas para redução de deriva se dá pela escolha da ponta de pulverização ideal, pois a mesma interfere diretamente no tamanho das gotas. O risco de deriva é frequentemente correlacionado com o tamanho das gotas, principalmente com a

porcentagem de gotas finas (HILZ & VERMEER, 2013), o que também é citado por Oliveira & Antuniassi (2012) e por Mota (2015). Além do vento, outras condições ambientais interferem na deriva como a baixa umidade relativa e a alta temperatura do ar, pois aumentam a taxa de evaporação, reduzindo o tamanho das gotas e tornando-as mais suscetíveis a deriva (HOLTERMAN, 2003). Neste caso, a utilização de adjuvantes pode auxiliar no controle da deriva, pois se espera que aumentem o tempo de vida das gotas no ar (MATTHEWS, 2000).

A solução encontrada para a mitigação dos danos causados pela deriva, em alguns países, foi a criação de zonas-tampão, como em regiões da Europa, onde são proibidas as pulverizações (HILZ & VERMEER, 2013). Alterações nas propriedades físico-químicas da calda de pulverização, através da adição de adjuvantes também podem constituir uma estratégia para a redução de deriva. Segundo Christofolletti (1999), fluídos com alta tensão superficial e viscosidade necessitam de maior energia para serem pulverizados, resultando em gotas maiores, no entanto, alguns adjuvantes redutores de deriva presentes no mercado são surfactantes e reduzem os valores de tensão superficial ao serem adicionados à calda de pulverização.

2.4 ADJUVANTES REDUTORES DE DERIVA

Adjuvantes são substâncias ou compostos sem propriedades fitossanitárias, exceto a água, que são acrescentados às misturas em tanques de pulverização agrícola para facilitar a aplicação, aumentar a eficiência ou diminuir riscos (KISSMANN, 1998). No Brasil, segundo consta na Lei, o Artigo 1º do Decreto nº 4.704, de 04 de janeiro de 2002, que regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, define adjuvante como o “produto utilizado em mistura com produtos formulados para melhorar a sua aplicação” e aditivo como “substância ou produto adicionado aos defensivos agrícolas, componentes e afins, para melhorar sua ação, função, durabilidade, estabilidade e detecção, ou para facilitar o processo de produção”.

O uso de adjuvantes pode interferir na aplicação de defensivos agrícolas ao modificar características da calda de pulverização e melhorar a eficácia biológica dos produtos aplicados (CUNHA et al., 2009). Cunha et al. (2010) citam que as características físico-químicas da calda de pulverização influenciam na eficácia dos tratamentos fitossanitários e na dispersão da pulverização. As propriedades físico-químicas das caldas mais sensíveis são o pH, a tensão superficial e a viscosidade, influenciadas de acordo com a dose e a formulação dos adjuvantes (CUNHA & ALVES, 2009). E segundo Landim (2018) o uso de adjuvantes interfere na qualidade das aplicações, podendo alterar a eficácia de controle e melhorar os resultados da utilização dos defensivos agrícolas.

Wolf & Frohberg (2002) e Summer (1997) relataram que a adição de adjuvantes à calda de pulverização pode alterar o espectro de gotas pulverizadas, sendo o espectro de gotas a variável mais importante a ser controlada como medida de redução da deriva nas aplicações (KIRK, 2003).

Raetano & Chechetto (2019) listaram adjuvantes à base de polímeros e polissacarídeos como redutores de deriva. Ao interferirem na viscosidade, diminuem a formação de gotas muito finas. Uma menor percentagem de gotas finas somada ao aumento do diâmetro de gotas é o modo mais eficiente para a redução real da deriva (CHRISTOFOLETTI, 1999). Assim, óleos e surfactantes também podem ser redutores de deriva. O óleo vegetal aumenta a tensão superficial e a viscosidade da calda, dificultando sua desintegração em gotas pela ponta de pulverização (SANDERSON et al., 1997).

A adição de óleo mineral na calda de pulverização aumentou a velocidade das gotas em 10,8%, em relação à calda contendo somente surfactante (FRANÇA et al., 2017). Uma prática comum em aplicações para controle da FAS é a utilização de óleos minerais ou vegetais em associação com adjuvantes surfactantes. Isto pode ser justificado em pulverizações com volumes de calda inferiores a 100 L/ha, já que surfactantes melhoram o espalhamento das gotas depositadas no alvo, melhorando a cobertura da aplicação (BOLLER & ANTUNIASSI, 2019 & ROEHRIG et al., 2018).

2.5 ASPECTOS DE PULVERIZAÇÕES AGRÍCOLAS

As pulverizações de defensivos agrícolas contribuem com a redução dos custos de produção e com o aumento da quantidade e da qualidade dos alimentos, desde que realizadas de maneira sustentável à fim de evitar contaminações do solo e da água, assim como prevenir danos ao ambiente, à saúde humana e animal (CUNHA et al., 2003).

Uma variável fundamental para a eficácia da aplicação de defensivos agrícolas é a taxa de aplicação, sendo importante avaliar o tipo de alvo a ser atingido, a cobertura buscada, a forma de ação do defensivo e a técnica de aplicação a ser empregada para a definição da mesma (CONTIERO, 2018). Estes fatores aliados ao espectro de gotas, podem influenciar na eficiência e na segurança desta operação (ANTUNIASSI & BOLLER, 2011; RAETANO, 2019).

Atualmente a tecnologia de aplicação tende para a redução do volume de calda aplicado por hectare com o objetivo de diminuir a quantidade de água consumida, reduzir os custos e aumentar o rendimento operacional, o que pode causar deposição irregular nos alvos das pulverizações (DOS REIS, 2016; MONIZ, 2020). Para culturas anuais, volumes abaixo de 5,0

L ha⁻¹ são clasificados como ultra baixo volume; de 5,0 a 50 L ha⁻¹ como muito baixo volume; de 50 a 200 L ha⁻¹ como baixo volume; de 200 a 600 L ha⁻¹ como médio volume e volume acima de 600 L ha⁻¹ como alto volume (MATTHEWS, 2000).

A distribuição da calda pulverizada está diretamente ligada à ponta de pulverização (MATUO, 1990; BOLLER & RAETANO, 2011), sendo estas classificadas de acordo com o perfil da deposição, o formato do jato, espectro de gotas formado, a vazão e os mecanismos de geração de gotas (RAETANO & MOTA, 2019). Quando o tamanho do orifício da ponta aumenta, o tamanho da gota também aumenta (CONTIERO, 2018). Os espectros de gotas das pulverizações são classificados de acordo com a norma ASABE S572.2 (ASABE, 2018) como extremamente finas (<60 µm), muito finas (61-105 µm), finas (106-235 µm), médias (236-340 µm), grossas (341-403 µm), muito grossas (404-502 µm), extremamente grossas (503-665 µm) e ultra grossas (>665 µm). Para determinar em qual classificação uma pulverização se enquadra, são comparados os valores de DV_{0,1} (diâmetro da gota (µm), para o qual 10% do volume pulverizado apresenta gotas de diâmetro inferior a ele), DV_{0,9} (diâmetro da gota (µm), para o qual 90% do volume pulverizado apresenta gotas de diâmetro inferior a ele) e DMV ou DV_{0,5} (diâmetro da gota (µm), para o qual 50% do volume pulverizado apresenta gotas de diâmetro inferior e 50% diâmetro superior a ele), com os obtidos pelas pontas de referência recomendadas pela norma ASABE S572.2, sob o mesmo método de coleta.

RESUMO

3. ARTIGO 1 - EFEITO DA ADIÇÃO DE ADJUVANTES REDUTORES DE DERIVA NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E NO ESPECTRO DE GOTAS DE CALDAS FUNGICIDAS

AUTOR: Tiago Lovato Colpo

ORIENTADOR: Walter Boller

A oferta de adjuvantes alternativos pelo mercado faz com que sejam necessárias pesquisas para analisar os efeitos da adição destes produtos em caldas de pulverização. As interações destes adjuvantes com diferentes modelos de pontas de pulverização e defensivos agrícolas podem afetar as características físico-químicas e o espectro de gotas das pulverizações dessas misturas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a viscosidade, a tensão superficial, o pH e o espectro de gotas (diâmetro mediano volumétrico - DMV, amplitude relativa - AR e % de volume constituído por gotas menores de 100 μm - V100) das pulverizações resultantes de misturas de duas caldas fungicidas com diferentes adjuvantes para dois modelos de pontas de pulverização. Os tratamentos foram compostos pelos fungicidas Fox Xpro® + Aureo® e Versatilis® + Assist®, combinados a cinco adjuvantes antideriva e duas pontas, sendo elas: KGF® COAP 90005 (jato cônico vazio – gotas finas – 60 L ha⁻¹) e Teejet® TT 11001 (jato plano de impacto – gotas médias – 120 L ha⁻¹). A adição de adjuvantes resultou em pequenas alterações no pH das caldas com o fungicida Versatilis, enquanto que as caldas com o fungicida Fox Xpro® apresentaram os menores valores dessa variável. O volume de pulverização não influenciou o pH das caldas. Nesse estudo foi possível observar que todos os adjuvantes alternativos avaliados reduziram os valores de tensão superficial porém com diferentes intensidades de redução entre os fungicidas. Já, os efeitos sobre a viscosidade foram pouco evidentes ou nulos, também se diferenciando entre os fungicidas. A tensão superficial e a viscosidade responderam ao volume de calda, sendo que 120 L ha⁻¹ resultou em menor ação dos adjuvantes sobre as características avaliadas. A análise do DMV, da AR e do V100, revelou interações triplas significativas. Para todas as caldas, a ponta de jato plano de impacto gerou DMV e AR maior e menores valores de V100 do que a ponta de jato cônico vazio. Os efeitos dos adjuvantes alternativos sobre DMV, AR e V100 variaram em função do modelo de ponta e do fungicida + adjuvante recomendado pelo fabricante do fungicida.

Palavras-chave: Características físico-químicas; adjuvantes; pontas de pulverização; mitigação da deriva.

ABSTRACT**ARTICLE 1 – EFFECT OF THE ADDITION OF DRIFT-REDUCING ADJUVANTS ON THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND SPRAY DROPLETS SPECTRUM OF FUNGICIDAL SOLUTIONS**

AUTHOR: Tiago Lovato Colpo

ADVISOR: Walter Boller

The offer of alternative adjuvants on the market makes research necessary to analyze the effects of adding these products to spray solutions. The interactions of these adjuvants with different models of spray tips and pesticides can affect the physicochemical characteristics and the droplet spectrum of sprays of these mixtures. The objective of this work was to evaluate the viscosity, surface tension, pH and droplet spectrum (volumetric median diameter - VMD relative amplitude - RA and % of volume consisting of droplets smaller than 100 μm V100) of sprays resulting from mixtures of two fungicidal solutions with different adjuvants for two models of spray tips. The treatments were composed of the fungicides Fox Xpro® + Aureo® and Versatilis® + Assist®, combined with five different adjuvants referred by their manufacturers as anti-drifts and two tips, namely: KGF® COAP 90005 (empty conical jet – fine drops – 60 L ha⁻¹) and Teejet® TT 11001 (flat impact jet – medium drops – 120 L ha⁻¹). The addition of adjuvants resulted in small changes in the pH of the sprays with the Versatilis fungicide, while the sprays with the Fox Xpro® fungicide showed the lowest values of this variable. The application rates did not influence the pH of the sprays. With the study it was possible to observe that all the evaluated alternative adjuvants reduced the surface tension values but with different intensities of reduction among the fungicides. On the other hand, the effects on viscosity were little evident or null, also differing between fungicides. The surface tension and viscosity responded to the spray volume, and 120 L ha⁻¹ resulted in less action of the adjuvants on the evaluated characteristics. The analysis of VMD, RA and V100 revealed significant triple interactions. For all spray solutions, the flat impact jet tip generated higher VMD and RA and lower V100 than the empty conical jet tip. The effects of alternative adjuvants on VMD, RA and V100 varied depending on the spray nozzle model and the fungicide + recommended adjuvant by the fungicide manufacturer.

Key-words: Physicochemical characteristics; adjuvants; spray tips; drift mitigation

INTRODUÇÃO

O sucesso no manejo fitossanitário é essencial para melhores resultados na agricultura, sendo necessário conhecimentos e técnicas para a obtenção de um bom controle e diminuição dos danos causados por pragas, para assim evitar efeitos negativos ao ambiente e garantir a sustentabilidade do sistema produtivo (CONTIERO et al., 2018). Neste contexto, algumas técnicas têm sido pesquisadas e incorporadas à pulverização, visando auxiliar na correta aplicação de defensivos agrícolas às culturas e dentre elas tem se ressaltado o uso dos adjuvantes agrícolas. Esses produtos alteram as características físico-químicas da calda, como viscosidade e tensão superficial, além de promover o espalhamento de gotas, aderência, aumento da absorção do ingrediente ativo, redução de espuma e dispersão da calda de pulverização (SASAKI et al., 2015; CUNHA & PERES, 2010) ou ainda modificam o pH, a tensão superficial e a viscosidade, as quais são as propriedades mais sensíveis à adição dos adjuvantes (CUNHA, 2009).

A tensão superficial de misturas de produtos merece ser observada, pois, essa interação pode ser sinérgica ou antagônica. A redução da tensão superficial aumenta a espalhabilidade da mistura quando aplicada no alvo, ampliando a área de cobertura e conseqüentemente a velocidade de absorção do produto pela planta (IOST, 2010). A viscosidade pode ser ligada ao diâmetro da mediana volumétrica (DMV), uma vez que a elevação da viscosidade está associada à geração de gotas de pulverização maiores e, conseqüentemente, com efeito na redução do potencial de deriva de uma aplicação. Entretanto, não há definição quanto a magnitude da elevação necessária para o aumento do diâmetro das gotas (CUNHA, 2010). Agentes redutores de deriva modificam a viscosidade da calda de aplicação produzindo um espectro de gotas maior e conseqüentemente mais pesado, dificultando assim a ação do vento sobre a calda pulverizada (OLIVEIRA, 2011).

Parte dos problemas relacionados com a utilização de adjuvantes nas caldas advem do desconhecimento de sua ação e das implicações de sua utilização nas pulverizações (ANTUNIASSI, 2006). Outro fator é a combinação de adjuvantes com diferentes pontas de pulverização, em que a dinâmica da geração e do transporte das gotas pode ser alterada negativamente, elevando as perdas (GANDOLFO et al., 2013). Assim, se faz necessário mais estudos relacionados com o efeito da adição de adjuvantes às caldas de pulverizações.

O estudo teve como objetivo avaliar o efeito da adição de diferentes adjuvantes em caldas fungicidas nas características físico-químicas para duas taxas de aplicação e no espectro de gotas da pulverização das caldas para dois diferentes tipos de ponta de pulverização.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Biotecnologia Agrícola (BioTechAgro) e no Laboratório de Desenvolvimento Farmacotécnico, ambos no campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil e no Laboratório de Tecnologia de Aplicação da BASF, sediado em Santo Antônio de Posse, São Paulo, Brasil.

As doses dos fungicidas e adjuvantes seguiram as indicações dos fabricantes. Os produtos, adjuvantes e respectivas doses estão listados na Tabela 1.

As variáveis avaliadas foram a tensão superficial e a viscosidade de soluções aquosas contendo adjuvantes comerciais de uso agrícola, além de uma amostra contendo apenas água destilada.

No Laboratório de Tecnologia de Aplicação da BASF foi analisado o pH e o espectro de gotas resultantes da pulverização de diferentes misturas de fungicidas com diferentes adjuvantes para dois tipos de pontas de pulverização. Foram utilizadas pontas de jatos cônicos vazios da série KGF® COAP 90005 (pulverizando uma calda preparada para aplicar um volume de 60 L ha⁻¹) e pontas de jatos planos de impacto, da série Teejet® TT 11001 (pulverizando uma calda preparada para aplicar um volume de 120 L ha⁻¹).

Os tratamentos avaliados encontram-se na Tabela 2.

Tabela 1 - Informações (produtos, adjuvantes, descrição e respectivas doses dos produtos comparados).

Produto	Nome comercial	Composição	Dose.ha⁻¹ (mL ou g)
Fungicida	Fox Xpro®	Bixafem; protioconazol; trifloxistrobina	500
Fungicida	Versatilis®	Fenpropimorfe	300
Adjuvante	Aureo®	Óleo vegetal metilado	250
Adjuvante	Assist®	Óleo mineral	500
Adjuvante	Antidrift®	Umectantes, tensoativos, estabilizantes, sequestrantes, ácido fosfórico, ureia e sacarídeos	100
Adjuvante	Extremo®	Organosiliconados e óleo vegetal	200
Adjuvante	TA 35 Gold®	Óleo vegetal	150
Adjuvante	SprayOil®	Organosiliconados, óleo vegetal e óleo essencial de laranja	250
Adjuvante	IOP Full®	Organosiliconados e óleo vegetal	500

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As soluções (tratamentos) foram preparados em béqueres de 250 mL, nos quais os produtos foram dosados com o auxílio de pipetas manuais Eppendorf® e a mistura dos produtos com água destilada foi realizada com agitador de bancada magnético Marconi®. As misturas foram transferidas para garrafas PET de 200 mL para realização das análises.

Análise de viscosidade das misturas

Nesta avaliação utilizou-se um viscosímetro rotacional da marca BrookField® modelo DV-II+ Pro para mensurar a viscosidade dinâmica das soluções citadas na Tabela 2.

Utilizou-se a técnica de medição que relaciona viscosidade à resistência que o fluido exerce ao movimento rotacional do sensor de cisalhamento, ou *spindle*, em diversas velocidades, taxas de cisalhamento e temperatura, resultando na torção proporcional da mola. No procedimento utilizou-se o rotor zero na rotação de 100rpm e a temperatura dos líquidos estabilizou-se em 20°C.

Com o auxílio de pipetas manuais retirou-se 16mL de cada amostra, que posteriormente foram colocados em um copo de alumínio para amostras do viscosímetro. Na sequência, este copo era acoplado ao equipamento no qual um cilindro era submerso na amostra para início da análise. Após, ligou-se o aparelho para o início da análise até a estabilização da leitura na escala. Na sequência travou-se a escala e desligou-se o aparelho, efetuando-se a leitura dos resultados em centiPoises (cPs) ou miliPascal por segundo (mPa.s).

Tabela 2 - Tratamentos (fungicidas, adjuvantes e taxas de aplicação estudadas).

Tratamento	Fungicidas	Taxas de aplicação (L ha ⁻¹)	Adjuvantes (nome comercial)
1			-
2			Aureo®
3			Aureo® + Antidrift®
4		60	Aureo® + TA 35 Gold®
5			Aureo® + Extremo®
6			Aureo® + SprayOil®
7			Aureo® + IOP®
8	Fox Xpro®		-
9			Aureo®
10			Aureo® + Antidrift®
11		120	Aureo® + TA 35 Gold®
12			Aureo® + Extremo®
13			Aureo® + SprayOil®
14			Aureo® + IOP®
15			-
16			Assist®
17			Assist® + Antidrift®
18		60	Assist® + TA 35 Gold®
19			Assist® + Extremo®
20			Assist® + SprayOil®
21			Assist® + IOP Full®
22	Versatilis®		-
23			Assist®
24			Assist® + Antidrift®
25		120	Assist® + TA 35 Gold®
26			Assist® + Extremo®
27			Assist® + SprayOil®
28			Assist® + IOP Full®

Análise da tensão superficial das misturas

Para esta avaliação utilizou-se um goniômetro Drop Shape Analyzer DAS KRÜSS GmbH® para mensurar, por meio do método da gota pendente, a tensão superficial das misturas

citadas na Tabela 2.

No método da gota pendente, a tensão superficial foi calculada a partir da imagem da sombra desta gota pendente usando a análise do formato da gota. A gota foi deformada sob o efeito da gravidade, por meio de pressão hidrostática, a qual afetou o raio de curvatura que é produzido dentro da gota devido ao peso da mesma. Como a pressão hidrostática é dependente da altura, a curvatura do formato da gota também mudou na direção vertical. Isso resultou na característica “forma de pêra” da gota pendente. Se a diferença de densidade entre as fases for conhecida, a tensão superficial pode ser calculada a partir da forma da gota. Este processo é calculado pelo software do equipamento, que resulta na tensão superficial em Newton por metro (Nm). Para o presente procedimento a temperatura dos líquidos foi estabilizada em 20°C.

