

UNIGUAÇU – UNIÃO DE ENSINO SUPERIOR DO IGUAÇU LTDA.
FACULDADE UNIGUAÇU
ENGENHARIA AGRONÔMICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

JOACIR KUNKEL

AÇÃO DOS ADJUVANTES NA REDUÇÃO DE DERIVA

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR

2024

JOACIR KUNKEL

AÇÃO DOS ADJUVANTES NA REDUÇÃO DE DERIVA

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônoma da Faculdade UNIGUAÇU.

Orientador: Profº Cristiano Pereira

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR

2024



4.0

[Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

TERMO DE APROVAÇÃO

JOACIR KUNKEL

AÇÃO DOS ADJUVANTES NA REDUÇÃO DE DERIVA

Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Agrônômica apresentado, sob a orientação do professor Cristiano Pereira aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel no curso de Engenharia Agrônômica da Faculdade UNIGUAÇU, pela seguinte banca examinadora:

Professor Orientador Me. Cristiano pereira
Faculdade UNIGUAÇU

Professor Me. Douglas Pavan
Faculdade UNIGUAÇU

Professora Dra. Lisiane Sobucki
Faculdade UNIGUAÇU

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU, 22 DE OUTUBRO DE 2024

A folha devidamente assinada está sob guarda da secretaria do curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço minha família por todo o apoio e toda a paciência durante este período da graduação. Agradeço todos os professores pelos ensinamentos ao longo do tempo. Agradeço especialmente toda equipe da Macrobio, principalmente ao Irving Jung, por todo o apoio durante a realização do experimento, assim como meu orientador Cristiano por todo o apoio. Obrigado a mim mesmo, por não desistir, mesmo com todas as adversidades pelo caminho.

RESUMO

A utilização de adjuvantes na agricultura possui grande relevância, entretanto às aplicações destes agroquímicos é fortemente influenciado pela deriva, que é considerada um dos maiores entraves do setor. Dentre todos os fatores que favorecem a deriva, o tamanho das gotas pulverizadas tem se mostrado muito relevante e os adjuvantes atuam promovendo uma aplicação mais assertiva. Os adjuvantes são divididos em aditivos que afetam a absorção devido à sua ação direta sobre a cutícula, e os modificadores das propriedades de superfície dos líquidos, os surfatantes. Sabendo da importância das pontas de pulverização e dos adjuvantes nas aplicações de agroquímico, objetivou-se através deste trabalho avaliar a ação dos adjuvantes na redução de deriva através de uma simulação comparativa conduzida durante o mês de julho de 2024 no município de Santa Helena – Paraná, na indústria de fertilizantes Macrobio. Deste modo, conduziu-se uma simulação de aplicação real no campo, com intuito de comparar o bico cônico e o bico leque, com e sem adjuvantes em calda, para avaliar a ação destas substâncias na redução da deriva em diferentes velocidades de vento. Para tanto, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com os 8 tratamentos e 6 repetições. Todos os tratamentos utilizaram dose de 0,5mL de adjuvante por litro de água (10mL por bomba), sendo que a pressão do pulverizador utilizada foi de 4 bar, por possibilitar gotas mais finas. Os tratamentos foram constituídos da seguinte maneira, T1 = água pura com bico cônico, sem vento, T2 = água pura com bico leque, sem vento, T3 = dose de adjuvante com bico cônico, sem vento, T4 = dose de adjuvante com bico leque, sem vento, T5 = água pura com bico cônico, com vento de 5 km/h, T6 = água pura com bico leque, com vento de 5 km/h, T7 = dose de adjuvante com bico cônico, com vento de 5 km/h, T8 = dose de adjuvante com bico leque, com vento de 5 km/h. Embora tenha sido observado diferença do volume de coleta nos tratamentos utilizados, não foi uma diferença significativa, portanto dependendo do valor do produto e da velocidade de vento no momento da aplicação, não é viável a utilização do produto em questão nas condições criadas para o experimento. Entretanto, foi possível observar que conforme a velocidade do vento aumenta o redutor de deriva contribui para uma aplicação de qualidade.

Palavras-chave: Adjuvantes. Aplicação. Bicos. Deriva. Pulverização.

ABSTRACT

The use of adjuvants in agriculture is highly relevant; however, the application of these agrochemicals is strongly influenced by drift, which is considered one of the biggest obstacles in the sector. Among all the factors that favor drift, the size of the sprayed droplets has been shown to be very relevant and adjuvants act by promoting a more assertive application. Adjuvants are divided into additives that affect absorption due to their direct action on the cuticle, and modifiers of the surface properties of liquids, surfactants. Knowing the importance of spray tips and adjuvants in agrochemical applications, the objective of this work was to evaluate the action of adjuvants in reducing drift through a comparative simulation conducted during the month of July 2024 in the municipality of Santa Helena - Paraná, in the Macrobio fertilizer industry. Thus, a simulation of real application in the field was conducted, with the aim of comparing the conical nozzle and the fan nozzle, with and without adjuvants in the spray solution, to evaluate the action of these substances in reducing drift at different wind speeds. For this purpose, a completely randomized experimental design (CRD) was used, with 8 treatments and 6 repetitions. All treatments used a dose of 0.5 mL of adjuvant per liter of water (10 mL per pump), and the spray pressure used was 4 bar, to allow for finer droplets. The treatments were constituted as follows: T1 = pure water with conical nozzle, without wind; T2 = pure water with fan nozzle, without wind; T3 = adjuvant dose with conical nozzle, without wind; T4 = adjuvant dose with fan nozzle, without wind; T5 = pure water with conical nozzle, with wind of 5 km/h; T6 = pure water with fan nozzle, with wind of 5 km/h; T7 = adjuvant dose with conical nozzle, with wind of 5 km/h; T8 = adjuvant dose with fan nozzle, with wind of 5 km/h. Although a difference in the collection volume was observed in the treatments used, it was not a significant difference; therefore, depending on the value of the product and the wind speed at the time of application, it is not feasible to use the product in question under the conditions created for the experiment. However, it was possible to observe that as the wind speed increases, the drift reducer contributes to a quality application.

Key word: Adjuvants. Application. Nozzles. Drift. Spraying.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 JUSTIFICATIVA	10
3 OBJETIVOS	11
3.1 OBJETIVO GERAL	11
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
4 REVISÃO DE LITERATURA	12
4.1 ADJUVANTES.....	12
4.2 ADITIVOS.....	13
4.3 SURFATANTES	14
4.4 DERIVA	17
4.5 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO	19
5 MATERIAL E MÉTODOS	22
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO EXPERIMENTO E OBJETIVOS	22
5.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS	23
5.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	23
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
7 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Figura demonstrativa de bicos cônicos	22
Figura 2 – Figura demonstrativa de bicos jato leque	22
Figura 3 – Ajuste dos equipamentos	23
Figura 4 – Medidor de vento demonstrando a ausência de ventilação	24
Figura 5 – Testes com ausência de ventos em andamento	24
Figura 6 – Preparo da calda com dose de adjuvante	25
Figura 7 – Realização dos testes com adjuvante	25
Figura 8 – Testes com auxílio de ventiladores	26
Figura 9 – Medidor de ventos demonstrando 5km/hora	26
Figura 10 – Pesagem das amostras.....	27
Figura 11 – Tratamento com utilização de bico cônico sem a presença de ventos...28	
Figura 12 – Tratamento com utilização de bico leque sem a presença de ventos29	
Figura 13 – Tratamento com utilização de bico cônico com a presença de ventos...29	
Figura 14 – Tratamento com utilização de bico leque com a presença de ventos30	
Figura 15 – Média dos tratamentos com bico cônico	31
Figura 16 – Média dos tratamentos com bico leque.....	31

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro destaca-se internacionalmente em virtude das dimensões continentais de nosso país, tendo predominância de clima tropical, grande disponibilidade de água e solos com boas condições de cultivo agrícola (Carvalho, 2016). Em decorrência disto, Silva (2019) menciona que a presença das doenças pode ampliar os custos de produção e Andrade (2020) aponta que doenças fúngicas estão entre as principais limitantes para se alcançar boas produtividades. Deste modo, é evidente a importância da utilização de tecnologias que possam auxiliar na eliminação destas doenças e, em contrapartida, melhorar a produção.