Para esta análise coletou-se 5,0 mL de cada amostra com o auxílio de uma seringa de vidro do próprio equipamento. Após, a seringa foi acoplada no equipamento que, de forma mecânica e automatizada, gerou uma gota para leitura da tensão superficial da amostra. Após a estabilização dos valores, foi efetuada a leitura e a gota descartada. Este procedimento foi repetido por 15 vezes e ao final o valor médio das leituras foi registrado.

ANÁLISE DE PH E ESPECTRO DE GOTAS DE CALDAS COM ADJUVANTES.

A concentração dos produtos na solução de pulverização foi ajustada para atender a taxa de pulverização de 60 L ha⁻¹ para as pontas KGF® COAP 90005 e a taxa de 120 L ha⁻¹ para as pontas Teejet® TT 11001, ambas operadas na pressão 3,0 bar (300kPa), para testar a capacidade das pontas em alterar os espectros de gotas. As soluções de pulverização foram preparadas com água pura tipo 2 (deionizada) em um reator de vidro de 3,0 L instrumentado com um agitador mecânico IKA EuroStar 200 e acoplado a uma bomba elétrica Shurflo 8030-863-239.

Primeiramente adicionou-se 2,5 L de água no reator e após isso foram adicionados os respectivos produtos de cada tratamento. Ao final completou-se com água totalizando 3,0 L de calda. O pH inicial da água era de 7,9 medido por meio de um medidor de pH Metrohm 914 (Metrohm AG, 2019®). Os espectros de gotas foram avaliados usando um analisador de partículas de difração a laser SprayTec® 10K (Malvern Panalytical, 2019) com uma lente de 750 mm e intervalo de detecção de 0,1 a 2000 micrômetros (µm). Os fluxos de pulverização foram fornecidos por uma lança estacionária de bico único colocada a 40 cm perpendicularmente ao feixe de laser.

As condições climáticas dentro da câmara foram registradas durante os testes usando um termohigrômetro digital Herbicat SH-122®. A temperatura variou de 22 a 26°C e a umidade

relativa do ar de 60 a 80%. Manteve-se a calda sob agitação, sem formação de vórtex, até completa homogeneização. No computador utilizou-se o software 3.30 e selecionou-se os parâmetros conforme descrito no POP (Procedimento Operacional Padrão). As leituras dos espectros de gotas consistiram em dez repetições de 10 segundos cada. As variáveis analisadas foram tamanho ou diâmetro da mediana volumétrica ($DV_{0,50}$ ou DMV em μm), a amplitude relativa (span) e a porcentagem de finos deriváveis (% volume $<100 \mu\text{m}$), conhecida como V100.

Os dados relacionados com o espectro de gotas foram submetidos à análise de variância (F-Teste a 5% de probabilidade de erro) e quando detectadas diferenças significativas entre os tratamentos, as médias foram comparadas com o teste de comparação de médias de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Potencial Hidrogeniônico

Os efeitos da adição de adjuvantes às caldas fungicidas sobre o pH das misturas pode ser observado nos Gráficos 1 e 2, nos quais o acréscimo destes produtos às caldas fungicidas propiciou resultados pouco evidentes, principalmente nos tratamentos com o fungicida Versatilis®, inclusive em relação à água. Por outro lado, o pH das caldas contendo o fungicida Fox Xpro® apresentou notória redução para todos os tratamentos em comparação à água. Ainda, com este fungicida, o menor valor de pH foi obtido na calda do mesmo com o adjuvante Áureo®, recomendado pelo seu fabricante. Dentre os adjuvantes alternativos, somente Antidrift® e Spray Oil® demonstraram capacidade de elevar o pH, respectivamente em 1,2 e em 1,0 pontos, quando comparados com a calda padrão (Fox Xpro® + Áureo®).

Gráfico 1 - Potencial hidrogeniônico para duas taxas de pulverização de misturas do fungicida Fox Xpro® com distintos adjuvantes.

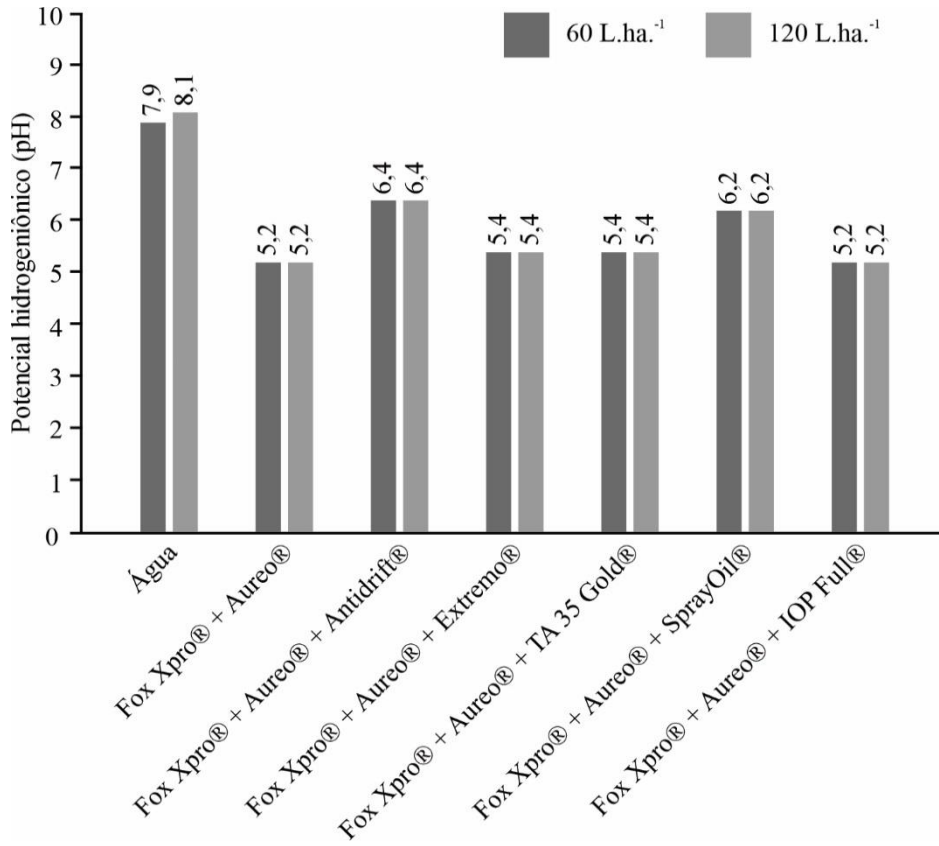
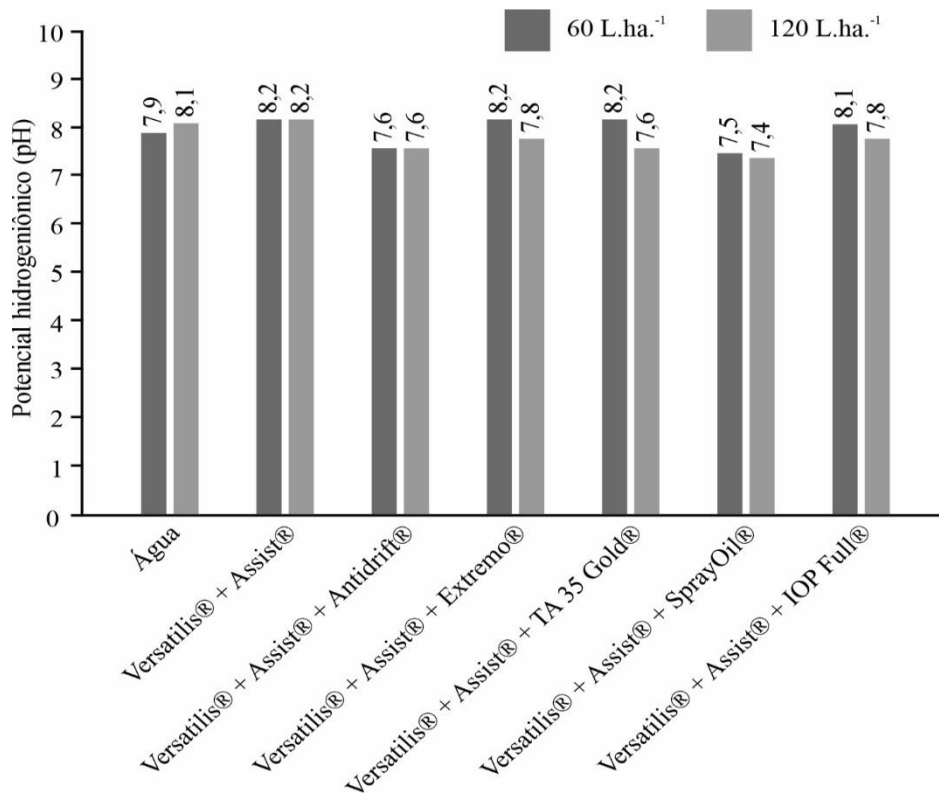


Gráfico 2 - Potencial hidrogeniônico para duas taxas de pulverização de misturas do fungicida Versatilis® com distintos adjuvantes.



3.1.2 Tensão Superficial

O efeitos da adição de adjuvantes às caldas fungicidas podem ser observados nos Gráficos 3 e 4. Em geral o efeito do acréscimo destes produtos reduziu a tensão superficial das caldas se comparadas à água. Os adjuvantes alternativos reduziram o valor da variável quando comparados aos tratamentos sem os mesmos. O resultado destas adições variou de 27,24 N.m a 31,78 N.m para as caldas com o fungicida Fox Xpro® e de 27,99 N.m a 34,42 N.m para as caldas com o fungicida Versatilis®. Para as caldas compostas por água + fungicida (sem adjuvante) e por água + fungicidas + adjuvante recomendado pelo fabricante do fungicida, a tensão superficial variou de 32,94 N.m a 37,29 N.m para Fox Xpro® e de 33,63 N.m a 39,04 N.m para Versatilis®.

A tensão superficial também respondeu às taxas de aplicação. Os resultados para a taxa de 120 L ha⁻¹ foram, em média, 6,7% superiores aos da taxa de 60 L ha⁻¹. Para as caldas compostas com o fungicida Fox Xpro® (120 L ha⁻¹) a tensão superficial média foi 5% superior à média das caldas para 60 L ha⁻¹. Já para o fungicida Versatilis® as caldas para 120 L ha⁻¹ apresentaram tensão superficial média de 8,4% superior àquela observada para as caldas de 60 L ha⁻¹.

Gráfico 3 - Tensão superficial da água e de dois volumes de pulverização com misturas do fungicida Fox Xpro® com distintos adjuvantes agrícolas.

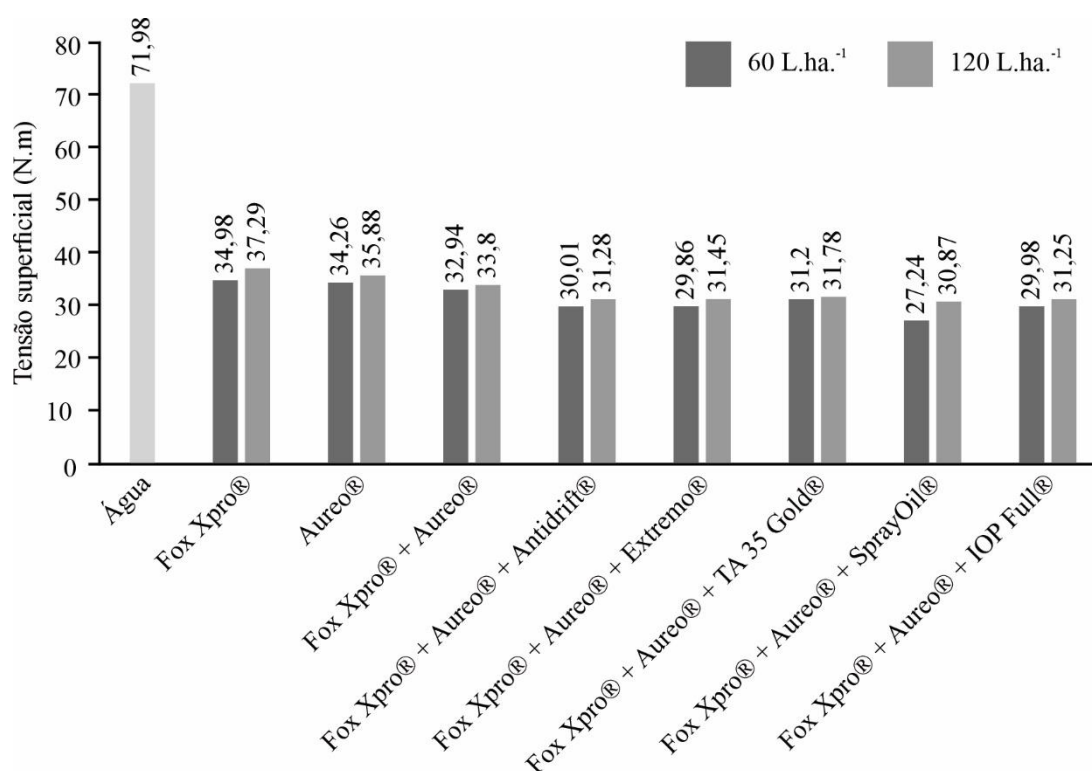
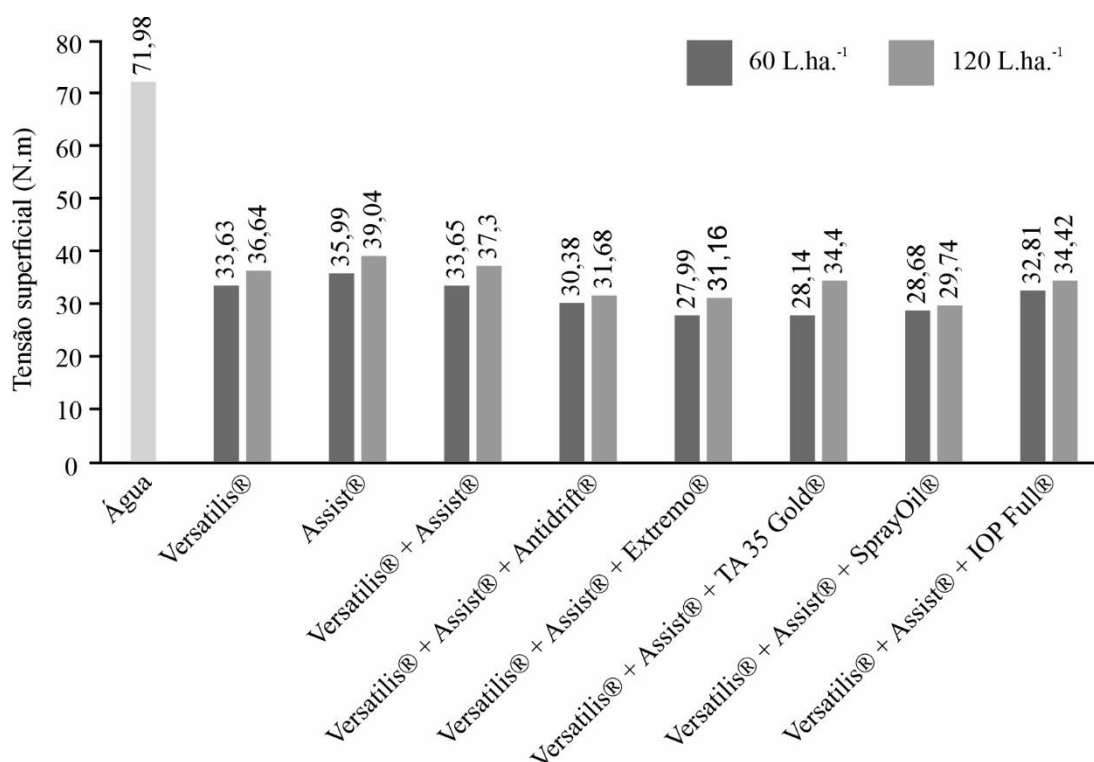


Gráfico 4 - Tensão superficial da água e de dois volumes de pulverização com misturas do fungicida Versatilis® com distintos adjuvantes agrícolas.



De acordo com Queiroz et al. (2020), por apresentarem menor tensão superficial as caldas para aplicações com menores taxas de pulverização possuem maior potencial de espalhabilidade no alvo, o que pode ser explicado pela maior concentração de produtos surfactantes em relação à água, corroborando com os resultados encontrados nesse trabalho.

Viscosidade

O detalhamento do efeito da adição de adjuvantes está registrado nos Gráficos 5 e 6 e evidencia que a maioria dos tratamentos alterou a viscosidade dinâmica após o acréscimo de adjuvantes. Também é possível observar que o efeito entre as taxas de pulverização é maior do que entre as composições da mesma, com destaque para as caldas com Fox Xpro®, e em todos os resultados os valores aproximaram-se muito ao valor da viscosidade dinâmica da água destilada. Os resultados estão de acordo com aqueles encontrados por Cunha (2010), no qual a alteração da viscosidade dinâmica de soluções aquosas sofreu sensíveis alterações, quando na mesma temperatura, com a adição de adjuvantes às misturas.

Gráfico 5 - Viscosidade dinâmica para duas taxas de pulverização das misturas de calda com o fungicida Fox Xpro®.

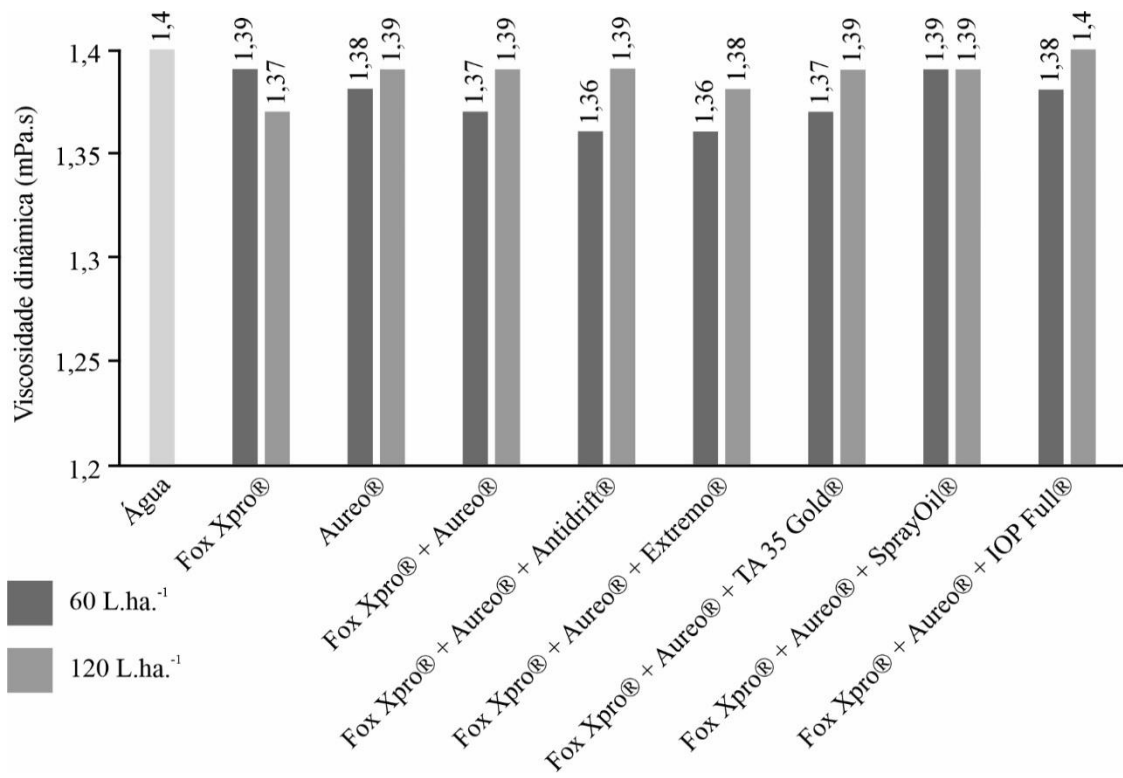
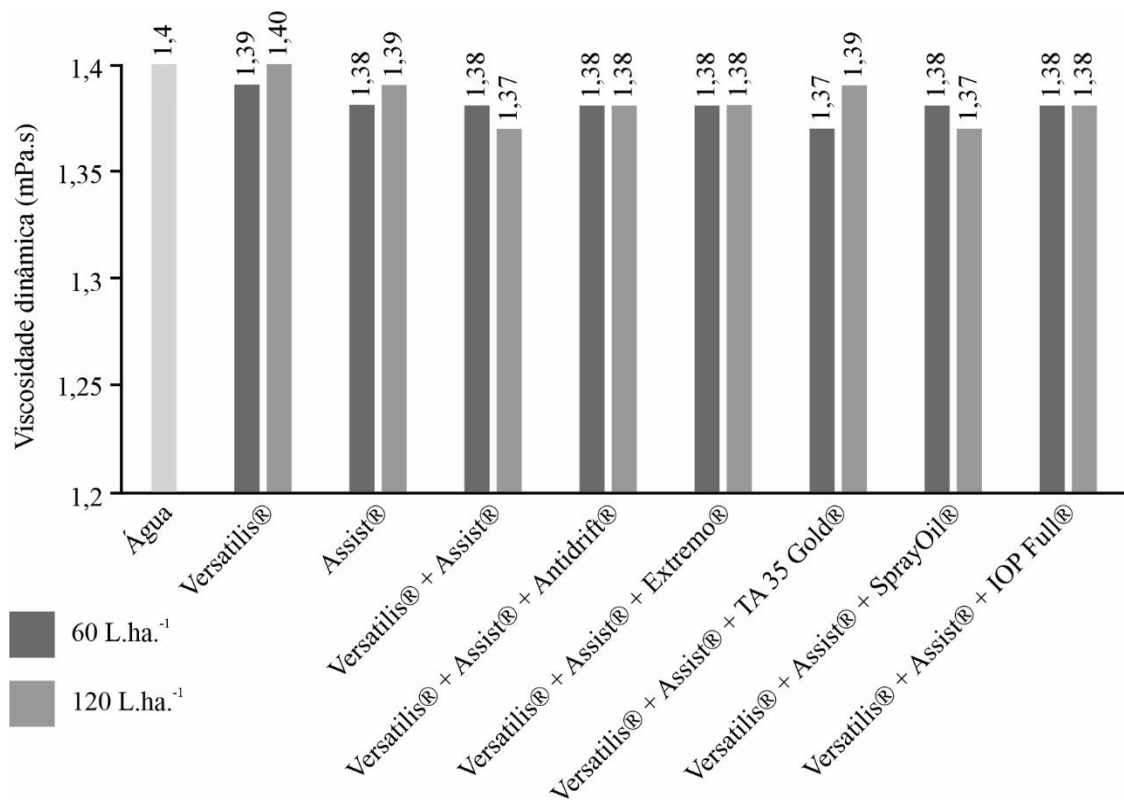


Gráfico 6 - Viscosidade dinâmica para duas taxas de pulverização das misturas de calda com o fungicida Versatilis®.