Para atender as demandas e alcançar índices elevados de produção, os produtores utilizam o controle fitossanitário com os defensivos agrícolas. Quando há fatores ambientais e climáticos que possam favorecer a proliferação de doenças, deve-se realizar o controle preventivo, uma vez que após a infestação a cultura já apresentará danos (Chechetto, 2011) e, diante desta perspectiva, o controle curativo terá menor eficiência, pois o patógeno já se encontra instalado na cultura (Pelin *et al.*, 2020).

O controle preventivo pode ser realizado com diversas atividades, sendo muito importante observar os efeitos que as tecnologias podem propiciar nas aplicações. O uso de adjuvantes é uma prática que acontece desde o início do século XVIII e vem sendo empregado cada vez mais, com o intuito de promover melhorias na atividade biológica através das alterações físico-químicas da cadeia de aplicação agrícola (Moreira, 2009).

Em decorrência da frequência aumentada da utilização destas substâncias, a necessidade de esclarecer a funcionalidade destes produtos se faz importante, visto que podem ser adicionados nas formulações dos produtos fitossanitários ou direto na calda, atuando na formação das gotas – pulverização, na interação biológica do ingrediente ativo com o alvo e a dinâmica no ambiente (Raetano; Chechetto, 2019).

Adjuvantes agrícolas são substâncias utilizados na agricultura para aumentar ou garantir a eficiência de outros compostos ativos, assim como também são utilizados para facilitar a aplicação destes compostos através da modificação de determinadas características da calda, visando facilitar a aplicação ou minimizar possíveis problemas. Dentre os compostos, os herbicidas, até mesmo os de ação de contato

necessitam ser absorvidos para serem capazes de exercer seus efeitos tóxicos (Vargas e Roman, 2006).

Existem diversas substâncias que podem ser utilizadas para promover maior cobertura das folhas e para aumentar a absorção. As doenças que afetam as plantas diretamente no índice de área foliar, são capazes de limitar a fotossíntese resultando em perdas anuais mensuradas em torno de 15 a 20% (Nascimento, 2018).

A cobertura da folha é importante principalmente para herbicidas que possuam ação localizada, ou seja, aqueles que possuem baixa translocação, como por exemplo, o paraquat. Para que este herbicida seja eficiente é necessária uma cobertura uniforme das partes tratadas, obtida com a utilização de um adjuvante nomeado espalhante. A absorção de um herbicida pode ser ampliada pela adição de um ou mais adjuvantes e, em alguns casos, esta adição dos adjuvantes possibilita a redução da dose de herbicida em mais de 50% quando comparado a herbicidas utilizados sem a adição do adjuvante (Vargas e Roman, 2006).

Neste contexto, o objetivo do estudo é mensurar como a utilização destes adjuvantes utilizados na tecnologia de aplicação de produtos agrícolas tem auxiliado na redução da deriva.

2 JUSTIFICATIVA

A escolha da temática se deu em virtude do aumento na utilização dos adjuvantes agrícolas no aumento da produtividade, visto que é uma estratégia para aumentar a eficiência em uma pulverização juntamente com diferentes pontas hidráulicas, redução do volume de calda, entre outros (Caixeta *et al.*, 2019).

A deriva está diretamente ligada ao uso inadequado da tecnologia de aplicação de agroquímicos, e a escolha das pontas de pulverização e adjuvantes são importantes variáveis para auxiliar em sua redução. São substâncias relevantes economicamente por facilitarem e melhorarem a qualidade da aplicação, aumentar a eficácia e minimizar pulverizações ineficientes. Além de sua relevância no cotidiano profissional, este recurso é amplamente reconhecido e classificado pelos profissionais devido à sua eficiência e contribuição para o dia a dia de trabalho.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a ação dos adjuvantes na redução de deriva através de uma simulação comparativa.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Classificar os tipos de adjuvantes;
- b) Descrever vantagens e desvantagens da utilização destas substâncias;
- c) Comparar dois tipos de bicos para aplicação dos adjuvantes;
- d) Avaliar a ação dos adjuvantes na redução da deriva em diferentes velocidades de vento.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 ADJUVANTES

Adjuvantes são substâncias ou compostos sem propriedades fitossanitárias, que possa ser acrescentado na água para a preparação de caldas com defensivos, para facilitar a aplicação e melhorar a eficiência do produto aplicado, diminuindo riscos associados a estas práticas (Kissmann, 1998). Os adjuvantes intensificam as características dos defensivos, melhorando a atuação sua atuação, minimizando as perdas e potencializando o efeito dos produtos (Barros, 2021).

Por serem responsáveis por promoverem alterações nas características das caldas, os adjuvantes podem estar apresentando em diferentes formulações, sendo produzidos por diversos fabricantes com diferentes funções no intuito de melhorar direta e/ou indiretamente o desempenho dos defensivos (Chechetto, 2011). Dentre as principais funções deste composto, a redução da tensão sobre a superfície das folhas promove que as gotas da calda sejam mais espalhadas, aumentando a área de cobertura e a absorção do produto desejado (Gaion *et al.*, 2015).

Segundo Sasaki *et al* (2015) os adjuvantes também atuam melhorando a eletrificação das gotas, o que correlaciona-se positivamente com a condutividade elétrica e negativamente com o diâmetro das gotas, reduzindo a tensão superficial. Também são compostos muito utilizados no meio agrícola como redutores de deriva, pois atuam no aumento do diâmetro das gotas e promovem diminuição da porcentagem de gotas sujeitas a deriva, proporcionando maior segurança e qualidade das aplicações em condições operacionais e ambientais desfavoráveis (Chechetto, 2011).

Diversos fatores podem afetar a pulverização de agroquímicos, dentre eles a solubilidade e a estabilidade do agroquímicos, viscosidade, incompatibilidade e densidade entre os produtos utilizados, formação de deriva, volatilização, formação de espuma, tensão superficial dentre outros. Estes fatores podem ser melhorados com a utilização de adjuvantes, que desempenham funções específicas como: espalhantes, dispersantes, tamponantes, adesivos, molhantes, emulsificantes, anti evaporantes, redutor de deriva e redutor de espuma (Oliveira, 2011).

Os adjuvantes são divididos em dois grupos: os aditivos que afetam a absorção devido à sua ação direta sobre a cutícula, e os modificadores das propriedades de

superfície dos líquidos, os surfatantes. As doses dos surfatante ou aditivos a serem utilizadas normalmente está entre 0,1 e 0,5% (v/v) (Oliveira, 2011). O uso de uma dose excessivamente alta destes pode ocasionar desde o escorrimento das gotículas, e assim a aplicação ser ineficiente, até o aumento da toxicidade do herbicida para a cultura a ponto de perder completamente a seletividade (Vargas e Roman, 2006).

4.2 ADITIVOS

São substâncias que aumentam a absorção dos herbicidas em virtude da ação direta sobre a cutícula das plantas, aumentando a absorção (Sartore, 2021). Os principais aditivos são a uréia, óleos e sulfato de amônio. A ureia é um composto nitrogenado que atua sobre a cutícula rompendo ligações e abrindo caminho para absorção do herbicida (Vargas e Roman, 2006).

Os óleos usados na agricultura são originados do petróleo (óleo mineral) e de vegetais (óleo vegetal). Os óleos minerais ou vegetais atuam dissolvendo as gorduras componentes da cutícula e membranas celulares, de forma a eliminar as barreiras que diminuem a absorção dos herbicidas e provocam o extravasamento do conteúdo da célula. A adição de óleos vegetais e minerais a calda de pulverização proporciona um aumento do diâmetro mediano volumétrico das gotas, auxiliando na adesão do produto na planta (Bonfada, 2018).

Dessa forma, os óleos podem aumentar a absorção dos herbicidas e atuar como herbicidas de contato, dependendo da dose empregada. Quando adicionados à calda, os óleos atuam como espalhante e adesivo, aumentam a absorção do herbicida, reduzem a deriva e retardam a evaporação da gota. Em virtude do baixo custo e pela disponibilidade, no Brasil tem-se usado muito o óleo de soja refinado (Vargas e Roman, 2006).

Os óleos promovem maior penetração dos herbicidas que são lipossolúveis, atuando diretamente na folha, dissolvendo a cutina e possibilitando a entrada do herbicida. Embora seja muito utilizado, é necessário se atentar pois como ele degrada parte da folha, mesmo que seja de forma imperceptível, aumenta a sensibilidade à luz, calor e outros fatores externos (Sartore, 2021).

O sulfato de amônio é um composto nitrogenado que quando dissociado forma íons de sulfato e amônio. O íon sulfato reage com íons presentes na água imobilizando-os e impedindo que estes reajam com a molécula do herbicida e o íon

amônio tem ação sobre a cutícula, rompendo ligações e aumentando a absorção dos herbicidas (Bonfada, 2018). O íon amônio também penetra na célula e reduz o pH do apoplasto, pelos H^+ que são bombeados para o exterior da célula, aumentando a absorção do herbicida pelo efeito do pH sobre as moléculas (Vargas e Roman, 2006).

A ureia e o sulfato de amônio são bastante utilizados pois a ureia tem ação direta sobre a cutícula através do rompimento das ligações e, o Sulfato de amônio se dissocia e forma amônio e íons de sulfato. Estes íons presentes na água reagem com o íon sulfato, impossibilitando que haja reações com a molécula do herbicida. O íon amônio atua sobre a cutícula rompendo as ligações e liberando caminhos para a absorção do herbicida (Sartore, 2021).

Existem tipos de óleos adjuvantes emulsificantes que possuem até 5% de surfatante e, os concentrados com até 20% de surfatante (Hess, 1999). Destaca-se a relevância dos emulsificantes em formulações de óleos adjuvantes, para melhorar a mistura e evitar a formação de grumos, promovendo a suspensão entre dois líquidos através da tensão interfacial (Bonfada, 2018).

4.3 SURFACTANTES

A tensão superficial das caldas é influenciada por adjuvantes da classe dos surfactantes, produtos que atuam na superfície alvo, sobre as películas de tensão superficial ou interfacial, para facilitar ou intensificar a penetração do soluto que, juntamente com o surfactante, entra em contato com o alvo (Mota, 2011).

São substâncias que afetam as propriedades de superfície dos líquidos de modo a proporcionar uma interação mais íntima entre as duas substâncias. São classificados de acordo com suas principais propriedades em espalhantes, molhantes ou umectantes, aderentes, emulsificantes, dispersantes e detergentes (Vargas e Roman, 2006). Pode-se também, classificar os surfactantes de acordo com sua ionização em água, sendo iônicos, anfóteros e não iônicos. No entanto os anfóteros são pouco utilizados na agricultura (Durigan e Correia, 2008).

Os espalhantes são substâncias que atuam reduzindo a tensão superficial das gotículas, diminuindo o ângulo de contato destas com a superfície da folha e proporcionando o espalhamento completo da gota sobre a superfície tratada, aumentando a absorção (Vargas e Roman, 2006). O fator de espalhamento é influenciado pela tensão superficial da calda pulverizada, segundo a equação de

Courshee, o aumento do fator de espalhamento, que é obtido pela diminuição da tensão superficial que aumenta a cobertura dos alvos. O uso de alguns tipos de adjuvantes tem influência direta nesta propriedade da calda (Mota, 2011).

Os molhantes ou umectantes são substâncias que atuam retardando a evaporação da água, fazendo com que a gota permaneça durante mais tempo na superfície tratada e, desse modo, o herbicida é mantido na solução de aspersão e permanece disponível para absorção. São produtos importantes principalmente em condições onde há baixa umidade relativa do ar e elevadas temperaturas, pois o secamento rápido da gota pode ocasionar a cristalização das moléculas na superfície da folha impedindo a absorção pela planta (Vargas e Roman, 2006).

Sendo assim, os surfatantes molhantes (umectantes), podem contornar o problema da baixa umidade relativa do ar. Alternativamente, sem os umectantes ocorreria rápida secagem da gota, com conseqüente cristalização das moléculas do herbicida na superfície tratada e, portanto, reduzida absorção do herbicida pela planta (Ramsey *et al.*, 2005).

Os aderentes são substâncias que atuam no aumento da aderência dos líquidos ou sólidos à superfície da planta, principalmente por apresentarem afinidade com a água e forte adesão a cera e a cutina da superfície dos órgãos da planta. Desta forma, aumentar a aderência proporciona diminuição do escorrimento, fazendo com que as gotas permaneçam na superfície das folhas de modo a não serem facilmente lavadas pela água da chuva (Vargas e Roman, 2006).

Os emulsificantes são substâncias que atuam sobre a superfície do líquido reduzindo a tensão interfacial entre dois líquidos imiscíveis, proporcionando a formação de uma suspensão/emulsão de um líquido em outro, como óleos em água através de da combinação de grupos apolares com polares dos mesmos. Estas substâncias podem também possuir função espalhante, umectante e adesiva (Vargas e Roman, 2006).

Alguns óleos mesmo em concentrações mais altas não promoveram diminuições significativas na tensão superficial. Isto demonstra que a tensão superficial não é determinada pela origem do óleo (vegetal ou mineral), mas pela qualidade e quantidade do emulsificante adicionado à sua formulação (Mota, 2011). Os dispersantes são substâncias que atuam evitando a aglomeração das partículas através da redução das forças de coesão entre elas, fazendo com que as suspensões permaneçam estáveis por um certo período. São importantes para manterem estáveis

as formulações de pós-molháveis, de modo a evitar que partículas sólidas aglomerem-se e precipitam. Os detergentes são substâncias que possuem capacidade de remover sujeiras, como a poeira da superfície da folha, ampliando o contato da gota com a superfície alvo. Podem também atuar como espalhantes, umectantes e emulsificantes (Vargas e Roman, 2006).