A tensão superficial e a viscosidade mostraram ser propriedades físico-químicas sensíveis à mudanças com a adição de adjuvantes nas caldas já que ambos fatores reduziram após o acréscimos destes produtos. Há também um comportamento similar destas propriedades em relação às diferentes taxas de aplicação. A tensão superficial e a viscosidade são propriedades que dependem das forças de coesão que existem entre as moléculas de um líquido, assim, se há mais coesão entre moléculas, há um aumento da tensão superficial e da viscosidade (CUNHA, 2010; QUEIROZ, 2018). O aumento em conjunto destas variáveis de uma solução aquosa, exige mais energia durante a pulverização, fazendo com que o cisalhamento do líquido seja mais difícil, resultando em uma pulverização com gotas mais grossas, reduzindo a deriva (CHRISTOFOLETTI, 1999). Porém, no presente trabalho a adição dos adjuvantes redutores de deriva, de modo geral, reduziu os valores dessas variáveis.

ESPECTRO DE GOTAS

Analisando os efeitos dos diferentes tratamentos (caldas) dentro de cada ponta de pulverização, verifica-se que a adição de adjuvantes alternativos às caldas fungicidas para as pulverizações com as pontas KGF® COAP 90005 (60 L ha⁻¹) proporcionou diferenças significativas no DMV das gotas para os tratamentos com Fox Xpro®, não havendo diferenças significativas entre as caldas com o fungicida Versatilis® (Tabela 3). As caldas compostas pelo fungicida Fox Xpro® + Aureo® e pela mesma acrescida do adjuvante Extremo® proporcionaram DMV das gotas (124,0 µm e 132,2 µm) superior à calda composta por Fox Xpro® + Aureo® + Óleo IOP Full® (118,0 µm). As demais caldas (inclusive a água) resultaram em valores intermediários do DMV das gotas e não se diferenciaram do maior e do menor valor.

Quando a pulverização foi realizada com as pontas Teejet® TT11001 e o volume de aplicação foi de 120 L ha⁻¹, para ambos os fungicidas, foram observadas diferenças significativas no DMV das gotas, entre as caldas. A pulverização somente com água, resultou em DMV de 217,8 µm, superior aos demais tratamentos para ambos os fungicidas. A calda com o fungicida Fox Xpro® + Aureo® em que foi adicionado o óleo IOP Full proporcionou DMV das gotas de 206,2 µm, superior à calda em que participou o adjuvante TA 35 Gold (200,9 µm), enquanto que as demais caldas com o mesmo fungicida proporcionaram valores intermediários a esses dois tratamentos. Analisando os tratamentos com o fungicida Versatilis®, o tratamento com adição do adjuvante Antidrift® proporcionou DMV das gotas de 207,5 µm, superior aos demais tratamentos, porém semelhante ao obtido com Versatilis® + Assist® (204,1 µm). Os demais tratamentos com Versatilis® e taxa de aplicação de 120 L ha⁻¹ resultaram em

tamanhos de gotas inferiores ao obtido com a adição do adjuvante Antidrift®.

Tabela 3 - Tamanho da gota que divide as amostras de gotas em duas metades de volumes ($DV_{0,50}$ ou DMV - μm) em função de duas pontas de pulverização, dois fungicidas e sete diferentes caldas (adjuvantes).

C A L D A	Ponta KGF COAP 90005*		Ponta Teejet TT11001*	
	Fox XPro®	Versatilis®	Fox XPro®	Versatilis®
1 – Água	119,5ab	119,5 ^{NS}	217,8 a	217,8 a
2 – Fungicida + Adjuvante recomendado (F + AR)	124,0 a	121,6	203,4 bc	204,1 bc
3 – F + AR + Antidrift	119,9 ab	118,4	203,1 bc	207,5 b
4 – F + AR + TA 35 Gold	120,6 ab	121,5	200,9 c	199,6 c
5 – F + AR + Extremo	123,2 a	119,3	204,6 bc	198,3 c
6 – F + AR + Spray Oil	120,4 ab	121,6	201,9 bc	199,8 c
7 – F + AR + Óleo IOP Full	118,0 b	122,0	206,2 b	201,6 c
Coeficiente de variação (%)	3,04	2,78	1,86	2,09

* Pontas KGF COAP 90005 distribuindo 60 L ha^{-1} e pontas Teejet TT11001 120 L ha^{-1} – $P = 300 \text{ kPa}$

NS – diferenças não significativas entre as caldas pelo F-Teste a 5% de probabilidade de erro.

Médias seguidas por letras minúsculas iguais, dentro de cada coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A amplitude relativa (AR), que é uma variável indicadora da uniformidade do tamanho das gotas, também apresentou valores bem diferenciados entre os dois modelos de pontas de pulverização (Tabela 4), sendo que as pontas de jatos cônicos vazios da série KGF® COAP 90005 resultaram em espectro de gotas mais uniforme (menor AR) do que as pontas de jatos planos de impacto da série Teejet® TT11001. As duas pontas também apresentaram comportamento inverso da AR, em relação à pulverização de água. Neste caso, com as pontas de jatos cônicos a AR foi de 0,96, representando a maior uniformidade, dentre as caldas, ao passo que utilizando as pontas de jatos planos de impacto a pulverização de água proporcionou os maiores valores de AR (1,89), o que se traduz em menor uniformidade das gotas.

A calda composta por Fox Xpro® + Aureo® + Óleo IOP Full®, pulverizada com as pontas de jatos cônicos vazios e taxa de 60 L ha^{-1} , apresentou amplitude relativa de 1,09, sendo estatisticamente diferente da água (0,96). A AR das gotas pulverizadas com as demais caldas contendo Fox Xpro® não se diferenciaram da água e do tratamento com adição do Óleo IOP Full®. Com as mesmas pontas, para as caldas preparadas com o fungicida Versatilis®, a AR obtida com a adição do adjuvante Antidrift® (1,14) foi maior do que aquela obtida com a calda em que foi adicionado o adjuvante Spray Oil® (1,02), que não se diferenciou da água (0,96), mas não se diferenciou das demais caldas. Ainda, as caldas com adição somente de óleo Assist®, assim como Assist® + óleo IOP Full® e Assist® + óleo Spray Oil® promoveram AR das gotas semelhantes entre si e não se diferenciaram da água, que resultou no menor valor

absoluto de AR (maior uniformidade das gotas).

Quando as caldas preparadas com o fungicida Fox Xpro® foram pulverizadas com as pontas de jatos planos e impacto e taxa de 120 L ha⁻¹, o maior valor de AR foi obtido com a adição do óleo IOP Full (2,00), sendo estatisticamente semelhante à água (1,89). As demais caldas resultaram em AR inferior a esses dois tratamentos (gotas mais uniformes). Para as mesmas pontas, todas as caldas preparadas com o fungicida Versatilis®, resultaram em AR das gotas menores do que a água (gotas mais uniformes). Os menores valores de AR das gotas, estatisticamente semelhantes entre si, foram obtidos com a adição de Extremo® (1,53), óleo IOP Full® (1,54), TA 35 Gold® (1,57) e Spray Oil® (1,61). Com excessão do Spray Oil® e do Antidrift® (1,77), a adição dos adjuvantes alternativos proporcionou AR menor (gotas mais uniformes) do que a calda composta apenas pelo fungicida Versatilis® e o óleo Assist® (1,73), recomendado pelo seu fabricante.

Tabela 4 - Amplitude relativa (AR) das amostras de gotas pulverizadas, em função de duas pontas de pulverização, dois fungicidas e sete diferentes caldas (adjuvantes).

C A L D A	Ponta KGF COAP 90005		Ponta Teejet TT11001*	
	Fox XPro®	Versatilis®	Fox XPro®	Versatilis®
1 - Água	0,96 b	0,96 c	1,89 a	1,89 a
2 - Fungicida + Adjuvante recomendado (F + AdR)	0,99 ab	1,04 abc	1,57 b	1,73 bc
3 - F + AdR + Antidrift	1,01 ab	1,14 a	1,62 b	1,77 ab
4 - F + AdR + TA 35 Gold	1,06 ab	1,10 ab	1,55 b	1,57 d
5 - F + AdR + Extremo	1,01 ab	1,10 ab	1,68 b	1,53 d
6 - F + AdR + Spray Oil	1,07 ab	1,02 bc	1,66 b	1,61 cd
7 - F + AdR + Óleo IOP Full	1,09 a	1,06 abc	2,00 a	1,54 d
Coeficiente de variação (%)	8,15	8,05	6,29	6,66

* Pontas KGF COAP 90005 distribuindo 60 L ha⁻¹ e pontas Teejet TT11001 120 L ha⁻¹ - P = 300 kPa
Médias seguidas por letras minúsculas iguais, dentro de cada coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A percentagem do volume das gotas pulverizadas com diâmetro abaixo de 100 µm (V100) encontra-se na Tabela 5, sendo uma variável estreitamente relacionada com o potencial de deriva de uma pulverização. As duas pontas comparadas se diferenciaram de forma significativa para o V100, sendo que as pulverizações com as pontas de jatos cônicos vazios da série KGF® COAP 90005 resultaram em V100 acima de 30%, ao passo que as pulverizações das caldas com as pontas de jatos planos de impacto da série TT11001 proporcionaram V100 entre 10 e 12%, portanto bem mais seguras contra a deriva quando comparadas àquelas geradas pelas pontas de jatos cônicos vazios.

Quando pulverizadas com as pontas de jatos cônicos vazios, as caldas com Fox Xpro®

+ Aureo® (29,08%) e com Fox Xpro® + Aureo® + Extremo® (29,39%) resultaram nos menores valores de V100, não se diferenciando da água (31,63%), e das demais caldas, exceto quando foi adicionado óleo IOP Full (35,10%). Por sua vez, as caldas do fungicida Versatilis®, quando pulverizadas com as pontas de jatos cônicos vazios resultaram em V100 entre 31,41% e 35,53%, sem diferenças significativas entre as caldas e também não se diferenciando da água (31,63%). A partir desses resultados pode-se inferir que o risco de perder aproximadamente 1/3 da calda pulverizada com as pontas de jatos cônicos vazios deve ser considerado como uma real possibilidade, sempre que as condições do ar estejam fora dos limites climáticos considerados ideais para a pulverização. Neste sentido, para uma maior segurança nas pulverizações, autores como Cunha et al. (2003) recomendam que as gotas com diâmetro menor de 100 µm não deveriam somar mais de 15% do volume pulverizado.

Tabela 5 - Percentagem do volume pulverizado constituído por gotas menores que 100 µm (V100), em função de duas pontas de pulverização, dois fungicidas e sete diferentes caldas (adjuvantes).

C A L D A	Ponta KGF COAP 90005*		Ponta Teejet TT11001	
	Fox XPro®	Versatilis®	Fox XPro®	Versatilis®
1 – Água	31,63 ab	31,63 a	10,86 ^{NS}	10,86 ^{NS}
2 – Fungicida + Adjuvante recomendado (F + AR)	29,08 b	31,79 a	10,91	11,16
3 – F + AR + Antidrift	32,37 ab	35,53 a	10,77	10,97
4 – F + AR + TA 35 Gold	32,74 ab	32,86 a	11,02	11,40
5 – F + AR + Extremo	29,39 b	34,37 a	10,95	10,90
6 – F + AR + Spray Oil	33,11 ab	31,41 a	11,13	11,33
7 – F + AR + Óleo IOP Full	35,10 a	31,59 a	10,96	11,16
Coefficiente de variação (%)	12,06	11,01	6,67	5,91

* Pontas KGF COAP 90005 distribuindo 60 L ha⁻¹ e pontas Teejet TT11001 120 L ha⁻¹ – P = 300 kPa

NS – diferenças não significativas entre as caldas pelo F-Teste a 5% de probabilidade de erro.

Médias seguidas por letras minúsculas iguais, dentro de cada coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Ainda, em relação ao V100 das pulverizações realizadas com as pontas de jatos planos de impacto da série Teejet TT11001®, independentemente do fungicida, não foram detectadas diferenças significativas entre as caldas. Os valores de V100 variaram entre 10 e 12% e nenhuma calda se diferenciou estatisticamente da água.

Considerando os resultados relacionados com o espectro de gotas, encontrados nestes experimentos pode-se destacar que a melhor alternativa para realizar uma pulverização mais segura é a correta seleção de pontas de pulverização. Essa afirmação concorda com os relatos de Cunha et al. (2003), Cunha e Alves (2009) e Cunha & Peres (2010), devendo a utilização de adjuvantes ser considerada um ajuste fino, cujos efeitos sobre a qualidade da

pulverização dependem dos produtos fitossanitários, de suas formulações e das pontas de pulverização utilizadas (MILLER, & BUTLER ELLIS, 2000 e OLIVEIRA et al., 2015).

CONCLUSÕES

A adição de adjuvantes nas caldas fungicidas reduz a tensão superficial, variando entre produtos e doses. Os efeitos sobre a viscosidade são pouco evidentes ou nulos, variando entre tratamentos. Ambos os fatores respondem também ao volume de calda, sendo a ação sobre as características avaliadas menores no volume de 120 L ha⁻¹.

A adição dos adjuvantes altera o pH para as caldas com o fungicida Versatilis®. O pH das caldas com o fungicida Fox Xpro® é menor que o pH da água utilizada no preparo da calda. A influência do volume de calda na variável pH é pouco pronunciada ou nula.

A ponta de jato plano de impacto proporciona uma pulverização mais segura, uma vez que gera gotas com DMV e AR significativamente maiores e menor valor de V100 do que a ponta de jato cônico vazio.

Os efeitos dos adjuvantes alternativos sobre DMV, AR e V100 são influenciados pelo modelo de ponta e pelo fungicida + adjuvante recomendado pelo fabricante do fungicida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação de defensivos. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 15, p. 17-22, 2006.

CHRISTOFOLETTI, J. C. Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle. São Paulo: Teejet South América, (**Boletim técnico 5**), p. 15, 1999.

CONTIERO, R. L., BIFFE, D. F., e CATAPAN, V. **Tecnologia de Aplicação**. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S., e GOTO, R., comps. Hortaliças-fruto [online]. Maringá: EDUEM, p. 401-449. 2018.

CUNHA, J. P. A. R. et al. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, v. 21, p. 325-332, 2003.

CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, G. S. Características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. **Interciência**, v. 34, n. 9, p. 655-659, 2009.

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**, v. 32, n. 4, p. 597-602, 2010.

CUNHA, J. P. A. R. et al. Efeito da temperatura nas características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 665-672, 2010.

GANDOLFO, M. A.; CHECHETTO, R. G.; CARVALHO, F. K.; GANDOLFO, U. D.; MORAES, E. D. Influência de pontas de pulverização e adjuvantes na deriva em caldas com glyphosate. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 3, p. 474-480, 2013.

IOST, C. A. R.; RAETANO, C. G. Tensão superficial dinâmica e ângulo de contato de soluções aquosas com surfactantes em superfícies artificiais e naturais. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 30, p. 670-680, 2010.

MILLER, P. C. H.; BUTLER ELLIS, M. C. Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from ground-based boom sprayer. **Crop Protection**, v. 19, p. 609-615, 2000.

OLIVEIRA, R. B. Caracterização funcional de adjuvantes em soluções aquosas. 2011. **Tese (Doutorado)** – Universidade Estadual Paulista de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2011.

OLIVEIRA R. B.; ANTUNIASSI, U. R. & GANDOLFO M. A. Spray adjuvant characteristics affecting agricultural spraying drift. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.35, n.1, p.109-116, jan./fev. 2015

QUEIROZ, M. F . P. Espectro de gotas e características físicas de caldas com adjuvantes tensoativos e os herbicidas glyphosate e 2,4-D, isolados e em mistura. **Dissertação (mestrado)** - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2020.

SASAKI, R.S. Adjuvantes nas propriedades físicas da calda, espectro e eficiência de

eletrificação das gotas utilizando a pulverização eletrostática. **Ciência Rural**, v.45, n.2, fev, 2015.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). The United Nations World Water Development Report 2014: **Water and Energy**. Paris, UNESCO, 2014.

RESUMO

4. ARTIGO 2 – EFEITO DA ADIÇÃO DE ADJUVANTES REDUTORES DE DERIVA NO MANEJO DE DOENÇAS DA SOJA COM FUNGICIDAS E NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA

AUTOR: Tiago Lovato Colpo

ORIENTADOR: Walter Boller

O manejo com fungicidas químicos é uma estratégia comum no controle da ferrugem-asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), doença que inicia o processo de infecção na metade inferior das plantas da cultura. Porém, estes produtos apresentam baixa capacidade de translocação, sendo necessárias pulverizações que propiciem uma maior cobertura do dossel, objetivo alcançado por meio de gotas finas, sendo estas mais sensíveis à deriva pela baixa massa que possuem. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da adição de distintos adjuvantes, os quais reduzem o fenômeno da deriva, às caldas fungicidas no controle da ferrugem-asiática e o seu efeito na produtividade da soja. O estudo foi dividido em três experimentos, sendo que os tratamentos do primeiro foram compostos por adjuvantes alternativos em substituição ao recomendado para dois horários de pulverização utilizando a taxa de aplicação de 60 L ha⁻¹; no segundo por adjuvantes alternativos associados aos adjuvantes recomendados também com taxa de aplicação de 60 L ha⁻¹ e no terceiro por adjuvantes alternativos associados ao recomendado para duas taxas de aplicação, sendo elas 60 e 120 L ha⁻¹. Os resultados permitem observar que a adição de adjuvantes contribuiu no controle da doença, mesmo com a baixa incidência da mesma. Os adjuvantes alternativos foram eficazes em substituição aos adjuvantes recomendados e a associação destes produtos não mostrou diferenças significativas em relação ao adjuvante recomendado isolado. O peso de mil sementes e a produtividade final responderam à taxa de aplicação, tendo o volume de 120 L ha⁻¹ apresentado melhores resultados em comparação a 60 L ha⁻¹.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação; Horário de aplicação; Taxa de aplicação; Ferrugem-asiática da soja.