A maioria dos surfatantes comercializados possuem características de espalhante, aderente e umectante, entretanto, apenas uma delas é acentuada e determina sua principal ação. De acordo com Fleck (1993) estas substâncias podem afetar a eficiência dos herbicidas de várias formas, dentre elas:

- Ampliando a retenção da aspersão onde as superfícies vegetais sejam de pronta molhabilidade e em locais chaves favoráveis à penetração ou posteriores danos às plantas;
- Ampliando a penetração por aumentar a área de contato com a folha através de maior espalhamento da gota e pelo resultado da eliminação de películas de ar entre as gotículas aspergidas e a superfície da folha;
- Favorecem a penetração através da cutícula, por atuarem como solubilizante ou por afetar a permeabilidade desta;
- Aumentam o período de penetração por atuarem como umectante, mantendo as gotículas de aspersão indefinidamente úmidas;
- Ampliam a entrada direta através dos estômatos por diminuir a tensão superficial da solução de aspersão e, facilitam o movimento ao longo das paredes celulares após a entrada para o interior da folhagem por diminuir as tensões interfaciais;
- Causam desnaturação, precipitação de proteínas, inativação de enzimas e aumentam o movimento do herbicida via espaços intercelulares.

Os surfatantes dividem-se a partir da sua ionização ou pela dissociação na água em dois grupos: iônicos e não-iônicos. Os iônicos são aqueles que se dissociam na água em cátions (catiônicos) e ânions (aniônicos). Os surfatantes catiônicos, ao se dissociarem tornam-se cátions que exercem influência predominante na ação surfatante. Eles são derivados da amônia, possuem alto custo, fraco poder detergente, precipitam na presença de sais e são de uso limitado na agricultura. Os surfatantes aniônicos, ao se dissociarem tornam-se ânions que exercem influência predominante na ação surfatante. São excelentes agentes molhantes e detergente, possuindo como

desvantagem a sua capacidade de reagir com sais presentes na água e com as moléculas do herbicida (Vargas e Roman, 2006).

Os surfatantes não-iônicos não possuem carga elétrica e não se ionizam ou dissociam na água. Estes, não reagem com os sais ou as moléculas herbicidas presentes na água e por isso são os mais usados. Além disso, não apresentam toxicidade às plantas e possuem ação emulsificante, detergente e dispersante (Oliveira, 2011).

4.4 DERIVA

A deriva é considerada um dos problemas mais relevantes da agricultura (Sumner & Sumner, 1999), visto que, a utilização inadequada de agroquímicos tem gerado preocupação em virtude da contaminação ambiental, sendo a deriva o principal causador de perdas na aplicação, o que acarreta esta contaminação (Costa *et al.*, 2007). Vários autores conceituam deriva de modo similar, Christofolletti (1999) definiu como tudo aquilo que não atinge o alvo e Miller (1993) como a parte de uma aplicação agrícola que é carregada para fora da área alvo através do vento, bem como na forma de gotas ou de vapor (Miller, 2004).

As perdas podem também ser representadas pelo composto que chega ao alvo mas não é retido por ele, como quando pulveriza-se uma cultura ou vegetação em área total, com foco nas folhas, mas muitas gotas caem entre a folhagem no espaço entre as linhas e o solo. Parte da pulverização lançada pela máquina pode não alcançar o alvo, seja pela evaporação do diluente da calda, ou pelo arrastamento pelo vento, a deriva, o que ocasiona suspensão no ar do princípio ativo (Contiero *et al.*, 2018).

O desvio da trajetória que dificulta que as gotas produzidas atinjam o alvo está associado, principalmente, ao tamanho das gotas e à velocidade do vento (Silva, 1999). A partir das condições ambientais, é necessário conhecer o espectro das gotas pulverizadas, de forma a adequar o seu tamanho e garantir eficácia biológica e segurança ambiental. Diversos pesquisadores consideram que gotas menores que 100 μm são facilmente carregadas pelo vento, sofrendo mais intensamente a ação dos fenômenos climáticos (Sumner, 1997; Murphy *et al.*, 2000; Wolf, 2000).

Alguns fatores causados pela deriva e indesejáveis foram relatados por Ozkan (2001), dentre eles o uso ineficiente do equipamento e tempo de trabalho do operador;

aplicações com subdose do agroquímico e controle ineficaz de pragas, doenças e plantas daninhas, fazendo com que seja necessário realizar aplicações adicionais, diminuindo o rendimento e aumentando os custos; destruição obrigatória da cultura, impedindo a colheita em virtude da contaminação não intencional dos comestíveis “in natura”; problemas e perdas jurídicas em razão dos danos causados às culturas sensíveis pertencentes a outros agricultores; aumento da dose para suprir a perda por deriva; contaminação da água e do ar e, riscos de afetar a saúde dos seres vivos.

Os adjuvantes surfatantes são amplamente utilizados pois atuam no contato entre as gotas e a superfície, aumentando a taxa de absorção em virtude da redução da característica física da tensão superficial, propiciando um espalhamento mais uniforme, aumentando o tempo de retenção da pulverização alvo e reduzindo a evaporação. Os óleos adjuvantes, mineral e vegetal, podem auxiliar no aumento da penetração dos herbicidas em contato com a superfície foliar. Estes, são comumente utilizados quando as condições climáticas predominantes são quentes e secas ou, quando as cutículas foliares são espessas (Bonfada, 2018).

A tecnologia de aplicação atua como um importante meio na redução da deriva, principalmente por que a seleção correta de pontas de pulverização faz toda diferença na utilização e aplicação dos adjuvantes. Quando se seleciona pontas de pulverização para uma determinada aplicação, o tamanho de gotas é muito relevante, visto que existe uma variação do alvo e das condições climáticas. Entretanto, a maioria dos agricultores não se atentam para esse fator, e continuam realizando aplicações com baixa eficiência e com alto potencial de deriva (Chechetto, *et al.*, 2013)

Dentre os diversos fatores que afetam a deriva, pode-se mencionar as propriedades físicas e químicas das caldas (Butler Ellis; Bradley, 2002), e como um dos responsáveis por alterar estas características, utiliza-se os adjuvantes, que atuam modificando o espectro de gotas e resultam na variação do potencial risco de deriva (Oliveira, 2011).

Dentre as ferramentas utilizadas para estudar e quantificar a deriva ou o potencial risco de deriva é o túnel de vento, que possui como objetivo simular as condições de vento observadas em campo, permitindo selecionar e desenvolver técnicas de aplicação, como os adjuvantes e as pontas de pulverização, que reduzem o impacto ambiental e econômico gerado pela perda dos agroquímicos (Phillips e Miller, 1999; Derksen *et al.*, 1999; Herbst, 2001; Fietsam *et al.*, 2004; Costa, 2006).

4.5 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

A tecnologia de aplicação consiste no uso dos conhecimentos científicos para que seja realizada a colocação do produto biologicamente ativo no alvo, de maneira eficiente, na quantidade necessária, de forma economicamente viável e com o mínimo possível de contaminação de outras áreas (Matuo, 1990). Deste modo, a qualidade de uma aplicação pode ser analisada pela deposição, cobertura, deriva e eficácia no controle em questão (Barros, 2021).