ABSTRACT**ARTICLE 2 – EFFECT OF ADDITION OF DRIFT-REDUCING ADJUVANTS ON MANAGEMENT OF DISEASES WITH FUNGICIDES AND SOYBEAN GRAIN YIELD**

AUTHOR: Tiago Lovato Colpo

ADVISOR: Walter Boller

Management with chemical fungicides is a common strategy to control Asian Soybean Rust (*Phakopsora pachyrhizi*), a disease that initiates the infection process in the lower half of the crop plants. However, these products have low translocation capacity, requiring sprays that provide greater canopy coverage, an objective achieved by fine droplets, which are more sensitive to drift due to their low mass. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of the addition of different adjuvants that, according to the manufacturers, reduce the phenomenon of drift, to the fungicidal spray solutions in the control of Asian Rust and in the grain yield of the crop. The study was divided into three experiments, in which the treatments of the first were composed of alternative adjuvants in place of the recommended for two spraying schedules using 60 L ha⁻¹; in the second by alternative adjuvants associated with the recommended 60 L ha⁻¹ and in the third by alternative adjuvants associated with the recommended for two application rates, being them 60 and 120 L ha⁻¹. With the results, it was possible to observe that the addition of adjuvants contributed in controlling the disease, even with its low incidence. Alternative adjuvants were effective in replacing the recommended adjuvants and the combination of these products did not achieve significant results in relation to the recommended adjuvant alone. The weight of a thousand seeds and the grain yield responded to the application rate, where the volume of 120 L ha⁻¹ presented better results compared to 60 L ha⁻¹.

Keywords: Application technology; Application time; Application rate; Soybean Asian Rust.

INTRODUÇÃO

A área cultivada com soja no Brasil passou de 27,7 milhões para 40,9 milhões hectares entre 2012 e 2022 (CONAB, 2022) com um incremento de 47% na área plantada com a oleaginosa. Expansão que somada ao aumento da janela de semeadura e ao surgimento de novos patógenos, proporcionaram uma maior incidência de doenças na cultura (GODOY, 2017). As doenças fúngicas são os principais limitantes da produtividade da soja (ANDRADE, 2020). Fato que impacta o cultivo no Brasil pois, das 34 doenças já catalogadas em soja no país, 21 são causados por fungos. Só a ferrugem-asiática da soja (FAS), por exemplo, pode comprometer até 90% da produção (DALLA LANA et al., 2015).

A infecção se inicia pelo estrato inferior do dossel da cultura, onde normalmente o molhamento foliar ocorre por mais tempo, favorecendo o desenvolvimento do patógeno (WHATHER, 2010). Logo, em caso de falhas na aplicação, o fungo se multiplica no interior do dossel das plantas, dificultando o manejo, uma vez que a penetração das gotas das pulverizações nas folhagens se torna mais difícil com o desenvolvimento da cultura (FILHO, 2012). Assim, para atingir as camadas mais baixas de folhas das plantas se faz necessária a escolha de pontas de pulverização que quebre a calda aplicada em gotas mais finas, porém, essas são mais propensas a evaporação e ao vento, podendo ocasionar menor deposição (BUENO et al., 2016), fato que pode ser contornado com o uso de adjuvantes redutores de deriva pois estes agem sobre a viscosidade, diminuindo a formação de gotas muito finas (RAETANO & CHECHETTO, 2019).

Outro problema é a baixa translocação de fungicidas sistêmicos (JULIATTI et al., 2017), o que requer maior cobertura do alvo, para uma adequada proteção (AZEVEDO, 2003). Porém, a camada cerosa e hidrofóbica das folhas da cultura, impede um melhor espalhamento dos líquidos pulverizados. Assim, torna-se necessário o uso de adjuvantes surfactantes, que reduzem a tensão superficial dos líquidos, auxiliam no espalhamento da calda na superfície hidrofóbica e contribuem com o aumento da penetração de fungicidas nos alvos (ALVES et al., 2017).

Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do uso de diferentes adjuvantes em caldas fungicidas na eficácia do controle da FAS e na proteção da produtividade da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

DESCRIÇÃO

O trabalho foi composto por três experimentos que tiveram como objetivo avaliar o efeito da adição de diferentes adjuvantes nas caldas fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja em condições de campo.

Os experimentos foram realizados: 1) no campo experimental do Instituto Federal Farroupilha no município de Júlio de Castilhos (29° 13' 37" S, 53° 40' 55" O) durante a safra 2020/2021 e objetivou-se avaliar o efeito de adjuvantes alternativos em substituição aos adjuvantes recomendados pelos fabricantes de fungicidas no controle da ferrugem-asiática e na proteção da produtividade da soja, quando aplicados em dois horários de aplicação, entre 09h e 9h e 30 minutos e entre 14h e 14h e 30 minutos;

2) em lavoura comercial de segunda safra, localizada no município de Lagoa dos Três Cantos (28° 34' 17" S, 52° 51' 32" O), no ano de 2021, e foi avaliado o efeito da adição de adjuvantes alternativos associados aos recomendados pelo fabricante dos fungicidas, na proteção da produtividade da soja;

3) No campo experimental do Departamento de Defesa Fitossanitária da UFSM, localizado no município de Santa Maria (29° 42' 7.77" S, 53° 43' 16.07" O) na safra 2021/2022, onde foi avaliado o efeito da adição de adjuvantes alternativos associados aos recomendados pelos fabricantes dos fungicidas, aplicados com duas taxas de pulverização na proteção da produtividade da soja.

Os municípios citados acima estão localizados no estado do Rio Grande do Sul, Brasil, e a descrição completa dos experimentos consta nas Tabela 1 e 2.

Tabela 1 - Descrição dos experimentos contendo tratamento utilizados, taxas de aplicação, cultivar, momento da aplicação, datas e fungicidas aplicados no momento de cada pulverização.

Experimentos	Tratamentos	Taxas de aplicação	Cultivar	Momento da aplicação	Datas	Fungicidas
1	T1: Sem adjuvante; T2: Adjuvante Recomendado* (AdR); T3: Antidrift®; T4: LI700®; T5: IOP Full®; T6: SprayOil®; Testemunha.	60 L ha ⁻¹	M6410 RR	R2	09/mar	Fox Xpro® + Unizeb Gold®
				R4	29/mar	Fox Xpro® + Bravonil®
				R5.2	14/abr	Versatilis® + Bravonil®
2	T1: AdR; T2: Sem adjuvante; T3: AdR + Antidrift®; T4: AdR + SprayOil®; T5: AdR + Extremo®; T6: AdR + TA 35 Gold®; T7: AdR + IOP Full®; Testemunha.	60 L ha ⁻¹	TMG 7067 INOX	R2	30/mar	Fox Xpro® + Unizeb Gold®
				R4	09/abr	Fox Xpro® + Bravonil®
				R5.4	06/mai	Versatilis® + Unizeb Gold®
3	T1: AdR; T2: Sem adjuvante; T3: AdR + Antidrift®; T4: AdR + SprayOil®; T5: AdR + Extremo®; T6: AdR + TA 35 Gold®; T7: AdR + IOP Full®; Testemunha.	60 e 120 L ha ⁻¹	NA 5909 RG RR	R2	15/fev	Fox Xpro® + Unizeb Gold®
				R5.1	17/mar	Fox Xpro® + Unizeb Gold®

*Óleo Aureo® para aplicações com fungicida Fox Xpro® e óleo Assist® para fungicida Versatilis®.

Os tratamentos foram aplicados com um pulverizador costal pressurizado com CO₂, equipado com uma barra de 3,0 m, com pontas espaçadas em 0,5 m. Utilizou-se pontas de pulverização da série KGF® COAP 90005 (jato cônico vazio) para a taxa de aplicação de 60 L ha⁻¹, à pressão de 3,0 bar (300 kPa), gerando gotas de categoria fina e a ponta Teejet® TT 11001 (jatos planos de impacto) para a taxa de aplicação de 120 L ha⁻¹, à pressão de 3,0 bar (300 kPa), gerando gotas de categoria média. Os produtos, descrições e doses utilizadas nos experimentos estão na Tabela 2.

Tabela 2 - Nome comercial, descrição, doses e posicionamento nos experimentos dos produtos utilizados no trabalho.

Produto	Nome comercial	Descrição	Dose ha⁻¹ (mL ou g)	Experimentos
Fungicida	Fox Xpro®	Bixafem; protioconazol; trifloxistrobina	500	1, 2 e 3
Fungicida	Versatilis®	Fenpropimorfe	300	1 e 2
Fungicida	Unizeb Gold®	Mancozebe	1500	1 e 2
Fungicida	Bravonil®	Clorotalonil	2000	1 e 2
Adjuvante	Aureo®	Óleo vegetal metilado	250	1, 2 e 3
Adjuvante	Assist®	Óleo mineral	500	1 e 2
Adjuvante	Antidrift®	Umectantes, tensoativos, estabilizantes, sequestrantes, ácido fosfórico, ureia e sacarídeos	100	1, 2 e 3
Adjuvante	Extremo®	Organosiliconados e óleo vegetal	200	2 e 3
Adjuvante	TA 35 Gold®	Óleo vegetal	150	2 e 3
Adjuvante	LI-700®	Lecitina e ácido propiônico	200	1
Adjuvante	SprayOil®	Organosiliconados, óleo vegetal e óleo essencial de laranja	250	1, 2 e 3
Adjuvante	IOP Full®	Organosiliconados e óleo vegetal	500	1, 2 e 3

No momento das aplicações as condições meteorológicas foram monitoradas com o auxílio de um termo-higro-anemômetro digital modelo Kestrel® 3000 e os dados encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Condições ambientais nos momentos das pulverizações nos experimentos.

Experimento	Data	Horário	Umidade relativa (%)	Temperatura (°C)	Vento (km/h)
1	09/mar	9h	60,4	23,5	4,2
	09/mar	14h	50,3	30,3	6,4
	29/mar	9h	46,0*	27,2	2,3*
	29/mar	14h	49,0*	23,7	4,0
	14/abr	9h	53,4	22,0	11,0
	14/abr	14h	56,4	24,0	4,0
2	30/mar	-	51,0	25,8	3,6
	09/abr	-	48,0*	25,7	5,3
	06/mai	-	76,4	16,7	1,6 *
3	15/fev	-	47,0 *	30,5*	3,4
	17/mar	-	55,3	32,0 *	3,8

*Condições ambientais inadequadas, conforme Antuniassi e Boller (2019).

AVALIAÇÃO DE SEVERIDADE DE FERRUGEM-ASIÁTICA DA SOJA (FAS)

Para avaliar a severidade da FAS coletou-se 10 folíolos centrais, na metade superior e na metade inferior de plantas de cada parcela. Devido à ocorrência tardia da doença, essa avaliação somente ocorreu com as plantas no estágio R6. As avaliações foram realizadas em laboratório, com auxílio de lupa e por meio da escala diagramática de GODOY et al. (2006). Comparando-se a severidade em cada parcela tratada com fungicidas e a testemunha, calculou-se o controle da doença. Esta avaliação ocorreu apenas no experimento 1.

COLHEITA E AVALIAÇÃO DE RENDIMENTO DE GRÃOS

Ao final do ciclo das cultura, colheu-se amostras das plantas de soja em 2,0 m² centrais de cada parcela, para estimar o rendimento de grãos. Após a debulha, os grãos foram limpos e determinou-se o teor de umidade, expressando-se o rendimento de grãos em kg ha⁻¹, sendo o teor de umidade corrigido para 13%.

ANÁLISE DE DADOS

Os dados dos ensaios 1 e 3 foram submetidos à análise de variância (ANOVA) fatorial e os dados do ensaio 2 à ANOVA unifatorial (F-Teste a 5% de probabilidade de erro). Para os ensaios 1 e 3, havendo interações significativas entre os fatores, adjuvantes e horários (ensaio 1) ou adjuvantes e taxas de aplicação (ensaio 3), procedeu-se ao desdobramento das interações. As médias dos tratamentos das variáveis que apresentaram respostas significativas foram comparadas através do teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

EXPERIMENTO 1

Após a colheita e análise de dados os resultados mostraram interações significativas entre caldas e horários de aplicação, para severidade e controle da FAS (Tabelas 4, 5, 6 e 7) e para rendimento de grãos e ganhos no rendimento (Tabela 8) não houve resposta aos horários de aplicação, nem interações significativas e por isso a análise estatística é unifatorial, comparando somente as caldas fungicidas

A adição de adjuvantes às caldas fungicidas resultou na redução da severidade e consequentemente no aumento do controle de FAS na metade superior das plantas para os dois horários de pulverização em comparação ao tratamento sem o uso destes produtos, no qual os tratamentos com adjuvantes recomendados, Antidrift e SprayOil alcançaram os melhores resultados para o primeiro horário e os adjuvantes recomendados e LI 700 para o segundo horário de pulverização.

Na metade inferior das plantas o uso dos adjuvantes alcançou melhores resultados em comparação ao tratamento sem adjuvante apenas no primeiro horário e não houve diferenças significativas entre os adjuvantes no controle e na severidade neste estrato quando os fungicidas foram aplicados no segundo horário.

O rendimento de grãos e os ganhos de rendimento advindos das aplicações dos fungicidas não se diferenciaram estatisticamente entre os horários de pulverização, porém foram influenciados pela adição de diferentes adjuvantes às caldas, sendo que as maiores produtividades foram registradas nos tratamentos com os adjuvantes recomendados pelos fabricantes dos fungicidas, com incremento de 987 kg.ha⁻¹ em relação à testemunha, seguido pelo adjuvante SprayOil (872 kg.ha⁻¹), óleo IOP Full (867 kg.ha⁻¹) e LI 700 (802 kg.ha⁻¹). Não

houve interações significativas entre as caldas e horários de pulverização.

Tabela 4 – Severidade (%) de ferrugem-asiática da soja na metade superior das plantas

Calda (adjuvante)	Horário 1 – 09 h	Horário 2 – 14 h
1 – Sem adjuvante	NS 3,44 a	2,19 a
2 – Óleo Áureo® ou Óleo Assist®*	NS 0,83 b	0,84 b
3 – Antidrift®	NS 1,22 b	1,05 ab
4 – LI 700®	A 2,39 ab	B 0,82 b
5 – Óleo IOP Full®	NS 1,71 ab	1,34 ab
6 – Spray Oil®	NS 1,14 b	1,23 ab
Coefficiente de Variação (%)	53,65	41,76

*Para os fungicidas bixafen + proclonazol + trifloxistrobina + mancozebe (Fox Xpro® + Unizeb Gold®) foi utilizado o adjuvante Aureo® e com o fungicida fenpropimorfe (Versatilis®) o adjuvante Assist®
NS – diferença não significativa pelo F-Teste a 5% de probabilidade de erro, entre os horários de aplicação (dentro da linha)

Médias antecedidas por letras maiúsculas iguais dentro de cada linha e médias seguidas por letras minúsculas iguais, dentro de cada coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O estudo evidenciou que adjuvantes alternativos em substituição aos recomendados pelos fabricantes em caldas fungicidas mostraram-se eficazes no controle químico da FAS para a taxa de aplicação de 60 L ha⁻¹ e não diferiram significativamente do tratamento com os adjuvantes recomendados, no estrato inferior das plantas, local onde normalmente inicia-se o processo de infecção da doença (REIS et al., 2006), corroborando com Nascimento et al. (2018), o qual obteve resultados similares e evidenciou que a taxa de aplicação empregada foi suficiente para um manejo acertivo da FAS.

Tabela 5 – Controle (%) de ferrugem-asiática da soja na metade superior das plantas.

Calda (adjuvante)	Horário 1 – 09h	Horário 2 – 14h
1 – Sem adjuvante	B 85,07 b	A 90,50 b
2 – Óleo Áureo ou Óleo Assist*	NS 96,38 a	96,36 a
3 – Antidrift	NS 94,71 a	95,44 ab
4 – LI 700	NS 89,63 ab	96,44 a
5 – Óleo IOP Full	NS 92,58 ab	94,16 ab
6 – Spray Oil	NS 95,05 a	94,66 ab
Coefficiente de variação (%)	4,52	2,39

Severidade média na testemunha = 22,05%

*Para os fungicidas bixafen + proclonazol + trifloxistrobina + mancozebe (Fox Xpro® + Unizeb Gold®) foi utilizado o adjuvante Aureo® e com o fungicida fenpropimorfe (Versatilis®) o adjuvante Assist®
NS – diferença não significativa pelo F-Teste a 5% de probabilidade de erro, entre os horários de aplicação (dentro da linha)

Médias antecedidas por letras maiúsculas iguais dentro de cada linha e médias seguidas por letras minúsculas iguais, dentro de cada coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 6 – Severidade (%) de ferrugem-asiática da soja na metade inferior das plantas

Calda (adjuvante)	Horário 1 – 09 h	Horário 2 – 14 h
1 – Sem adjuvante	A 16,55 a	B 6,05 ^{NS}
2 – Óleo Áureo ou Óleo Assist ¹	NS 7,42 b	5,64
3 – Antidrift	A 10,08 b	B 5,92
4 – LI 700	NS 6,11 b	3,41
5 – Óleo IOP Full	NS 6,05 b	3,72
6 – Spray Oil	NS 6,04 b	3,46
Coefficiente de variação (%)	24,56	40,14

*Para os fungicidas bixafen + protioconazol + trifloxistrobina + mancozebe (Fox Xpro® + Unizeb Gold®) foi utilizado o adjuvante Aureo® e com o fungicida fenpropimorfe (Versatilis®) o adjuvante Assist®
NS antes da média – diferença não significativa pelo F-Teste a 5% de probabilidade de erro, entre os horários de aplicação (dentro de cada linha)

NS depois da média - diferenças não significativas pelo F-Teste a 5% de probabilidade de erro, entre as caldas (dentro da coluna)

Médias antecedidas por letras maiúsculas iguais dentro de cada linha e médias seguidas por letras minúsculas iguais, dentro de cada coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 7 – Controle (%) de ferrugem-asiática da soja na metade inferior das plantas

Calda (adjuvante)	Horário 1 – 09 h	Horário 2 – 14 h
1 – Sem adjuvante	B 56,16 b	A 83,97 ^{NS}
2 – Óleo Áureo ou Óleo Assist*	NS 80,34 a	85,06
3 – Antidrift	B 71,39 a	A 84,33
4 – LI 700	NS 83,83 a	90,98
5 – Óleo IOP Full	NS 83,97 a	90,16
6 – Spray Oil	NS 84,01 a	90,85
Coefficiente de variação (%)	7,50	5,70

Severidade média na testemunha = 37,75%

*Para os fungicidas bixafen + protioconazol + trifloxistrobina + mancozebe (Fox XPro® + Unizeb Gold®) foi utilizado o adjuvante Aureo® e com o fungicida fenpropimorfe (Versatilis®) o adjuvante Assist®
NS antes da média – diferença não significativa pelo F-Teste a 5% de probabilidade de erro, entre os horários de aplicação (dentro da linha); NS depois da média - diferenças não significativas pelo F-Teste a 5% de probabilidade de erro, entre as caldas (adjuvantes) (dentro da coluna)

Médias antecedidas por letras maiúsculas iguais dentro de cada linha e médias seguidas por letras minúsculas iguais, dentro de cada coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 8 – Rendimento de grãos (RGR - kg/ha) e ganhos de rendimento (kg/ha) sobre a testemunha sem aplicação de fungicidas, em resposta a aplicações de fungicidas associados a diferentes adjuvantes.