Antuniassi e Baio (2008) mencionam que o sucesso de uma aplicação está relacionado às condições ambientais favoráveis e momento correto de aplicação, seleção das pontas de pulverização, ajuste do volume de calda, parâmetros operacionais, interação com a planta, além de considerar sempre as recomendações agronômicas de cada produto.

Além de depender de fatores como a ação do produto, a pulverização depende também da tecnologia empregada em sua aplicação. Para que o produto tenha eficiência depois de aplicado, o mesmo sofre influência de fatores como a forma, tamanho e posição do alvo; a densidade, o diâmetro e a velocidade das gotas pulverizadas e direção e a velocidade do fluxo de ar (Balan *et al.*, 2006).

Existem vários métodos para aplicação de produtos fitossanitários, que consistem em aplicações por via líquida (mais utilizada), sólida e gasosa. A via líquida pode ser feita na forma de gotas (pulverização), na forma de filete líquido (rega ou injeção) ou então na forma de gotas com tamanho bastante reduzido (nebulização) (Ramos e Pio, 2008).

Com relação a eficiência dos produtos e perda por deriva, as condições climáticas no momento das aplicações referem-se a um fator muito relevante. Fornarolli *et al.* (1999), avaliaram o efeito de horários de aplicação na eficiência de herbicidas pós-emergentes na cultura do milho, e concluíram que os melhores resultados foram obtidos em aplicações nos horários do dia em que a umidade do ar estava acima de 65%. Os autores observaram que mesmo a condição climática sendo igual para os dois períodos, a condição biológica da planta foi diferente, que contribuiu para uma melhor eficácia do produto no período da manhã.

Marochi (1993) obteve resultados semelhantes no controle de infestantes do milho sob condições de estresse por seca. Neste estudo, os melhores resultados para o controle foram observados nas aplicações feitas no período da manhã (6:00 horas

e 9:00 horas) do que comparado aos períodos da tarde, em condições de umidade relativa e temperatura do ar semelhantes.

Um dos componentes de grande importância na pulverização refere-se a correta seleção das pontas de pulverização, pois o uso do bico pulverizador ideal e das pontas influenciam diretamente na qualidade da aplicação (Bonfada, 2018). Ao selecionar as pontas de pulverização deve-se considerar as variações advindas do alvo e das condições climáticas, entretanto, este ainda é um gargalo para a maioria dos produtores que não se atentam para este fator e realizam as aplicações com baixa eficiência e alto potencial de deriva (Antuniassi, 2006).

Durante as aplicações, o desejado é que as gotas sejam de mesmo tamanho, ou seja, um espectro de gotas homogêneo, evitando a produção de gotas muito grossas e muito finas para que se evite perdas por deriva e escorrimento (Cunha *et al.*, 2007). O processo de formação de gotas pode ser alterado significativamente pelo uso de algumas formulações assim como pela adição de adjuvantes, pois eles promovem alterações nas características físico-químicas das caldas, como a tensão superficial e viscosidade (Antuniassi, 2006).

O uso de adjuvantes agrícolas também atua auxiliando e modificando a ação do produto químico quanto nas alterações das propriedades físicas da mistura (BONFADA, 2018). Recomenda-se o uso de adjuvantes em diversas ocasiões justamente pelas alterações que estes produtos promovem, possibilitando minimizar os efeitos do ambiente que podem comprometer a eficiência dos tratamentos fitossanitários (Carbonari *et al.*, 2005).

Diversos adjuvantes com finalidades distintas estão disponíveis aos consumidores no mercado, entretanto, é necessário conhecer tais produtos para que sua efetividade na utilização conjunta com o produto ativo seja alcançada (Bonfada, 2018), assim como a aplicação deles, visto que se pode perder produto em casos em que não se considera as características da pulverização bem como os bicos utilizados. Portanto, conhecer o Potencial de Risco de Deriva associado a aplicação e escolha adequada do bico de pulverização é extremamente importante, assim como selecionar o adjuvante correto a ser incorporado (Contiero *et al.*, 2018).

Deste modo, conhecer as características técnicas das pontas também auxilia na promoção de aplicações eficientes e seguras ambientalmente. Sabendo da importância das pontas de pulverização e dos adjuvantes, faz-se relevante simular o efeito dos adjuvantes adicionados à calda de pulverização no espectro de gotas

geradas por pontas de bico cônico e bico leque, de modo a estimar o potencial de deriva com diferentes pontas de pulverização com e sem a presença de vento.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO EXPERIMENTO E OBJETIVOS

O presente trabalho refere-se a um experimento que visa avaliar a ação dos adjuvantes na redução de deriva, através de uma simulação comparativa conduzida durante o mês de julho de 2024 no município de Santa Helena – Paraná, na indústria de fertilizantes Macrobio com as seguintes coordenadas -24.872987, -54.333114.

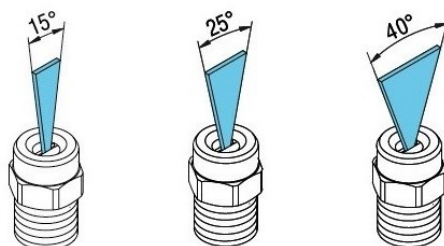
Inicialmente realizou-se uma pesquisa bibliográfica para classificar os tipos de adjuvantes, as vantagens e desvantagens de sua utilização. Posteriormente conduziu-se uma simulação de aplicação real no campo, com intuito de comparar o bico cônico (Figura 1) e o bico leque (Figura 2), com e sem adjuvantes em calda, para avaliar a ação destas substâncias na redução da deriva em diferentes velocidades de vento.

Figura 1 – Figura demonstrativa dos bicos cônicos.



Fonte: Canal Agrícola, 2022.

Figura 2 – Figura demonstrativa dos bicos jato leque.



Fonte: Canal Agrícola, 2022.

5.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Para às técnicas de análise, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com os 8 tratamentos e 6 repetições. Todos os tratamentos utilizaram dose de 0,5mL de adjuvante por litro de água (10mL por bomba), sendo que a pressão do pulverizador utilizada foi de 4 bar, por possibilitar gotas mais finas.

Os tratamentos foram constituídos da seguinte maneira, T1 = água pura com bico cônico, sem vento, T2 = água pura com bico leque, sem vento, T3 = dose de adjuvante com bico cônico, sem vento, T4 = dose de adjuvante com bico leque, sem vento, T5 = água pura com bico cônico, com vento de 5 km/h, T6 = água pura com bico leque, com vento de 5 km/h, T7 = dose de adjuvante com bico cônico, com vento de 5 km/h, T8 = dose de adjuvante com bico leque, com vento de 5 km/h.

5.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O equipamento utilizado para a simulação refere-se a 1 pulverizador eletrônico que simula a aplicação real dos adjuvantes, 1 medidor de vento (anemômetro de hélice) da marca AKSO, 4 ventiladores, 6 recipientes medidores, 1 balança, 6 bicos cônicos, 6 bicos leques e 1 litro do adjuvante Hiper Plus. Inicialmente, realizou-se a montagem dos equipamentos posicionando os ventiladores, ajustando as barras do pulverizador eletrônico, a pressão e os coletores para os testes somente com a utilização de água (Figura 3). Na Figura 4 pode-se observar que para o início dos testes sem vento, o medidor marcava que não havia ventilação alguma.

Figura 3 – Ajuste dos equipamentos.



Fonte: KUNKEL, J. 2024.

Figura 4 – Medidor de vento demonstrando a ausência de ventilação



Fonte: KUNKEL, J. 2024.

Figura 5 – Testes com ausência de ventos em andamento.



Fonte: KUNKEL, J. 2024.

Após findar os primeiros testes com utilização de água e ausência de ventos, iniciou-se o preparo da calda com a respectiva dose do adjuvante (Figura 6) para os tratamentos com utilização do HiperPlus da empresa Macrobio (Figura 7). Com relação ao adjuvante, refere-se a um composto líquido homogêneo com estabilidade química.

Figura 6 – Preparo da calda com dose de adjuvante.



Fonte: KUNKEL, J. 2024.

Figura 7 – Realização dos testes com adjuvante.



Fonte: KUNKEL, J. 2024.

Em seguida, para a realização dos tratamentos com presença de vento, utilizou-se ventiladores para auxiliar na corrente de ar (Figura 8), a partir disto, quando o medidor de vento demonstrava presença de ventos de 5 km/hora (Figura 9) realizou-se a aplicação dos tratamentos.

Figura 8 – Testes com auxílio de ventiladores.



Fonte: KUNKEL, J. 2024.

Figura 9 – Medidor de ventos demonstrando 5km/hora.



Fonte: KUNKEL, J. 2024.

Para a obtenção dos dados, os tratamentos foram expostos a um tempo cronometrado total de 5 minutos a cada repetição, e em seguida realizava-se a pesagem dos recipientes (Figura 10) de modo a quantificar a perda ocasionada pelo vento em um recipiente medidor, sendo os resultados expressos em porcentagem de perda. Para determinação de um volume absoluto, os testes foram refeitos 6 vezes em cada tratamento.

Figura 10 – Pesagem das amostras.



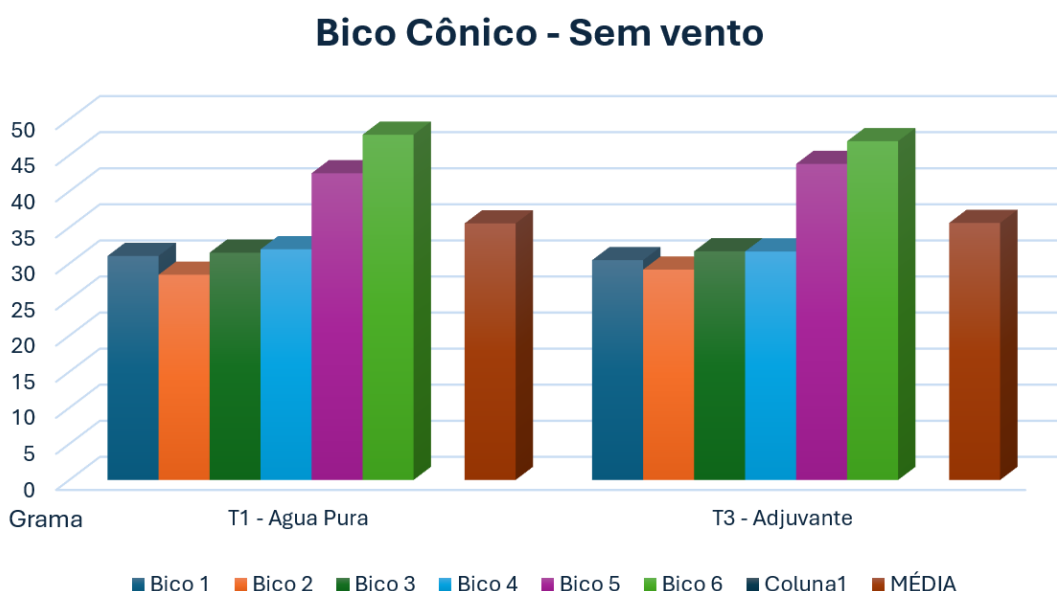
Fonte: KUNKEL, J. 2024.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visando analisar e interpretar os objetivos do experimento, a simulação primeiramente comparou-se os dois tipos de bicos para aplicação dos adjuvantes: o bico cônico e o bico leque, ambos sem e com a presença de ventos. Dados coletados com temperatura de 29° C e umidade de ar de 45%.

Inicialmente, comparou-se a aplicação com utilização do bico cônico e bico leque sem a ação do vento. No Gráfico 1, observa-se que para os tratamentos com bico cônico sem velocidade de vento, não houve uma diferença significativa com a utilização do com adjuvantes.

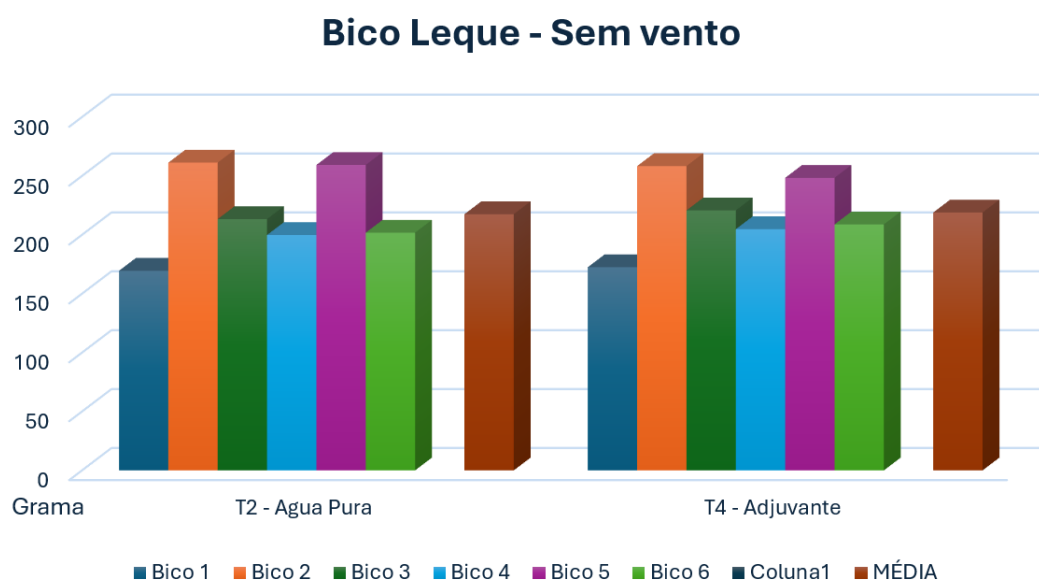
Figura 11 – Tratamento com utilização de bico cônico sem a presença de ventos



Fonte: KUNKEL, J. 2024.

De mesmo modo, o tratamento com o bico leque sem a presença de ventos não apresenta diferença significativa com a utilização do adjuvante (Gráfico 2), uma vez que o adjuvante utilizado é um redutor de deriva, portanto sem a variável do vento, está de acordo com o esperado.