Calda (adjuvante)	RGR (kg/ha)	Ganho (kg/ha)
1 – Sem adjuvante	2671 b	456 b
2 – Óleo Áureo ou Óleo Assist*	3202 a	987 a
3 – Antidrift	2917 ab	702 ab
4 – LI 700	3017 a	802 a
5 – Óleo IOP Full	3082 a	867 a
6 – Spray Oil	3087 a	872 a
Coefficiente de variação (%)	7,48	28,69

Rendimento de grãos na testemunha = 2215 kg/ha

*Para os fungicidas bixafen + protioconazol + trifloxistrobina + mancozebe (Fox Xpro® + Unizeb Gold®) foi utilizado o adjuvante Aureo® e com o fungicida fenpropimorfe (Versatilis®) o adjuvante Assist®
Médias seguidas por letras minúsculas iguais, dentro de cada coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

EXPERIMENTO 2

A adição dos adjuvantes às caldas fungicidas alcançou resultados representativos na comparação ao tratamento sem adjuvantes, e a calda contendo TA 35 Gold® em associação aos adjuvantes recomendados resultou no maior rendimento de grãos com uma produtividade de 2901 kg.ha⁻¹, sendo 7% superior ao tratamento apenas com os adjuvantes recomendados pelo fabricante e 8,5% superior a média de produtividade dos demais tratamentos. Os outros tratamentos com associações de adjuvantes não se diferenciaram estatisticamente.

Como as plantas apresentavam estatura baixa (entre 0,50 e 0,60m) por ser uma lavoura de segunda época de cultivo a taxa de aplicação empregada no experimento mostrou ser suficiente para a correta cobertura do alvo. De acordo com Contiero et al. (2018) deve haver uma correta associação da taxa de aplicação com o tipo de ponta de pulverização empregada nas aplicações para obter melhores resultados no controle de doenças.

As baixas produtividades do experimento em comparação a média do Estado do Rio Grande do Sul para a safra 2021 (CONAB, 2021) pode ser explicada por ser uma área de segunda safra, onde a lavoura apresentou plantas de porte baixo, florescimento precoce e sofreu danos com uma geada antes de encher completamente os grãos, resultando em produtividade aquém da esperada.

Tabela 9 - Rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de soja cultivar TMG 7067 INOX, em resposta a aplicações de fungicidas sem e com diferentes adjuvantes.

Tratamento	Calda	Rendimento de grãos (kg ha⁻¹)
1	Fungicida sem adjuvante	2475 b
2	Fungicida + Adj. recomendado*	2656 ab
3	Fungicida + Adj. Rec. + Antidrift®	2789 ab
4	Fungicida + Adj. Rec. + Extremo®	2561 ab
5	Fungicida + Adj. Rec. + TA35Gold®	2901 a
6	Fungicida + Adj. Rec. + IOP Full®	2800 ab
7	Fungicida + Adj. Rec. + Spray Oil®	2713 ab
8	Testemunha	2212 c

*Óleo Aúreo para aplicações com FoxXpro® e Óleo Assist® para aplicações com Versatilis®.

EXPERIMENTO 3

Para a variável peso de mil sementes (PMS) não foram observadas diferenças significativas entre os adjuvantes. Para o rendimento de grãos foi observada diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 10). Todos os tratamentos com adjuvantes alcançaram melhores resultados em comparação ao tratamento sem adjuvante, com destaque para o óleo Aureo isolado e em associação aos adjuvantes TA 35 Gold® e óleo IOP Full®, este último obtendo o a maior produtividade com 4507 kg ha⁻¹.

Os resultados referentes a taxa de aplicação foram significativos tanto no PMS quanto no rendimento de grãos, em que o volume de 120 L ha⁻¹ obteve resultados superiores à taxa de 60 L ha⁻¹, com 160,7 g contra 156,9 g e 4427 kg ha⁻¹ contra 4303 kg ha⁻¹, respectivamente. Esses resultados concordam com os relatos de Santos (2020), o qual observou que as maiores taxas de aplicação de fungicidas foram superiores às menores, no controle de doenças e no rendimento de grãos da cultura da soja.

Na área experimental onde foi realizado o estudo não houve incidência de FAS até o estágio de R7, o que pode ser explicado pela tardia chegada dos esporos do patógeno ao local, porém, diferentemente de Peres (2020) e Nascimento et al. (2012) o acréscimo de adjuvantes às caldas fungicidas apresentou diferença significativa no rendimento de grãos.

Tabela 10 – Peso de mil sementes (g) e rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de soja cultivar NA 5909 RG RR em resposta a aplicações do fungicidas com dois volumes de calda, associados a diferentes adjuvantes.

CALDA (ADJUVANTE)	PMS (g)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
1 – Sem adjuvante	157,0 ^{NS}	4065 b
2 – Óleo vegetal Áureo	157,7	4423 a
3 – Aureo + Antidrift	158,7	4374 ab
4 – Aureo + Spray Oil	159,7	4367 ab
5 – Aureo + Extremo	156,9	4383 ab
6 – Aureo + TA 35 Gold	159,8	4433 a
7 – Áureo + óleo IOP Full	161,6	4507 a
Taxa de aplicação (L ha⁻¹)		
60	156,9 B	4303 B
120	160,7 A	4427 A
Coeficiente de variação (%)		

NS – diferenças não significativas entre as caldas pelo F-Teste a 5% de probabilidade de erro
 Letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre as caldas e letras maiúsculas diferentes entre volumes de calda pulverizados, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

CONCLUSÕES

A adição de adjuvantes às caldas fungicidas proporciona aumento da proteção da produtividade da cultura e no controle da FAS quando comparado à ausência destes produtos, mesmo a área do estudo apresentando baixa incidência da doença.

A taxa de aplicação de 120 L ha⁻¹ responde melhor para a proteção da produtividade da cultura, em comparação a 60 L ha⁻¹, mesmo esta última apresentando resultados satisfatórios para lavouras de segunda safra.

A adição de adjuvantes associados aos recomendados pelo fabricante do fungicida não apresenta diferença significativa, havendo pequenas alterações para mais e para menos em comparação aos resultados dos tratamentos com os adjuvantes recomendados de forma isolada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, G. S., CUNHA, J. P. A. R. & MARQUES, R. S. Tensão superficial, potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica de caldas de produtos fitossanitários e adjuvantes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, p. 261-270, 2017.
- ANDRADE, L. C. Seleção de Fungicidas para Controle de ferrugem-asiática na Cultura da Soja (*Glycine max.*). **Monografia (Curso de Bacharelado em Agronomia)**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, GO, p. 28, 2020.
- AZEVEDO, L. A. S. **Fungicidas protetores: fundamentos para o uso racional**. São Paulo, p. 319, 2003.
- BUENO, M. R.; CUNHA, J. P. A. R.; SANTANA, D. G. Drift curves from spray applications on common bean Crop. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 6, p. 621-632, 2016.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Série histórica das safras**. Brasília, DF, agosto. 2022. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/itemlist/category/911-soja>>. Acesso em: 18 ago. 2022.
- CONTIERO, R. L., BIFFE, D. F., and CATAPAN, V. **Tecnologia de Aplicação**. In: BRANDÃO FILHO, J. U. T., FREITAS, P. S. L., BERIAN, L. O. S., and GOTO, R., comps. Hortaliças-fruto [online]. Maringá: EDUEM, p. 401-449. 2018.
- DALLA LANA, F.; ZIEGELMANN, P. K.; MAIA, A. H. N.; GODOY, C. V.; DEL PONTE, E. M. Meta-Analysis of the Relationship Between Crop Yield and Soybean Rust Severity. **Phytopathology**, v. 105, n. 3, p. 307-315, 2015.
- FILHO J. M. **Manejo integrado da ferrugem-asiática da soja na região de Jaboticabal**. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal. Jaboticabal - SP 2012.
- GODOY, C.V.; KOGA, L.J.; CANTERI, M.G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p. 63-68, 2006.
- GODOY, C. V. **Manejo de doenças na cultura da soja**. Embrapa Soja – Artigo em anais de congresso (ALICE). WORKSHOP CTC AGRICULTURA, 16., 2017, Rio Verde. Agricultura - Resultados 2017. Rio Verde: Centro Tecnológico Comigo, 2017.
- JULIATTI, F. C., AZEVEDO, L. A. S., CRISTINA, J. (2017). Strategies of chemical protection for controlling soybean rust. In: **M. Kasai** (Ed.), Soybean (pp. 35–62). London: Intech Open. <https://doi.org/10.5772/67454>, 2017.
- NASCIMENTO, J. M. D. (2012). Aplicação de fungicidas em associação com diferentes adjuvantes no controle da ferrugem-asiática da soja. **Tese (Doutorado)** – Repositório UFGD– Universidade Federal da Grande Dourados.
- NASCIMENTO, J. M.; GAVASSONI, W. L.; BACCHI, L. M. A.; ZUNTINI, B.; MELO, E. P. & LEONEL, R. K.. Número de aplicações e uso de adjuvantes, adicionados a fungicidas no controle da ferrugem-asiática da soja. **Revista Agrarian**, v. 11, n. 40, p. 95-104, Dourados, 2018.

PERES, D. M. Adjuvantes aliados à aplicação de fungicidas na cultura da soja. Mercado e Pesquisa, p. 1-13, 2020. Disponível em: <http://177.53.200.37/index.php/cultivando/article/view/1028/953>

RAETANO, C. G.; CHECHETTO, R. G. Adjuvantes e formulações. In: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Editora Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF. Cap. 1, p. 29-47. 2019.

REIS, E. M., BRESOLIN, A. C. R., CARMONA, M. **Doenças da soja I: Ferrugem-asiática**. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2006.

SANTOS, M. L. M. Volume de calda e horário da aplicação no controle de doenças na cultura da soja (*Glycine max*). **Dissertação (mestrado)** - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2020.

WRATHER, A. et al. Effect of diseases on soybean yield in the top eight producing countries in 2006. **Plant Health Progress**, St. Paul, v. 10, n. 1, p. 1094-2001, 2010.

RESUMO

5. ARTIGO 3 - INTERFERÊNCIA DE ADJUVANTES REDUTORES DE DERIVA NA DEPOSIÇÃO DA CALDA DE PULVERIZAÇÃO PARA DIFERENTES HORÁRIOS DE APLICAÇÃO E NO CONTROLE DA FERRUGEM-ASIÁTICA DA SOJA (*Phakopsora pachyrhizi*).

AUTOR: Tiago Lovato Colpo

ORIENTADOR: Walter Boller

As variáveis climáticas, como temperatura e umidade relativa do ar, inversão térmica e velocidade do vento, variam ao longo do dia e podem interferir no desempenho das pulverizações de produtos fitossanitários. Adjuvantes redutores de deriva se destinam a mitigar os impactos negativos de condições desfavoráveis do ar sobre a qualidade das aplicações de produtos fitossanitários. Com o objetivo de avaliar a interação de adjuvantes e de horários de aplicação de fungicidas no controle da ferrugem-asiática da soja, foram conduzidos dois experimentos no município de Santa Maria/RS, Brasil, na safra 2020/2021 (experimento 1) e 2021/2022 (experimento 2). Os tratamentos para o experimento 1 foram: T1: Fox Xpro® + Aureo®; T2: Fox Xpro® + Antidrift®; T3: Fox Xpro® + Aureo® + Antidrift® e T4: Fox Xpro® + Aureo®, para seis horários de aplicação (07, 10, 13, 16, 19 e 22 horas). A taxa de aplicação utilizada para T1, T2 e T3 foi de 60 L ha⁻¹ e para T4 120 L ha⁻¹. No experimento 2 retirou-se T2 e T4 e incluiu-se um tratamento sem adjuvantes (T1). A deposição da calda nas plantas foi avaliada com auxílio de um traçador, que foi o corante alimentício Azul Brillante adicionado às caldas. Após a aplicação, foram retirados dez folíolos dos estratos superior e inferior de plantas das fileiras centrais de cada parcela. Os folíolos foram medidos para estimar a área foliar total de cada amostra. As amostras foram acondicionadas em frascos PET (500 mL) contendo 100 mL de água destilada, agitadas e o líquido resultante analisado através de espectrofotometria. Desta forma, o resultado foi expresso em µg de corante depositado por cm² de área foliar. Os resultados mostraram que o uso de adjuvantes aumentou o controle da ferrugem-asiática da soja e que a utilização destes produtos depende da interação com as condições ambientais. Sob condições adequadas de temperatura e umidade relativa do ar e velocidade do vento as maiores coberturas de gotas pulverizadas foram obtidas nos horários entre 10h e 13h, nos quais a arquitetura e o posicionamento de folhas das plantas favorecem a penetração no dossel, porém a maior deposição não refletiu em maiores rendimentos.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação; Condições ambientais; Penetração de gotas no dossel

ABSTRACT**ARTICLE 3 – INTERFERENCE OF DRIFT REDUCING ADJUVANTS ON THE DEPOSITION OF SPRAY FOR DIFFERENT APPLICATION HOURS AND ON THE CONTROL OF ASIAN SOYBEAN RUST (*Phakopsora pachyrhizi*)**

AUTHOR: Tiago Lovato Colpo

ADVISOR: Walter Boller

Air conditions, such as temperature, relative humidity, temperature inversion and wind speed, vary throughout the day and can interfere with the performance of pesticide sprays. Drift reducing adjuvants are intended to mitigate the negative impacts of unfavorable air conditions on the quality of plant protection product applications. In order to evaluate the interaction of adjuvants and fungicide application times over the control of Asian Soybean Rust, two experiments were carried out in the municipality of Santa Maria/RS, Brazil, in the 2020/2021 (experiment one) and 2021/2022 seasons (experiment two). The treatments for experiment one were: T1: Fox Xpro® + Aureo®; T2: Fox Xpro + Antidrift®; T3: Fox Xpro + Aureo + Antidrift and T4: Fox Xpro + Aureo, for six application times (7, 10, 13, 16, 19 and 22 hours). The application rate used for T1, T2 and T3 was 60 L ha⁻¹ and for T4 120 L ha⁻¹. In the experiment two, T2 and T4 were removed and a treatment without adjuvants was included as T1. The spray deposition on the plants was evaluated with the aid of a tracer, which was the bright blue food coloring added to the spray solutions. After application, ten leaflets were removed from the upper and lower strata of plants in the central rows of each plot. The leaflets were measured to estimate the total leaf area of each sample. The samples were placed in PET bottles (500 mL) containing 100 mL of distilled water, shaken and the resulting liquid analyzed by spectrophotometry. Thus, the result was expressed in µg of dye deposited per cm² of leaf area. The results showed that the use of adjuvants increased the control of Asian Rust incidence and that the use of these products depends on the interaction with environmental conditions. Under favourable air temperature and relative humidity and wind speed, the highest sprayed droplet coverage was obtained between 10:00 AM and 01:00 PM, in which the architecture and positioning of plant leaves favor canopy penetration, but higher deposition did not result in higher yields.

Key-words: Application technology; Environmental conditions; Droplet penetration into the canopy

INTRODUÇÃO

A ferrugem-asiática da soja - FAS, a qual tem como agente causal o fungo *Phakopsora pachyrhizi* é uma doença agressiva à cultura, entretanto, existem poucas formas de controle além do uso de fungicidas químicos. Essa forma de controle, com o passar das safras, se torna menos eficaz, como resultado de falhas na tecnologia de aplicação empregada, do posicionamento inadequado dos produtos, somados a uma baixa uniformidade da deposição da pulverização (GODOY et al. 2015; DALLA LANA et al. 2018; CUNHA et al. 2014; JULIATTI et al. 2017).

A deposição dos produtos fitossanitários nas plantas, normalmente é irregular, diminuindo nos estratos inferiores da cultura, devido ao efeito “guarda-chuva” (barreira física) proporcionado pela porção superior do dossel, camada esta que influencia negativamente na penetração das gotas no dossel (SILVA et al., 2014), sendo obstáculo ao controle de FAS, uma vez que a maioria dos fungicidas sistêmicos utilizados em soja, possuem translocação limitada (BOLLER et al., 2007). Os melhores resultados no controle da FAS são obtidos com uma boa penetração das gotas das pulverizações no interior do dossel, objetivo que pode ser alcançado com pulverizações de gotas finas e muito finas (ANTUNIASSI & BOLLER, 2019).

Essas gotas estão frequentemente relacionadas ao risco de deriva (HILZ & VERMEER, 2013), uma vez que ficam mais susceptíveis a ação do vento, podendo sofrer desvio de trajetória entre o bico de pulverização e o alvo da aplicação (SILVA, 1999). Além do vento, condições críticas de temperatura (acima de 30° C) e umidade relativa do ar (abaixo de 55%) tendem a reduzir o tamanho das gotas menores, influenciando negativamente a segurança da aplicação (ANTUNIASSI & BOLLER, 2019). Neste caso, a utilização de adjuvantes pode auxiliar no controle de deriva ao aumentar o tempo de vida das gotas no ar (MATTHEWS, 2000).

Espera-se então que o uso de adjuvantes atenuem os efeitos das condições ambientais que limitam a janela de aplicação, possibilitando expandir a janela viável para pulverizações ao longo do dia, sem causar prejuízos à qualidade dos depósitos de fungicidas nos alvos e ao controle de doenças pelas pulverizações. Logo, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de adjuvantes no controle da FAS e na deposição de pulverizações de fungicidas na cultura da soja em diferentes horários de aplicação.

MATERIAL E MÉTODOS

DESCRIÇÃO

O trabalho é composto por dois experimentos na cultura da soja que visaram avaliar o efeito da adição de adjuvantes em diferentes horários de aplicação na deposição de pulverizações, no controle da FAS e na produtividade de soja.

Os trabalhos laboratoriais foram conduzidos no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP) e no Laboratório Biotec Factory, ambos no campus da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria - RS.

Já os experimentos em condição de campo foram conduzidos no município de Santa Maria - RS (29° 42' 7.77" S, 53° 43' 16.07" O) e altitude de 113m (Tabela 1). O experimento 1 foi realizado na safra 2020/2021 em lavoura comercial e o experimento 2, na safra 2021/2022, na área experimental no Departamento de Defesa Fitossanitária/UFSM. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições e as parcelas mediram 3,0m de largura x 5,0 m de comprimento (15 m²).

Tabela 1 - Descrição dos experimentos contendo tratamento utilizados, taxas de aplicação, cultivar, momento da aplicação, datas e fungicidas utilizados no controle de Ferrugem-asiática na cultura da soja.

Experimentos	Tratamentos (caldas)	Cultivar	Momento da aplicação	Datas	Fungicidas
Experimento 1	T1: Aureo® (60 L ha ⁻¹); T2: Antidrift® (60 L ha ⁻¹); T3: Aureo® + Antidrift® (60 L ha ⁻¹); T4: Aureo® (120 L ha ⁻¹); Testemunha.	NA 5909 RG RR (Hábito de crescimento indeterminado)	R2	09/fev	Fox Xpro® + Unizeb Gold®
	R5.2		25/fev	Fox Xpro® + Unizeb Gold®	
Experimento 2*	T1: Sem adjuvante*; T2: Aureo® ou Assist®; T3: Aureo® ou Assist® + Antidrift®; Testemunha.	BRS 5804 RR (Hábito de crescimento Indeterminado)	R2	31/01 e 01/02	Fox Xpro®
			R5.4	21/02 e 22/02	Versatilis®

*No experimento 2 todos os tratamentos foram pulverizados com taxa de aplicação de 60L ha⁻¹;

**Óleo Aureo® para aplicações com fungicida Fox Xpro® e óleo Assist® para fungicida Versatilis®.

PULVERIZAÇÕES

As pulverizações foram realizadas em seis horários distintos no decorrer dos dias, sendo estes: às 07, 10, 13, 16, 19 e 22 horas. Os tratamentos foram aplicados com um pulverizador costal pressurizado com CO₂, equipado com uma barra de 3,0 m, com seis pontas espaçadas em 0,5 m. Utilizou-se o modelo de ponta KGF® COAP 90005 (jato cônico vazio) para a taxa de aplicação de 60 L ha⁻¹, à pressão de 3,0 bar (300 kPa), gerando gotas de categoria fina e a ponta Teejet® TT 11001 (jatos planos de impacto) para a taxa de aplicação de 120 L ha⁻¹, à pressão de 3,0 bar (300 kPa), gerando gotas de categoria média. Os produtos, descrições e doses utilizadas nos experimentos estão na Tabela 2. No momento das aplicações as condições do ar foram monitoradas com o auxílio de um termo-higro-anemômetro digital modelo Kestrel® 3000 e os dados obtidos se encontram na Tabela 3.

Tabela 2 - Nome comercial, descrição, doses e posicionamento nos experimentos dos produtos utilizados no trabalho.