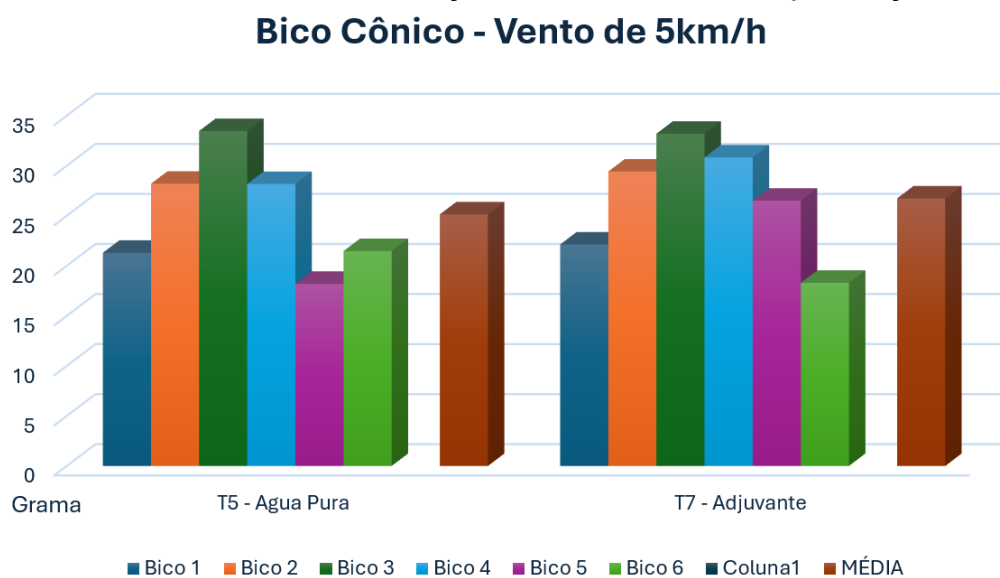
Figura 12 – Tratamento com utilização de bico leque sem a presença de ventos



Fonte: KUNKEL, J. 2024.

Sequencialmente, comparou-se a aplicação com utilização do bico cônico e bico leque com a ação do vento. O Gráfico 3 demonstra que para o tratamento utilizando bico cônico com presença de ventos, obteve-se na média final um aumento de 6% na quantidade de água coletada em comparação aos tratamentos sem a utilização do adjuvante, representando menor perda por deriva.

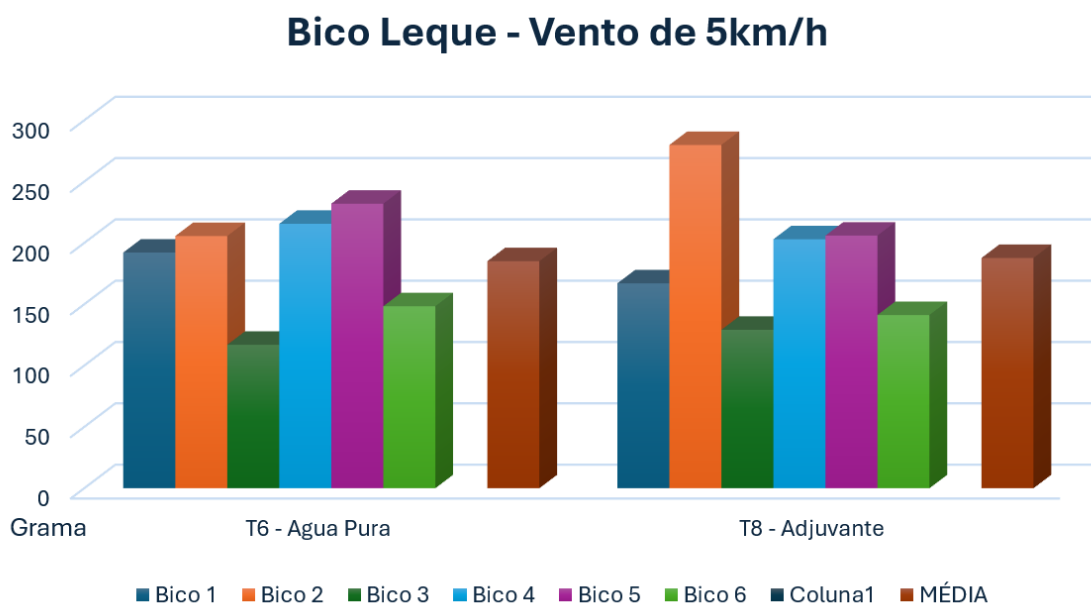
Figura 13 – Tratamento com utilização de bico cônico com presença de ventos



Fonte: KUNKEL, J. 2024.

O Gráfico 4 demonstra que os tratamentos com bico leque com presença vento resultaram na média final um aumento de 2% na quantidade de água coletada em comparação aos tratamentos sem utilizar a dose do adjuvante, representando menor perda por deriva embora esta perda seja ainda maior em relação ao tratamento com bico cônico com presença de vento.

Figura 14 – Tratamento com utilização de bico leque com presença de ventos



Fonte: KUNKEL, J. 2024.

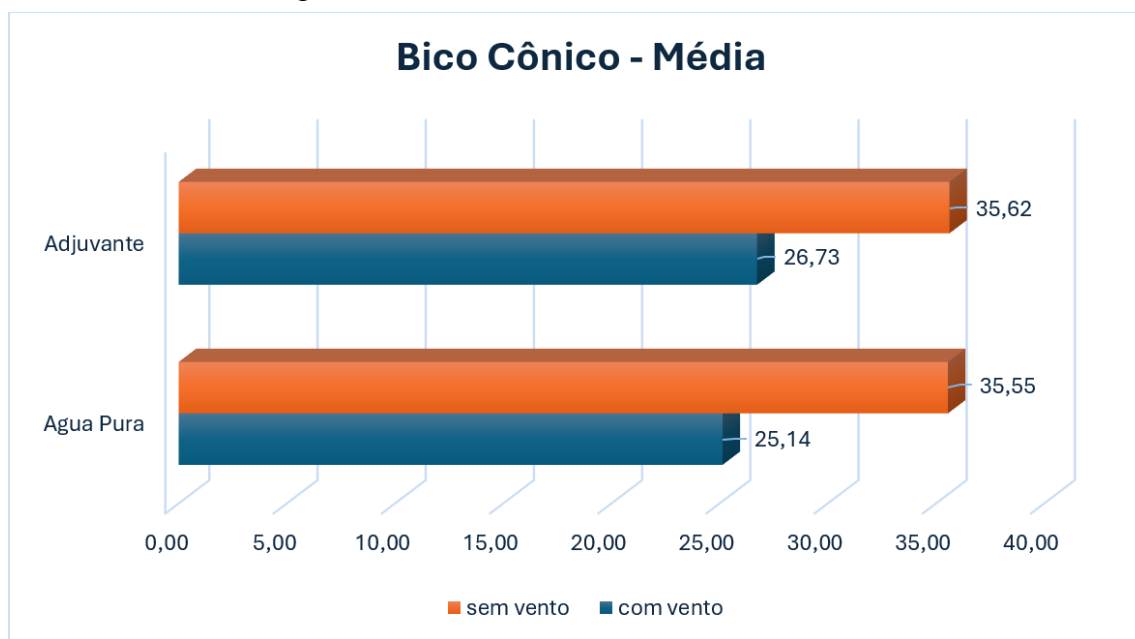
Estas variações podem ser explicadas por Hiltz e Vermeer (2013) pelo efeito da interação das distintas características das tecnologias envolvidas nesse tipo de estudo, pois o risco de deriva, além de ser influenciado pela ponta de pulverização, é afetado pela formulação dos agrotóxicos e os adjuvantes empregados. Fietsam *et al.* (2004) demonstraram diferenças significativas na deposição e potencial de deriva com o uso de adjuvantes, porém com ainda mais diferença entre os tipos de pontas usadas.