Produto	Nome comercial	Descrição	Dose ha⁻¹ (mL ou g)	Experimentos
Fungicida	Fox Xpro®	Bixafem; Protiocanazol; Trifloxistrobina	500	1 e 2
Fungicida	Versatilis®	Fenpropimorfe	300	1 e 2
Fungicida	Unizeb Gold®	Mancozebe	1500	1
Adjuvante	Aureo®	óleo vegetal metilado	250	1 e 2
Adjuvante	Assist®	óleo mineral	500	1 e 2
Adjuvante	Antidrift®	Umectantes, tensoativos, estabilizantes, sequestrantes, ácido fosfórico, ureia e sacarídeos	100	1 e 2

AVALIAÇÃO DE DEPOSIÇÃO DAS PULVERIZAÇÕES

Para mensurar a deposição das pulverizações foi acrescentado 2,0 g L⁻¹ (Experimento 1) e 6,0 g/L (Experimento 2) do corante Azul Brilhante FD & C Blue n. 1 – NS133 (International Numbering System for Food Additives) em todas as caldas de pulverização nas aplicações no estádio de R2 da cultura. Este corante marcador não é tóxico, facilmente removido das folhas e estável nas folhas mesmo 8 h após a pulverização (PALLADINI et al., 2004). Após a pulverização, dez folíolos foram coletados da parte superior de plantas e o mesmo número da

parte inferior, nas linhas centrais de cada parcela. As amostras de folhas foram acondicionadas em garrafas PET de 500 mL contendo 100 mL de água destilada e levadas à laboratório, onde a determinação da concentração do corante azul brilhante presente nas amostras coletadas (resultado da lavagem dos folíolos) foi realizada através de um método espectrofotométrico, adaptado de MOTA (2015).

Tabela 3 - Condições do ar no momento de cada aplicação. Santa Maria-RS, 2021 e 2022.

Experimento	Data	Horário (h)	UR (%)	Temperatura (C°)	Vento (km/h)	
Experimento 1	09/02	07	85,2	22,0	2,4*	
		10	78,0	26,0	5,4	
		13	73,0	28,0	2,5*	
		16	70,2	26,4	2,8*	
		19	71,0	33,6*	0,0*	
		22	73,6	23,0	0,0*	
	25/02	07	85,0	22,5	0,0*	
		10	66,9	26,9	2,5*	
		13	58,4	29,5	3,5	
		16	51,1*	32,0*	1,2*	
		19	51,3*	29,4	0,0*	
		22	5,3	24,5	3,5	
		31/01 e 01/02	07	82,7	23,7	2,7*
			10	68,0	28,4	5,0
13	56,4		31,1*	4,0		
16	71,0		27,2	2,5*		
19	81,9		25,6	0,0*		
22	91,0		23,7	0,6*		
Experimento 2	21/02 e 22/02	07	72,4	26,0	2,7*	
		10	65,8	30,0	3,0	
		13	54,5*	33,2*	6,5	
	21/02 e 22/02	16	45,0*	35,4*	2,5	
		19	54,0*	33,0*	0,0*	
		22	51,3*	28,4	4,6	

*Condições ambientais inadequadas, conforme Antuniassi e Boller (2019).

As medidas quantitativas de absorvência foram feitas em espectrofotômetro (Shimadzu, modelo UV-2700, Japão, para o experimento 1, e Shimadzu UV-VIS 1601 PC, para o experimento 2), através do método de padronização externa, com desenvolvimento prévio de uma curva de calibração preparada com a diluição do padrão analítico do corante azul de brilhante em água destilada, ao comprimento de onda de 630 nm, correspondente à faixa de absorção espectral desse corante. Os resultados foram expressos em $\mu\text{g/mL}$ através da interpolação dos valores de absorvência obtidos para cada uma das amostras através da equação obtida para a curva de calibração.

A área foliar de cada unidade experimental ($\text{cm}^2/\text{amostra}$) foi mensurada de acordo com a metodologia adaptada de Richter et al., (2014), onde os folíolos foram medidos longitudinal e transversalmente e os valores multiplicados por um fator de correção.

Deste modo, com base na concentração de corante azul brilhante presente na água da lavagem dos folíolos e da área foliar total de cada amostra, estimou-se os depósitos de corante em $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ de área foliar.

A penetração (%) foi calculada com base na deposição de corante na metade superior da cultura, de modo que esta representou 100%. Assim sendo, a penetração de calda fungicida é a relação entre a deposição obtida na metade inferior, comparada a metade superior.

CONTROLE DE FERRUGEM-ASIÁTICA DA SOJA - FAS

Foram retirados 10 folíolos do extrato inferior de cada parcela, visto que as folhas do extrato superior não apresentavam sintomas. Cada amostra foi acondicionada em envelopes de papel identificados, armazenados e levados ao LabMIP (UFMS). No laboratório, com auxílio de microscópio Zeiss Discovery V-12, as amostras foram avaliadas de acordo com a escala diagramática de GODOY et al. (2006). Comparando os valores da severidade obtidos nas parcelas tratadas com fungicidas com a severidade média da testemunha, calculou-se o controle da FAS. No experimento 2 não houve ocorrência da doença.

COLHEITA E RENDIMENTO DE GRÃOS

Para estimar o rendimento de grãos foram colhidas amostras das plantas de soja em 2,0 m^2 centrais de cada parcela, de forma manual. As amostras foram identificadas e acondicionadas em sacos plásticos e posteriormente debulhadas com auxílio de uma trilhadora estacionária. Após este procedimento os grãos foram limpos e determinou-se o teor de umidade,

expressando-se o rendimento de grãos em kg ha^{-1} , com teor de umidade de 13%.

2.7 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados (quatro repetições), com arranjo de campo fatorial (6 x 4 no experimento 1 e 6 x 3 no experimento 2). As análises estatísticas dos dados obtidos foram através da Análise de variância (ANOVA fatorial), F-Teste a 5% de probabilidade de erro. Nos casos em que as interações entre os horários de aplicação e as caldas pulverizadas foram significativas a 5%, procedeu-se aos desdobramentos das interações, analisando o efeito isolado das caldas dentro de cada horário e o efeito isolado dos horários de pulverização dentro de cada calda. Havendo diferenças significativas entre as médias, estas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

EXPERIMENTO 1

Avaliação de deposição das pulverizações

Os resultados foram expressos primeiro para destacar a interferência dos adjuvantes (Gráfico 1), onde as deposições médias dos tratamentos (caldas) 1,2,3,e 4 citados na Tabela 1 no estrato inferior foram de $0,178 \mu\text{g cm}^{-2}$; $0,187 \mu\text{g cm}^{-2}$; $0,146 \mu\text{g cm}^{-2}$ e $0,098 \mu\text{g cm}^{-2}$ e no estrato superior de $0,74 \mu\text{g cm}^{-2}$; $0,93 \mu\text{g cm}^{-2}$; $0,934 \mu\text{g cm}^{-2}$ e $0,748 \mu\text{g cm}^{-2}$, respectivamente. Estes resultados evidenciaram que a taxa de aplicação de 60 L ha^{-1} obteve maior deposição que 120 L ha^{-1} , onde o depósito foi corrigido em virtude da taxa de aplicação diferente. Prado (2015) observou resultado semelhante em pulverizações com adjuvantes surfactantes, no qual o maior valor de depósito foi encontrado com a menor taxa aplicada.

Considerando que no dia da aplicação dos tratamentos (25/02/2021) as condições do ar se mantiveram muito próximos aos limites recomendados, a diferença de deposição da pulverização no estrato inferior das plantas, principalmente em questão dos horários de aplicação, pode ser explicada pela posição das folhas de acordo com a posição do sol (heliotropismo). Nas pulverizações das 10 e 13 horas a maioria das folhas estavam na posição vertical, o que facilita a penetração no dossel por parte das gotas da pulverização, diferente dos demais horários. Este fato também foi observado por Müller (2017), que mensurou o

movimento heliotrópico das folhas da soja nos horários próximos ao meio-dia, constatando uma maior deposição de produtos fitossanitários no terço inferior e médio das plantas nesses horários.

Já às 19 e 22h as folhas da cultura, na posição horizontal, geraram um efeito de barreira física, dificultando a deposição da pulverização no estrato inferior. Às 16 e às 19 h a temperatura e a umidade relativa do ar estavam fora, mas ainda muito próximas, dos limites preconizados, além da velocidade do vento que estava inadequada, muito próximo de zero. Ainda, às 22 h observou-se um acentuado escorrimento de calda, resultado dos tratamentos contendo produtos surfactantes somados a formação de orvalho sobre as folhas, prejudicando o depósito nas plantas.

Gráfico 1 – Valores médios de depósito ($\mu\text{g cm}^{-2}$) de traçador (Azul Brillhante), nos estratos superior e inferior das plantas de soja cultivar NA 5909 RG RR, para os diferentes tratamentos. PPGEA/UFSM. Santa Maria-RS, 2022.

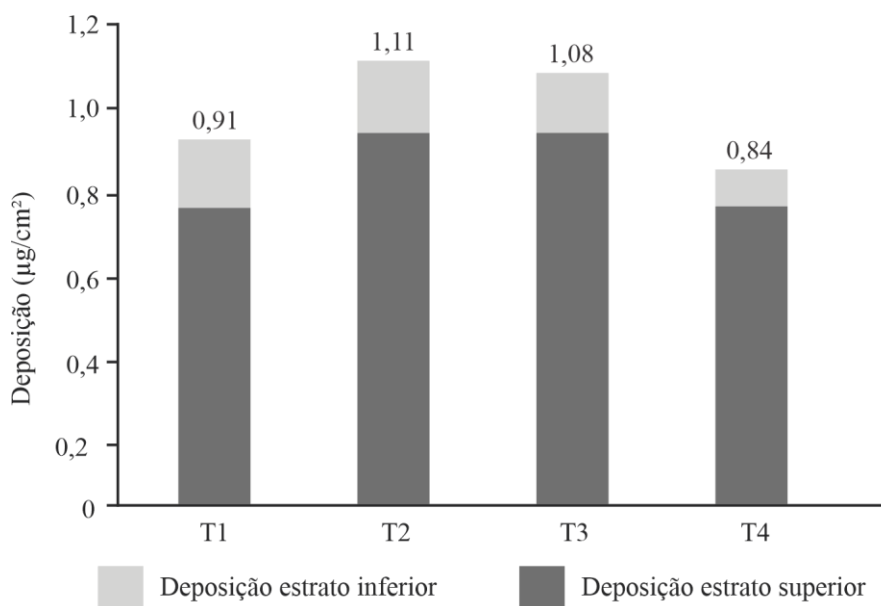


Gráfico 2 - Depósito ($\mu\text{g cm}^{-2}$) de traçador (Azul Brillante) em folhas da metade superior do dossel de soja cultivar NA 5909 RG RR, em função de quatro tratamentos e de seis horários de pulverização. PPGA/UFSM. Santa Maria-RS, 2021.

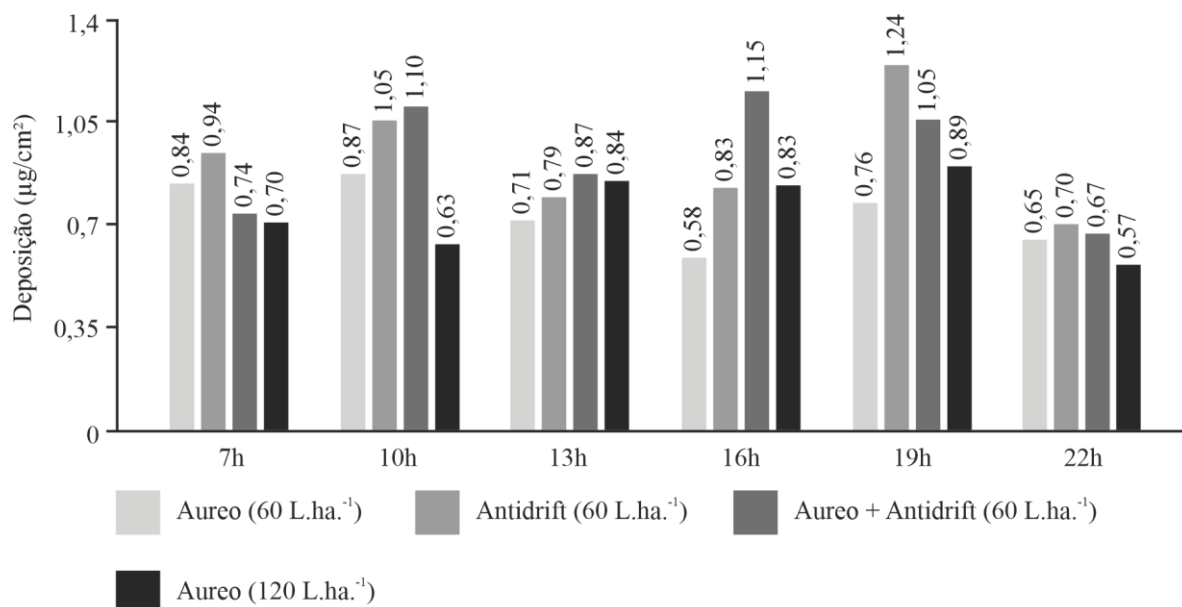
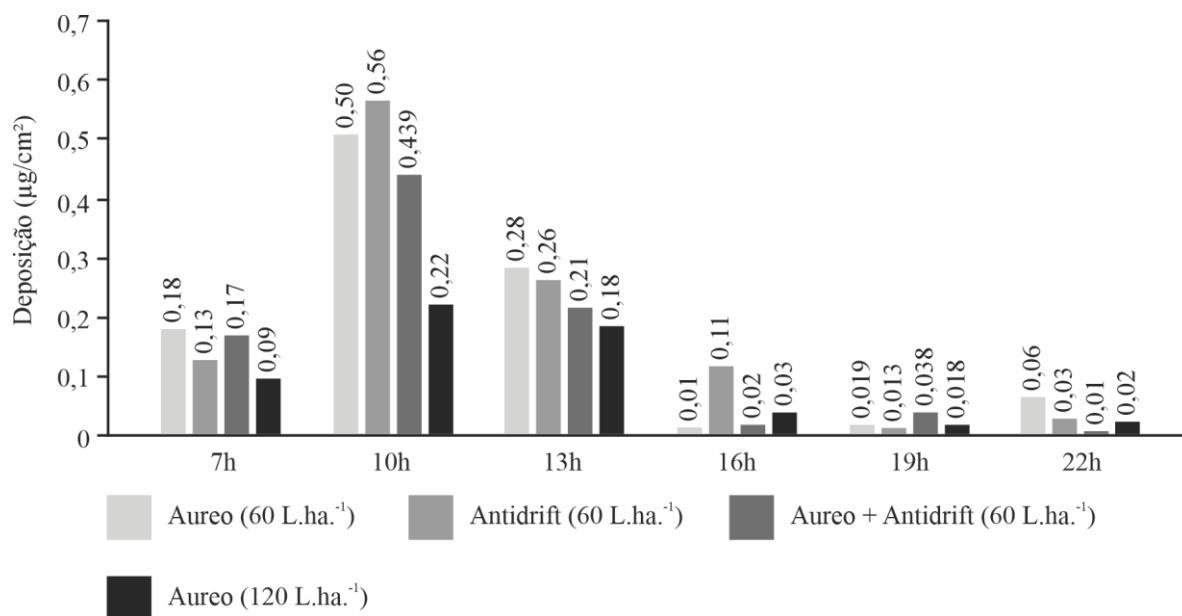


Gráfico 3 - Depósito ($\mu\text{g cm}^{-2}$) de traçador (Azul Brillante) em folhas da metade inferior do dossel de soja cultivar NA 5909 RG RR, em função de quatro tratamentos e de seis horários de pulverização. PPGA/UFSM. Santa Maria-RS, 2021.



Controle de Ferrugem-asiática da Soja (FAS)

Foi possível observar que a incidência e o controle da FAS responderam tanto à composição das caldas quanto aos horários de aplicação, de modo que o tratamento com taxa de aplicação de 120 L ha⁻¹ apresentou melhor resultado de controle de incidência (65,93%) quando comparado aos tratamentos T1 e T2 com 60 L ha⁻¹. Para os tratamentos com taxa de aplicação de 60 L ha⁻¹ a associação de adjuvantes (Áureo + Antidrift) proporcionou maior controle de incidência 61,43% em comparação aos adjuvantes isolados (54,95% e 58,33%), respectivamente. O horário de aplicação em que se obteve o maior controle da FAS foi 16h. Não ocorreram interações significativas entre as caldas e os horários de aplicação das mesmas (Tabela 4). Já a severidade e o controle da FAS responderam à composição da calda e ao horário de aplicação, havendo interações significativas entre ambas (Tabelas 5 e 6), verificando-se que para a maioria dos tratamentos as pulverizações realizadas desde as 10h até as 16h proporcionaram maior controle de severidade dentre os demais horários. Por sua vez, dentre os tratamentos (caldas), não houve diferenças significativas entre as mesmas quando a pulverização foi realizada às 16h. Nos demais horários, os efeitos das caldas foram dependentes de cada horário. Ainda, cabe destacar que as pulverizações realizadas às 22h e aquelas conduzidas às 07h, via de regra proporcionaram os menores controles da doença.

Tabela 4 - Incidência (%) e controle (%) da incidência de ferrugem-asiática da soja na metade inferior das plantas de soja cultivar NS 5909 em resposta a aplicações de caldas fungicidas acrescidas de diferentes adjuvantes (Tratamentos) em seis horários do dia.

CALDA FUNGICIDA	Incidência (%)	Controle (%)
1 – Fungicida + óleo Aureo®*	44,44 a	54,95 b
2 – Fungicida + Antidrift®**	41,11 a	58,33 b
3 – Fungicida + óleo Aureo® + Antidrift®	38,06 ab	61,43 ab
4 – Fungicida + óleo Aureo®*	33,61 b	65,93 a
<hr/>		
HORÁRIO DE APLICAÇÃO	Incidência (%)	Controle (%)
1 – 07:00 h	42,50 a	56,93 b
2 – 10:00 h	40,83 ab	58,61 ab
3 – 13:00 h	41,25 a	58,19 b
4 – 16:00 h	28,75 b	70,86 a
5 – 19:00 h	35,83 ab	63,68 ab
6 – 22:00 h	46,67 a	52,70 b
C V (%)	30,11	19,94

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, dentro de cada coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 5 - Severidade (%) de Ferrugem-asiática da Soja na metade inferior das plantas de soja cultivar NS 5909 em resposta a aplicações de fungicidas acrescidos de diferentes adjuvantes em seis horários do dia.

HORÁRIO DE APLICAÇÃO	CALDA FUNGICIDA			
	1 - F + A A	2 - F + AD	3 - F + A A + AD	4 - F + A A
1 - 07:00 h	B 0,27 a	B 0,28 a	A 0,52 a	C 0,07 b
2 - 10:00 h	A 0,16 bc	A 0,14 bc	A 0,15 bc	B 0,08 b
3 - 13:00 h	B 004 d	AB 0,14 bc	AB 0,14 bc	A 0,24 ab
4 - 16:00 h	A 0,08 cd	A 0,05 c	A 0,05 c	A 0,08 b
5 - 19:00 h	A 0,23 ab	B 0,08 c	B 0,09 bc	B 0,08 b
6 - 22:00 h	NS 0,28 a	0,21 ab	0,17 b	0,35 a

Médias seguidas elas mesmas letras minúsculas, dentro de cada coluna e médias antecedidas pelas mesmas letras maiúsculas, dentro de cada linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade de erro.

1 - F + A A = fungicida protioconazol + trifloxistrobina (Fox®) + óleo vegetal metilado Aureo®, na primeira e na segunda aplicações, fungicida fenpropimorfe (Versatilis®) + óleo mineral Assist® na terceira aplicação.

2 - F + AD = fungicida protioconazol + trifloxistrobina (Fox®) + adjuvante surfactante e redutor de deriva Anti Drift®, na primeira e na segunda aplicações e fungicida fenpropimorfe (Versatilis®) + Anti Drift na terceira aplicação.

3 - F + A A + AD = fungicida protioconazol + trifloxistrobina (Fox®) + óleo vegetal metilado Aureo® + Anti Drift®, na primeira e na segunda aplicações e fungicida fenpropimorfe (Versatilis®) + Anti Drift na terceira aplicação

4 - F + A A = fungicida protioconazol + trifloxistrobina (Fox®) + óleo vegetal metilado Aureo®, na primeira e na segunda aplicações, fungicida fenpropimorfe (Versatilis®) + óleo mineral Assist® na terceira aplicação.

Obs.: as caldas fungicidas 1, 2 e 3 foram aplicadas com pontas de jatos cônicos vazios, da série KGF® COAP 90005, operadas com pressão de 3,0 bar e distribuindo taxa de aplicação de 60 L ha⁻¹ e a calda 4, com pontas da série Teejet® TT 11001, também a 3,0 bar de pressão, porém distribuindo 120 L ha⁻¹.

Tabela 6 - Controle (%) da severidade da Ferrugem-asiática da Soja na metade inferior das plantas de soja cultivar NS 5909 em resposta a aplicações de fungicidas acrescidos de diferentes adjuvantes em seis horários do dia.

HORÁRIO DE APLICAÇÃO	CALDA FUNGICIDA			
	1 - F + A A	2 - F + AD	3 - F + A A + AD	4 - F + A A
1 - 07:00 h	B 95,14 d	B 94,95 c	C 90,67 c	A 98,69 a
2 - 10:00 h	B 97,11 bc	B 97,48 ab	B 97,30 ab	A 98,56 a
3 - 13:00 h	A 99,19 a	AB 97,43 ab	AB 97,39 ab	B 95,68 ab
4 - 16:00 h	A 98,56 ab	A 99,10 a	A 99,19 a	A 98,56 a
5 - 19:00 h	B 95,90 cd	A 98,60 a	A 98,29 ab	A 98,56 a
6 - 22:00 h	NS 94,95 d	96,13 bc	96,98 b	93,60 b

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, dentro de cada coluna e médias antecedidas pelas mesmas letras maiúsculas, dentro de cada linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade de erro.

1 - F + A A = fungicida protioconazol + trifloxistrobina (Fox®) + óleo vegetal metilado Aureo®, na primeira e na segunda aplicações, fungicida fenpropimorfe (Versatilis®) + óleo mineral Assist® na terceira aplicação.

2 - F + AD = fungicida protioconazol + trifloxistrobina (Fox®) + adjuvante surfactante e redutor de deriva Anti Drift®, na primeira e na segunda aplicações e fungicida fenpropimorfe (Versatilis®) + Anti Drift na terceira aplicação

3 - F + A A + AD = fungicida protioconazol + trifloxistrobina (Fox®) + óleo vegetal metilado Aureo® + Anti Drift®, na primeira e na segunda aplicações e fungicida fenpropimorfe (Versatilis®) + Anti Drift na terceira aplicação

4 - F + A A = fungicida protioconazol + trifloxistrobina (Fox®) + óleo vegetal metilado Aureo®, na primeira e na segunda aplicações, fungicida fenpropimorfe (Versatilis®) + óleo mineral Assist® na terceira aplicação.

Obs.: as caldas fungicidas 1, 2 e 3 foram aplicadas com pontas de jatos cônicos vazios, da série KGF® COAP 90005, operadas com pressão de 3,0 bar e distribuindo taxa de aplicação de 60 L ha⁻¹ e a calda 4, com pontas da série Teejet® TT 11001, também a 3,0 bar de pressão, porém distribuindo 120 L ha⁻¹.

Rendimento de grãos

Para o rendimento de grãos (Tabela 7) os horários de 13h e 16h apresentaram interação com as caldas fungicidas, no qual T3 com 4227 kg ha⁻¹ e T2 com 4037 kg ha⁻¹ apresentaram os maiores rendimentos de grãos. Nos demais horários, não houve diferenças significativas entre as caldas. Dentro dos tratamentos (caldas), T2 não apresentou diferença significativa entre os horários, T1 apresentou o melhor resultado às 19h, T3 às 13h e T4 às 10h e as 19h, não havendo diferenças significativas entre estes. A maior média de rendimento nos diferentes fatores foi alcançado por T3 (Aureo® + Antidrift®) com 4427 kg ha⁻¹.

Tabela 7 – Rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de soja cultivar NS 5909 em resposta a aplicações de fungicidas acrescidos de diferentes adjuvantes em seis horários do dia.

HORÁRIO DE APLICAÇÃO	CALDA FUNGICIDA			
	1 – F + A A	2 – F + AD	3 – F + A A + AD	4 – F + A A
1 – 07:00 h	NS 3454 b	3282 NS	3819 ab	3660 ab
2 – 10:00 h	NS 3540 ab	3516	3564 ab	3908 a
3 – 13:00 h	B 3544 ab	AB 3709	A 4227 a	AB 3677 ab
4 – 16:00 h	AB 3726 ab	A 4037	B 3683 ab	AB 3728 ab
5 – 19:00 h	NS 4031 a	3760	3653 ab	3830 a
6 – 22:00 h	NS 3505 ab	3432	3269 b	3304 b

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, dentro de cada coluna e médias antecedidas pelas mesmas letras maiúsculas, dentro de cada linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade de erro.

- 1 - F + A A = fungicida protioconazol + trifloxistrobina (Fox®) + óleo vegetal metilado Aureo®, na primeira e na segunda aplicações, fungicida fenpropimorfe (Versatilis®) + óleo mineral Assist® na terceira aplicação.
- 2 - F + AD = fungicida protioconazol + trifloxistrobina (Fox®) + adjuvante surfactante e redutor de deriva Anti Drift®, na primeira e na segunda aplicações e fungicida fenpropimorfe (Versatilis®) + Anti Drift na terceira aplicação
- 3 - F + A A + AD = fungicida protioconazol + trifloxistrobina (Fox®) + óleo vegetal metilado Aureo® + Anti Drift®, na primeira e na segunda aplicações e fungicida fenpropimorfe (Versatilis®) + Anti Drift na terceira aplicação
- 4 - F + A A = fungicida protioconazol + trifloxistrobina (Fox®) + óleo vegetal metilado Aureo®, na primeira e na segunda aplicações, fungicida fenpropimorfe (Versatilis®) + óleo mineral Assist® na terceira aplicação.
- Obs.: as caldas fungicidas 1, 2 e 3 foram aplicadas com pontas de jatos cônicos vazios, da série KGF® COAP 90005, operadas com pressão de 3,0 bar e distribuindo taxa de aplicação de 60 L ha⁻¹ e a calda 4, com pontas da série Teejet® TT 11001, também a 3,0 bar de pressão, porém distribuindo 120 L ha⁻¹.

EXPERIMENTO 2

Avaliação de deposição das pulverizações

Com relação à deposição das caldas fungicidas na metade superior das plantas da cultura da soja (Tabela 8 e Gráfico 3) os horários de 19h e 22h apresentaram interação com os tratamentos (caldas), onde T1 (sem adjuvante) apresentou maior deposição quando comparado às demais caldas, para ambos os horários alcançando $1,22 \mu\text{g cm}^{-2}$ às 19h e $0,7 \mu\text{g cm}^{-2}$ às 22h. No horário das 10h foi obtida a maior deposição no tratamento sem adjuvante (T1), porém esta apenas se diferenciou do horário das 22h. Para a calda com óleo Aureo® isolado (T2) as pulverizações realizadas às 7h, 10h, 13h e 16h proporcionaram depósitos maiores do que aquelas realizadas às 19h e às 22h. Já, para a calda do T3, em que o fungicida foi associado aos adjuvantes Áureo + Antidrift, o depósito mostrou tendência semelhante à calda do T2, porém a aplicação às 19 h não se diferenciou das aplicações às 13h e 16h.

As menores deposições obtidas com as pulverizações realizadas às 19h e 22h em comparação com os demais horários pode ter relação com o fenômeno da inversão térmica, devido à ausência ou baixa ocorrência de ventos após um dia com elevadas temperaturas, somado à pulverizações com gotas finas e também com a formação de orvalho à noite (ADEGAS, 2020).

Na metade inferior do dossel da cultura (Tabela 9 e Gráfico 4) as aplicações nos horários de 13h e 19h não proporcionaram diferenças entre as caldas na deposição de corante nas folhas. As maiores deposições foram obtidas com as caldas T2 e T3 às 7h e T1 para as 10h, 16h e 22h.

Tabela 8 - Depósito ($\mu\text{g cm}^{-2}$) de traçador (Azul Brillhante) em folhas da metade superior do dossel de soja cultivar BRS 5804 RR, em função de três caldas e seis horários de pulverização. PPGEA/UFSM. Santa Maria-RS, 2022.

	CALDA		
	SEM ADJUVANTE	ÓLEO ÁUREO	ÁUREO + ANTI DRIFT
1 – 07:00 h	NS 1,50 ab	1,61 ab	1,89 a
2 – 10:00 h	NS 1,81 a	2,07 a	1,39 ab
3 – 13:00 h	NS 1,79 ab	1,99 a	1,20 bc
4 – 16:00 h	NS 1,57 ab	1,49 ab	1,26 bc
5 – 19:00 h	A 1,22 ab	B 0,81 bc	B 0,79 cd
6 – 22:00 h	A 0,70 b	B 0,40 c	B 0,35 d

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, dentro de cada coluna e médias antecedidas pelas mesmas letras maiúsculas, dentro de cada linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade de erro. C V = 23,34 %

Gráfico 4 - Depósito ($\mu\text{g cm}^{-2}$) de traçador (Azul Brillhante) em folhas da metade superior do dossel de soja cultivar BRS 5804 RR, em função de três caldas e seis horários de pulverização. PPGEA/UFSM. Santa Maria-RS, 2022.

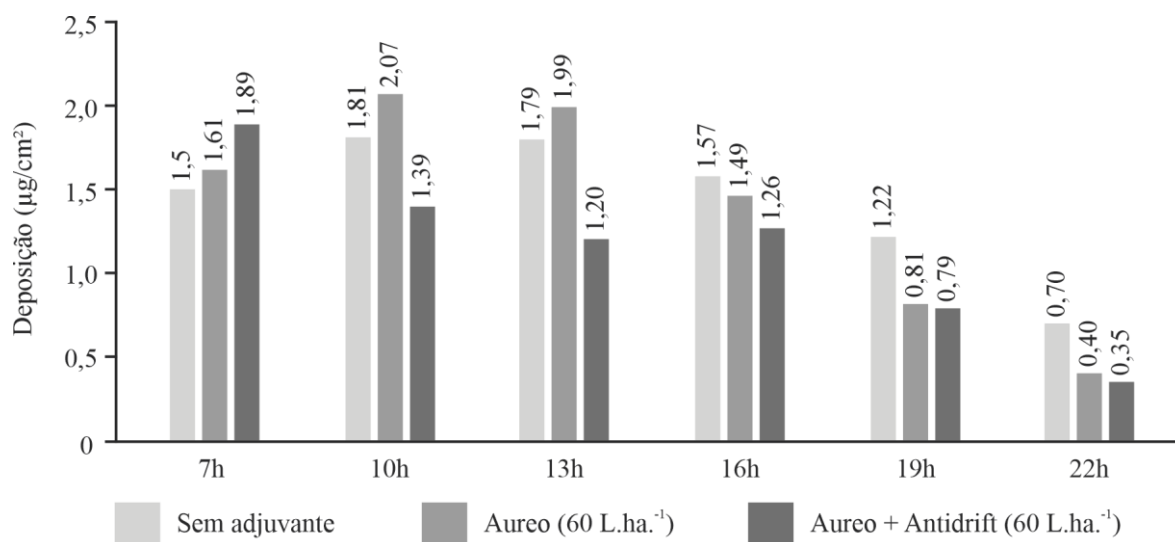
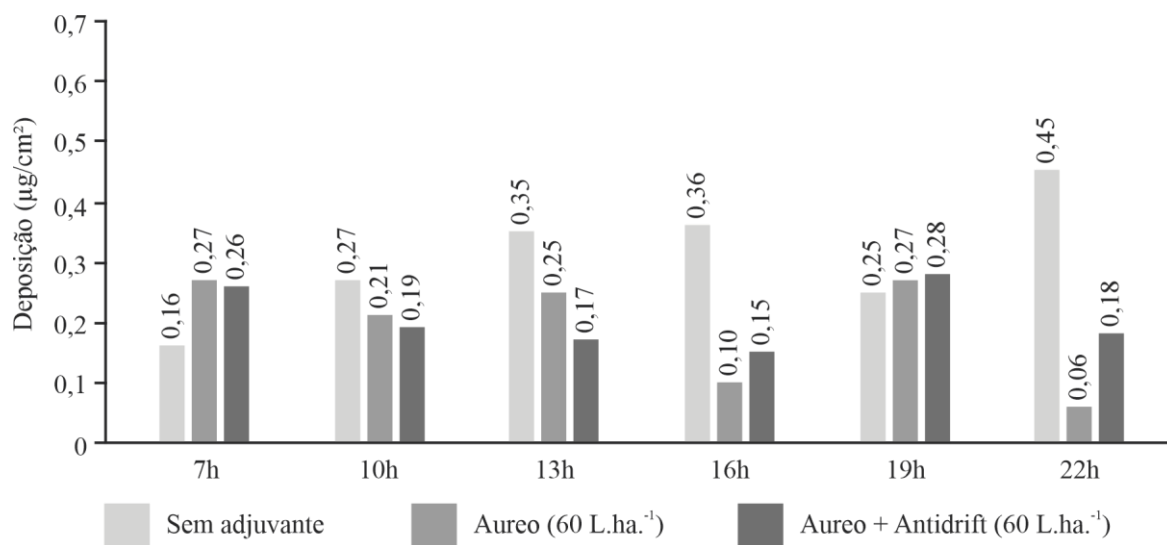


Tabela 9 - Depósito ($\mu\text{g cm}^{-2}$) de traçador (Azul Brillhante) em folhas da metade inferior do dossel de soja cultivar BRS 5804 RR, em função de três caldas e seis horários de pulverização. PPGEA/UFSM. Santa Maria-RS, 2022.

HORÁRIO	CALDA		
	SEM ADJUVANTE	ÓLEO ÁUREO	ÁUREO + ANTI DRIFT
1 – 07:00 h	B 0,16 b	A 0,27 a	A 0,26 ab
2 – 10:00 h	A 0,27 ab	AB 0,21 a	B 0,19 abc
3 – 13:00 h	NS 0,35 ab	0,25 a	0,17 bc
4 – 16:00 h	A 0,36 ab	B 0,10 b	B 0,15 c
5 – 19:00 h	NS 0,25 ab	0,27 a	0,28 a
6 – 22:00 h	A 0,45 a	B 0,06 b	AB 0,18 abc

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, dentro de cada coluna e médias antecedidas pelas mesmas letras maiúsculas, dentro de cada linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade de erro. C V = 22,98 %

Gráfico 5 - Depósito ($\mu\text{g cm}^{-2}$) de traçador (Azul Brillante) em folhas da metade inferior do dossel de soja cultivar BRS 5804 RR, em função de três caldas e seis horários de pulverização. PPGA/UFSM. Santa Maria-RS, 2022.



Na Tabela 10, observa-se a percentagem de depósito detectada no estrato inferior, em comparação ao depositado no estrato superior (penetração). Nos horários das 10h e das 13h, não houve diferenças entre as caldas. Analisando a penetração de corante na calda 1 (sem adjuvante) o maior valor foi obtido quando a pulverização foi às 22h e o menor no horário das 07h. Os demais horários se mantiveram semelhantes entre si, porém diferentes das 07h e das 22h. Para a calda 2 (com o adjuvante Aureo), o maior depósito foi obtido às 19h e para a calda 3, às 19h e 22h. Os efeitos das caldas foram dependentes de cada horário, sendo que no horário das 07h, a pulverização sem adjuvante (calda 1), foi inferior à calda 2 (Aureo), que por sua vez não se diferenciou da calda 3. Às 16h a calda 1 foi superior às demais, sendo a calda 2 inferior às demais. Para as 19h a calda 1 proporcionou a menor penetração e a calda 2 a maior penetração. Às 22h, a calda 1 resultou na maior penetração e a calda 2 a menor penetração. Estima-se que o melhor resultado com a calda 1 (sem adjuvante), no horário das 22 h seja devido à presença de orvalho na aplicação noturna. Com isso, as caldas com adjuvantes que possuem surfactantes na sua composição, podem ter sofrido maior escorrimento se comparadas à calda sem adjuvante.

Tabela 10 - Penetração (%) de traçador (Azul Brillhante) na metade inferior do dossel de soja cultivar BRS 5804 RR, em função de três caldas e seis horários de pulverização. PPGEA/UFSM. Santa Maria-RS, 2022.

HORÁRIO	CALDA		
	SEM ADJUVANTE	ÓLEO ÁUREO	ÁUREO + ANTI DRIFT
1 – 07:00 h	B 10,66 c	A 16,77 bc	AB 13,77 c
2 – 10:00 h	NS 15,06 b	10,73 c	14,17 c
3 – 13:00 h	NS 20,03 b	13,29 c	14,89 bc
4 – 16:00 h	A 23,77 b	C 6,93 c	B 12,11 c
5 – 19:00 h	B 21,06 b	A 32,74 a	A 34,80 ab
6 – 22:00 h	A 64,00 a	B 16,13 bc	AB 51,44 a

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, dentro de cada coluna e médias antecedidas pelas mesmas letras maiúsculas, dentro de cada linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade de erro. C V = 26,77 %

Os resultados de deposição no estrato inferior das plantas de soja no experimento 2 alcançaram valores superiores se comparados ao experimento 1 e isso pode ser explicado pela menor densidade de folhas observada a campo que as plantas do experimento 2 apresentaram em comparação com a lavoura do experimento 1.

Os horários das 10h e das 13h alcançaram as maiores taxas de deposição em ambos os experimentos, porém não obtiveram os maiores rendimentos de grãos. Isso pode ser explicado pela interação dos depósitos das caldas fungicidas com o ambiente, pois, nestes horários a incidência de raios UV é maior, podendo acelerar a degradação dos fungicidas (HOLCMAN & SENTELHAS, 2021).

Rendimento de grãos

As três caldas comparadas não influenciaram o rendimento de grãos (Tabela 11), exceto no horário das 22h, quando as pulverizações sem adjuvantes proporcionaram o maior rendimento de grãos (4051 kg ha^{-1}), diferenciando-se das caldas com adjuvantes e refletindo o resultado de deposição para este horário e calda (Tabelas 8, 9 e 10 e Gráficos 4 e 5). No momento das pulverizações às 22h foi observada a presença de orvalho sobre as folhas da cultura, o que pode ter auxiliado em uma possível distribuição dos fungicidas por todo limbo foliar ou a ausência de adjuvantes surfactantes pode ter colaborado para o menor escoamento da calda ao solo (ANTUNIASSI, 2009). Já para o tratamento com a associação de adjuvantes (T3), onde espera-se uma ação surfactante maior, em relação ao tratamento sem adjuvantes, no horário de 22h, obteve o menor rendimento de grãos. Para a calda 2 (com o adjuvante Áureo), o maior rendimento de grãos ocorreu com as pulverizações às 13h, sendo estatisticamente

superior ao rendimento obtido às 07h e semelhante aos demais horários. Com a calda 3 (associação dos adjuvantes Áureo + Antidrift), os maiores rendimento de grãos foram obtidos quando as pulverizações foram realizadas às 13h e às 16h, superando o rendimento obtido com as pulverizações às 22h.

Tabela 11 - Rendimento de grãos (kg ha^{-1}) de soja cultivar BRS 5804 RR, em resposta a aplicações de três caldas fungicidas em seis diferentes horários do dia. PPGEA/UFSM, Santa Maria – RS, 2022.

HORÁRIO	CALDA FUNGICIDA		
	SEM ADJUVANTE	ÓLEO ÁUREO®	ÓLEO AUREO® + ANTIDRIFT®
1 – 07:00 h	NS 3418 c	3103 b	3419 ab
2 – 10:00 h	NS 3886 ab	3441 ab	3439 ab
3 – 13:00 h	NS 3478 bc	3758 a	3692 a
4 – 16:00 h	NS 3432 c	3338 ab	3606 ab
5 – 19:00 h	NS 3352 c	3590 ab	3702 a
6 – 22:00 h	A 4051 a	B 3487 ab	B 3223 b

Coefficiente de variação = 6,58 %

NS - Diferenças não significativas entre as caldas fungicidas, pelo F-Teste a 5% de probabilidade de erro. Letras maiúsculas diferentes, antecedendo as médias, indicam diferenças significativas entre as caldas fungicidas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, dentro de cada coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O rendimento de grãos na testemunha sem aplicações de fungicidas foi de 2688 kg ha^{-1}

CONCLUSÕES

O melhor horário para deposição das caldas fungicidas nas plantas da cultura da soja é entre 10 e 13 horas, quando a orientação das folhas das plantas em direção ao sol favorece a penetração das gotas no dossel.

A utilização de adjuvantes associados, em comparação à utilização dos mesmos isolados, propicia um aumento no controle da incidência da ferrugem-asiática da soja.

Maiores índices de deposição de calda fungicida não refletem necessariamente em maiores produtividades.

Para que a utilização de adjuvantes proporcione melhores resultados deve-se entender as interações destes com o ambiente e com o produto fitossanitário a ser aplicado.

As complexas interações entre produtos fitossanitários x ambiente x adjuvantes x pontas de pulverização sugerem que há necessidade de mais pesquisas, na busca de otimizar o manejo fitossanitário das culturas agrícolas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGAS, F. S.; GAZZIERO, D. L. P. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos. In: SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. de C. (Ed.). **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, Cap. 12, p. 281-292, 2020. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 17).

ANTUNIASSI, U. R. Pulverização com desempenho e menor impacto ambiental. **Visão agrícola** n. 9, p. 89-92, jul-dez, 2009.

ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. Tecnologia de aplicação para fungicidas. In: ____ **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Editora Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF. p. 283-302. 2019.

BOLLER, W.; FORCELINI, C. A.; HOFFMANN, L. L. Tecnologia de aplicação de fungicidas - parte I. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 15, p. 243-276, 2007.

CUNHA, J. P. A. R.; JULIATTI, F. C.; DOS REIS, E. F. Tecnologia de aplicação de fungicida no controle da ferrugem-asiática da soja: resultados de oito anos de estudos em Minas Gerais e Goiás. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 4, 2014.

DALLA LANA, F., PAUL, P. A., GODOY, C. V., UTIAMADA, C. M., DA SILVA, L. H. C., SIQUERI, F. V. e JULIATTI, F. C. Meta-analytic modeling of the decline in performance of fungicides for managing soybean rust after a decade of use in Brazil. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 102, n. 4, p. 807-817, 2018.

GODOY, C.V.; KOGA, L.J.; CANTERI, M.G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p. 63-68, 2006.

GODOY, C. V., UTIAMADA, C. M., MEYER, M. C., CAMPOS, H. D., FORCELINI, C. A., PIMENTA, C. B., CASSETARI NETO, D., et al. Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2014/15: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Embrapa Soja: **Circular Técnica**, p. 111, 2015.

HILZ, E.; VERMEER, A. W. P. Spray drift review: The extent to which a formulation can contribute to spray drift reduction. **Crop Protection**, v. 44, p. 75-83, fev. 2013.

HOLCMAN, E.; SENTELHAS, P. C. Cultivo de videira sob cobertura plástica em propriedade na Serra da Mantiqueira; São Bento do Sapucaí, SP, **Visão agrícola** n. 14, p. 76-78, 2021.

JULIATTI, F. C., AZEVEDO, L. A. S., CRISTINA, J. Strategies of chemical protection for controlling soybean rust. In: **M. Kasai**, Soybean, London: Intech Open, p. 35–62. 2017.

MATTHEWS, G. A. Application of pesticides to crops. London: **Imperial College Press**, p. 325. 2000.

MÜLLER, M. Arquitetura de plantas de soja: Interceptação de radiação solar, deposição de produtos fitossanitários e produtividade. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** – Universidade de Passo Fundo, 2017.

MOTA, A. G. B. Espectro de gotas e potencial de deriva de caldas contendo o herbicida 2,4-D amina em misturas em tanque. **Tese (Doutorado em Agronomia)** – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, SP, 2015.

PRADO E. P.; RAETANO, C. G.; DAL POGETTO M. H. F. A.; COSTA, S. I. A., CHRISTOVAM R.S. Taxa de aplicação e uso de surfactante siliconado na deposição da pulverização e controle da ferrugem da soja. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 514-527, maio/jun. 2015

PALLADINI, L. A.; SOUZA, R. T. Deposição obtida nas pulverizações de macieira com diferentes volumes de calda e temperaturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** EPAGRI/SBF, p. 322, 2004.

RICHTER, G. L.; ZANON-JÚNIOR, A.; STRECK, N. A.; GUEDES, J. V. C.; KRÄULICH, B.; ROCHA, T. S. M.; WINCK, J. E. M.; CERA, J. C. Estimativa da área de folhas de cultivares antigas e modernas de soja por método não destrutivo. **Bragantia**, v. 73, n. 4, p. 416-425, 2014.

SILVA, O. C. Tecnologia de aplicação de fungicidas. In: CANTERI, M. G.; PRIA, M. D.; SILVA, O. C. (Eds.). **Principais doenças fúngicas do feijoeiro**. Ponta Grossa: UEPG, p. 127-137. 1999.

SILVA, A.C.A. Desempenho de adjuvantes na qualidade da aplicação e na retenção e translocação de fungicidas na cultura da soja. 2014. 61 f. **Tese (Doutorado)** – Universidade Estadual Paulista de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2014.

6. CONCLUSÕES

A adição de adjuvantes alternativos reduz a tensão superficial das caldas contendo fungicidas + adjuvantes recomendados, com alterações variáveis de acordo com o adjuvante extra adicionado e com o volume da calda.

O pH é responsivo ao fungicida e pouco responsivo aos adjuvantes e ao volume de calda.

As alterações na viscosidade dinâmica são pouco evidentes ou nulas, também se diferenciando entre os fungicidas.

O efeito dos adjuvantes alternativos sobre DMV, AR e V100 é dependente do modelo de ponta e do fungicida presente na calda de pulverização.

A adição de adjuvantes às caldas fungicidas aumenta o controle da ferrugem-asiática da soja e o rendimento de grãos da cultura tratada.

O estudo da utilização de adjuvantes alternativos em consórcio aos adjuvantes recomendados não foi conclusivo.

O melhores horários para deposição de produtos fitosanitários nos estratos inferiores das plantas da cultura da soja são aqueles em que a arquitetura e o posicionamento de folhas da planta favorecem a penetração de gotas no dossel, destacando-se os horários entre as 10 e as 13 horas.

Maiores índices de deposição de fungicidas nas plantas não resultam necessariamente em maiores produtividades.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os experimentos foram realizados em safras com baixa ocorrência de doenças, reflexo de baixos índices pluviométricos e altas temperaturas durante o período, o que acarretou em menor incidência de ferrugem-asiática da soja nas plantas das áreas experimentais e, conseqüentemente, em resultados menos significativos.

Adjuvantes adicionados à caldas fungicidas são eficazes na redução da tensão superficial de misturas, porém mostraram pouca ou nula influência na viscosidade dinâmica e no pH das caldas estudadas. O que pode ser positivo, já que aumenta a espalhabilidade dos depósitos dos produtos fitossanitários e pouco altera o pH, variável que pode interferir no tempo de meia vida do princípio ativo.

Os adjuvantes mostraram que são ferramentas úteis para alcançar melhores resultados em aplicações de fungicidas na agricultura, porém, se faz necessário mais estudos específicos da interação destes produtos com os adjuvantes recomendados pelos fabricantes dos fungicidas, com as taxas de aplicação e os modelos de ponta empregados em pulverizações, além das interações com o ambiente, seja com a presença ou ausência de adjuvantes.

A deposição das gotas pulverizadas nos estratos inferiores respondeu melhor à arquitetura de planta e à orientação das suas folhas do que à adição de adjuvantes às caldas, seja pelo fenômeno do heliotropismo ou por diferenças na área foliar.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, S. A. M.; FURTADO, G. Q.; BERGAMIN FILHO, A. Influência das condições climáticas sobre a ferrugem da soja. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Ferrugem-asiática da soja**. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, p. 37–59, 2006.
- ANDEF – Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de tecnologia de aplicação**. São Paulo: Andef Edu/COGAP, p. 76, 2015.
- ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. Tecnologia de aplicação para fungicidas. In: ____ **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Editora Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF. p. 283-302. 2019.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS. ASABE S572.2 **Spray nozzle classification by droplet spectra**. St. Joseph, Michigan, EUA, 2018.
- AZEVEDO, L. A. S. **Fungicidas protetores: fundamentos para o uso racional**. São Paulo, p. 319, 2003.
- AZEVEDO, L. A. S. **Proteção integrada de plantas com fungicidas**. Emopi. Campinas, p. 284, 2007.
- BAESSO, M. M.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; TRAZILDO, J. de P. J.; CECON, P. R. Uniformity of liquid distribution in the canopy of the bean plant, using the spectrophotometric analysis. **Ceres**. v. 58, n. 6, Viçosa, Nov./Dec. 2011.
- BERNI, R. F. et al. Avaliação da cobertura de gotas provocada por diferentes bicos de pulverização na cultura do milho e do feijão. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 29, n. 1, p. 49-52, 1999.
- BOLLER, W.; RAETANO, C. G. Bicos e pontas de pulverização de energia hidráulica, regulagens e calibração de pulverizadores de barras. In: ANTUNIASSI, U.R.; BOLLER, W. **Tecnologia de Aplicação para Culturas Anuais**. Passo fundo: Aldeia Norte, p. 51-65, 2011.
- BOLLER, W.; FORCELINI, C. A.; HOFFMANN, L. L. Tecnologia de aplicação de fungicidas - parte I. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 15, p. 243-276, 2007.
- BRASIL. Decreto n. 4.074 de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a lei no 7.802, de 11 de julho de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 4 jan. 2002. Disponível em: http://planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm Acesso em: 16 jan. 2020.
- CHRISTOFOLETTI, J.C. **Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle**. São Paulo: Teejet, p. 15. 1999.
- CONTIERO, R. L., BIFFE, D. F., CATAPAN, V. **Tecnologia de Aplicação**. In: BRANDÃO FILHO, J. U. T., FREITAS, P. S. L., BERIAN, L. O. S., GOTO, R., comps. Hortaliças-fruto [online]. Maringá: EDUEM, p. 401-449. 2018.
- COSTA, A. G. F. et al. Efeito de pressões e pontas de pulverização na deriva de 2,4-D +

glyphosate em condições de campo. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, n. 1, p. 62-70, 2012.

CUNHA, J. P. A. R. et al. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. Viçosa-MG: **Planta Daninha**. v. 21, n. 2, p. 325-332, 2003.

CUNHA, J. P. A. R.; JULIATTI, F. C.; DOS REIS, E. F. Tecnologia de aplicação de fungicida no controle da ferrugem-asiática da soja: resultados de oito anos de estudos em Minas Gerais e Goiás. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 4, 2014.

CUNHA, J. P. A. R. **Simulação da deriva de agrotóxicos em diferentes condições de pulverização**. 2008.

CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, G. S. Características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. **Interciência**, v. 34, n. 9, p. 655-659, 2009.

CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, G. S.; REIS, E. F. Efeito da temperatura nas características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 665-672, 2010.

DALLA LANA, F.; ZIEGELMANN, P. K.; MAIA, A. H. N.; GODOY, C. V.; DEL PONTE, E. M. Meta-Analysis of the Relationship Between Crop Yield and Soybean Rust Severity. **Phytopathology**, v. 105, n. 3, p. 307-315, 2015.

DALLA LANA, F., PAUL, P. A., GODOY, C. V., UTIAMADA, C. M., DA SILVA, L. H. C., SIQUERI, F. V. e JULIATTI, F. C. Meta-analytic modeling of the decline in performance of fungicides for managing soybean rust after a decade of use in Brazil. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 102, n.4, p. 807-817, 2018.

DOS REIS, E. F., DE QUEIROZ, D. M., DA CUNHA, J. P., ALVES, S. M. Qualidade da aplicação aérea líquida com uma aeronave agrícola experimental na cultura da soja (*Glycine max* L.). **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 5, 2016.

EQUIPE editorial de Conceito de. (11 de Maio de 2011). **Conceito de técnica**. Conceito.de. <https://conceito.de/tecnica>, 2011.

FRANÇA, J. A. et al. Spectrum, velocity and drift of droplets sprayed by nozzles with and without air induction and mineral oil. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 37, n. 3, p. 502-509, maio/jun. 2017.

FERREIRA, M. C.; OLIVEIRA, J. R. G. **Aplicação de fungicidas na cultura da soja com pulverizador costal pressurizado e manual elétrico com bico rotativo para volume baixo**. Parte 1: Cobertura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, v. 4, Ribeirão Preto, SP. Artigos... Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2008. 1 CD ROM, 2008.

FREITAS, B. R. Variação da taxa de aplicação e pontas de pulverização no controle da ferrugem-asiática na cultura da soja. 2021. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Estadual Paulista de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2021.

GODOY, C. V., UTIAMADA, C. M., MEYER, M. C., CAMPOS, H. D., FORCELINI, C. A., PIMENTA, C. B., CASSETARI NETO, D., et al. Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2014/15: **resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Embrapa Soja: Circular Técnica, p. 111, 2015.

GODOY, C. V. **Manejo de doenças na cultura da soja**. Embrapa Soja – Artigo em anais de congresso (ALICE). WORKSHOP CTC AGRICULTURA, 16., 2017, Rio Verde. Agricultura - Resultados 2017. Rio Verde: Centro Tecnológico Comigo, 2017.

GOELLNER, K.; LOEHRER, M.; LANGENBACH, C.; CONRATH, U.; KOCH E.; SCHAFFRATH, U. *Phakopsora pachyrhizi*, the causal agent of Asian soybean rust. **Molecular Plant Pathology**, v. 11, n. 2, p. 169–177, 2010.

HARTMAN, G. L.; SIKORA, E. J.; RUPE, J. C. Rust. In: HARTMAN, G. L.; RUPE, J. C.; SIKORA, E. J.; DOMIER, L. L.; DAVIS, J. A.; STEFFEY, K. L. (Ed.). **Compendium of soybean diseases and pests**. 5. ed. Saint Paul: APS Press, p. 56-59, 2015.

HENNINGS, V.P. A few new Japanese Uredinaceae. **Hedwigia**, v. 42, p. 107-108, 1903.

HILZ, E.; VERMEER, A. W. P. Spray drift review: The extent to which a formulation can contribute to spray drift reduction. **Crop Protection**, v. 44, p. 75-83, fev. 2013.

HOFMAN, V.; SOLSENG, E. Reducing Spray Drift. North Dakota State University Extension Service, Fargo, North Dakota, **Agricultural and Biosystems Engineering**. 2017. Disponível em: <https://www.ag.ndsu.edu/publications/crops /reducing-spray-drift>>. Acesso em: 21 jul. 2022.

HOLTERMAN, H. J. Kinetics and evaporation of water drops in air. IMAG, **Wageningen**, The Netherlands. p. 67. Maio 2003.

JULIATTI, F. C., AZEVEDO, L. A. S., CRISTINA, J. Strategies of chemical protection for controlling soybean rust. In: **M. Kasai**, Soybean, London: Intech Open, p. 35–62. 2017.

KIRK, I. W. Spray mix adjuvants for spray drift mitigation. **ASABE Paper** No. AA03-003. St. Joseph: ASABE, 2003

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

LANDIM, T. N., Adjuvantes e taxas de aplicação na pulverização de fungicida na cultura da soja. 2018. 68 f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.789>

MADALOSSO, M. G.; DOMINGUES, L. S.; DEBORTOLI, M. P.; LENZI, G.; BALARDIN, R. S.. Cultivares, espaçamento entrelinhas e programas de aplicação de fungicidas. **Ciência Rural**, v. 40, n. 11, nov, 2010.

MATUO, T. **Técnicas de Aplicação de Defensivos Agrícolas**. Jaboticabal: Funep, p. 139,

1990.

MATTHEWS, G. A. Application of pesticides to crops. London: **Imperial College Press**, p. 325, 2000.

MATTHEWS, G. A. The application of chemicals for plant disease control. In: WALLER, J. M.; LENNÉ, J. M.; WALLER, S. J. (Eds.). **Plant pathologist's pocketbook**. London: CAB, p. 345–353, 2002.

MELCHING, J. S.; DOWLER, W. M.; KOOGLE, D. L.; ROYER, M. H. Effects of duration, frequency, and temperature of leaf wetness periods on soybean rust. **Plant Disease**, v. 73, p. 117–122, 1989.

MENTEN, J. O. Produtos fitossanitários: Aspectos positivos, negativos, oportunidades e desafios. **Revista Cultivar**, 06 dez. 2019. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/produtos-fitossanitarios-aspectos-positivos-negativos-oportunidades-e-desafios> Acesso em: 20 Ago. 2022.

MONIZ, A. Cobertura das folhas de soja utilizando diferentes pontas de pulverização. **Dissertação (mestrado)** - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2020.

MOTA, A. G. B. Espectro de gotas e potencial de deriva de caldas contendo o herbicida 2,4-D amina em misturas em tanque. **Tese (Doutorado em Agronomia)** – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, SP, 2015.

OLIVEIRA, R. B.; ANTUNIASSI, U. R. Caracterização física e química e potencial de deriva de caldas contendo surfatantes em pulverizações agrícolas. **Energia na Agricultura**, v. 27, p. 138-149, 2012.

OLIVEIRA, R. B.; ANTUNIASSI, U. R.; GANDOLFO, M. A. Spray adjuvant characteristics affecting agricultural spraying drift. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 109–116, 2015.

PALLADINI, L. A. Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações. 2000. xiv, 111 f. **Tese (doutorado)** - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2000.

PALLADINI, L. A.; SOUZA, R. T. Deposição obtida nas pulverizações de macieira com diferentes volumes de calda e temperaturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** EPAGRI/SBF, p. 322, 2004.

RAETANO, C. G.; CHECHETTO, R. G. Adjuvantes e formulações. In: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Editora Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF. p. 29-47, 2019.

RAETANO, C. G.; MOTA, A. A. B. Pontas de pulverização hidráulicas. In: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Editora Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF. p. 67-89, 2019.

REIS, E. M. et al. Ferrugem da soja: critério indicador do momento para o controle econômico com fungicidas. In: REIS, E.M. (org.) **Doenças na Cultura da Soja**. Passo Fundo: Editora Aldeia Norte, p. 85-95, 2004.

REIS, E. M., A. C. R. BRESOLIN, E M. CARMONA. **Doenças da soja I: Ferrugem-asiática**. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2006.

REIS, E. M.; BRESOLIN, A. C. R. Fungicidas: aspectos gerais. **Revista Plantio Direto**, Aldeia Norte Editora, Passo Fundo RS, edição 97, janeiro/fevereiro de 2007.

ROEHRIG, R., BOLLER, W., FORCELINI, C. A., & CHECHI, A. Use of surfactant with different volumes of fungicide application in soybean culture. **Engenharia agrícola**, v. 38, n. 4, p. 577-589, 2018.

SALYANI, M. et al. Deposition efficiency of different droplet sizes for citrus spraying. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 30, p. 1595-1599, 1987.

SANDERSON, R. et al. Relative drift potential and droplet size spectra of aerially applied propanil formulations. **Crop Protection**, v. 16, n. 8, p. 717-721, 1997.

SANTOS, M. L. M. Volume de calda e horário da aplicação no controle de doenças na cultura da soja (*Glycine max*). (**Dissertação de mestrado**). Faculdade de Ciências Agrônômicas – Universidade Estadual Paulista (Unesp). Botucatu, São Paulo, p. 77, 2020.

SCHMIDT, M. A. H. Deposição da calda de pulverização na cultura da soja em função do tipo de ponta e do volume aplicado. 47 f. 2006. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2006.

SILVA, A. C. A. Desempenho de adjuvantes na qualidade da aplicação e na retenção e translocação de fungicidas na cultura da soja. 2014. 61 f. **Tese (Doutorado)** – Universidade Estadual Paulista de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2014.

SINDIVEG Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal – **Proteção de cultivos**. Disponível em: <<https://sindiveg.org.br/protacao-de-cultivos/>> Acesso em: jul. 2022.

SUMNER, P. E. **Reducing spray drift**. Georgia: University of Georgia, p. 11, 1997.

VAKILI, N. G.; BROMFIELD, K.R. Phakopsora rust on soybean and other legumes in Puerto Rico. **Plant Disease**, v. 60, p. 995-999, 1976.

WOLF, R. E.; FROHBERG, D. D. Comparison of drift for four drift-reducing flat-fan nozzle types measured in a wind tunnel and evaluated using dropletscan software. St. Joseph: **ASAE**, p.7, 2002.

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; HARTMAN, G. E.; GODOY, C. V.; NUNES JUNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Disease**, St. Paul, v. 89, n. 6, p. 675-677, 2005.