Deste modo, posteriormente avaliou-se os resultados dos tratamentos com bicos distintos com e sem a presença de ventos comparando-os com a ação do adjuvante, de modo a avaliar se o composto auxiliou de alguma forma a redução da perda por deriva. Nos Gráficos 5 e 6 observa-se às médias obtidas dos tratamentos com bico cônico e bico leque, com e sem a presença de ventos, em que o adjuvante influenciou na média geral de redução do percentual de deriva.

Em seu estudo, Checheto (2011) estimou o potencial de deriva com diferentes pontas de pulverização e diferentes concentrações de adjuvantes, observando que as

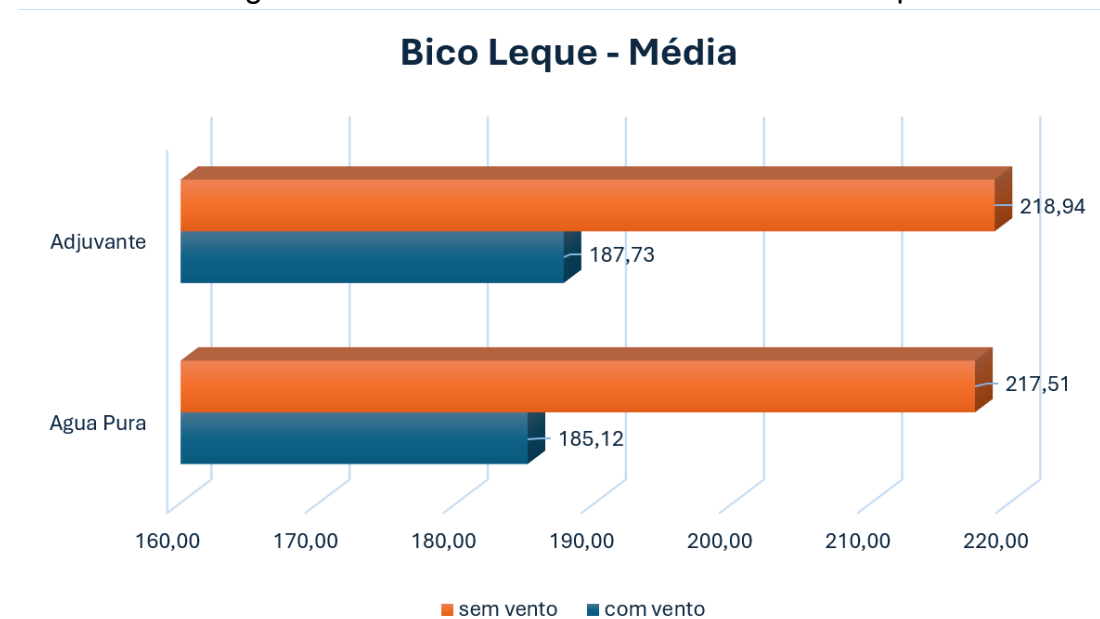
mudança no tipo de pontas de pulverização alteraram significativamente o comportamento dos tratamentos com os adjuvantes em todos os parâmetros avaliados.

Figura 15 – Média dos tratamentos com bico cônico



Fonte: KUNKEL, J. 2024.

Figura 16 – Média dos tratamentos com bico leque



Fonte: KUNKEL, J. 2024.

Em seu estudo avaliando interações entre adjuvante e pontas hidráulicas no controle da deriva de glifosato, Vieira *et al.* (2019) mencionam que o emprego de

adjuvantes proporciona maior redução de deriva, principalmente nas pulverizações realizadas com a ponta leque duplo com pré-orifício. Em contrapartida, Lost (2009) menciona que o grupo químico e a dose dos adjuvantes interferem nas propriedades químicas das caldas de pulverização, entretanto, em seu estudo, a adição de adjuvantes em soluções aquosas não promoveu a redução da deriva.

Cunha *et al.* (2004) obtiveram melhora significativa de cobertura com o uso de adjuvante, com a ressalva que seu desempenho sofreu grande alteração com o tipo de ponta utilizada. Fietsam *et al.* (2004) obtiveram conclusões semelhantes, afirmando que, mesmo que os adjuvantes chamados de antideriva não melhorem o controle de deriva, eles podem promover outros benefícios, tais como: melhor retenção das gotas na superfície foliar, redução de respingamento por impacto das gotas no alvo e melhora na absorção do herbicida em algumas espécies de plantas daninhas.

7 CONCLUSÃO

A partir da análise da literatura, identifiquei que existem 2 tipos principais de adjuvantes, os aditivos que aumentam a absorção dos produtos, por sua ação na cutícula da planta, e os surfactantes atuam na tensão superficial da calda, aumentando a penetração do soluto.

Nos experimentos realizados, os dois tipos de bicos de pulverização utilizados demonstraram grande diferença no volume expelido de água na pulverização, bico leque com um volume maior em comparação com o bico conico, porém o redutor de deriva, apresentou uma melhor performance no bico conico.

Por mais o experimento tenha demonstrado variações no volume coletado nos tratamentos utilizados, essas diferenças não se mostraram relevantes, portanto dependendo do valor do produto e da velocidade de vento no momento da aplicação, não é viável a utilização do produto em questão nas condições criadas para o experimento. Entretanto, foi possível observar que conforme a velocidade do vento aumenta o redutor de deriva contribui para uma aplicação mais eficiente e de maior qualidade.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, LC **Seleção de fungicidas para controle de ferrugem asiática na cultura da soja (*Glycine max*)**. 2020. Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, GO, 2020.
- ANTUNIASSI, U. R. **Tecnologia de aplicação de defensivos**. Revista Plantio Direto, Passo Fundo, v. 15, n. 4, p. 17-22, 2006.
- ANTUNIASSI, U. R.; BAILO, F. H. R. **Tecnologia de aplicação de defensivos**. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Passo Fundo, Embrapa Trigo, 2008. p. 174-175.
- BALAN, M. G.; ABI SAAB, O. J. G.; SASAKI, E. H. **Deposição da calda pulverizada por três pontas de pulverização sob diferentes condições meteorológicas**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 731-738, mai./jun. 2006.
- BARROS, D. S. **Tecnologia de aplicação de agroquímicos na agricultura**. TCC (Graduação - Engenharia Agrônoma) – Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. Campus III, 22 p., 2021.
- BONFADA, D, V. **Adjuvantes na pulverização agrícola**. Trabalho de conclusão de curso (graduação). Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Agronomia. Cerro Largo, RS, 2018.
- BUTLER ELLIS, M. C.; BRADLEY, A. **The influence of formulation on spray drift**. *International Advances in Pesticide Application*, Cambridge, v. 66, n. 4, p. 251-258. 2002.
- CAIXETA, J. P. L.; FRANCO JÚNIOR, K. S.; BRIGANTE, G. P.; DIAS, M. S. **Efeito de adjuvante associado a herbicidas no controle de *Digitaria insularis* L.** Revista Brasileira de Herbicidas, v. 18, n. 4.2019.
- CARBONARI, C. A. *et al.* **Efeito de surfactantes e pontas de pulverização na deposição de calda de pulverização em plantas de grama-seda**. Planta Daninha, v. 23, n. 4, p. 725-729, 2005.
- CARVALHO, F. K. **Viscosidade, tensão superficial e tamanho de gotas em caldas com formulações de inseticidas e fungicidas**. 2016. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Campus de Botucatu, 2016.
- CHECHETTO, R. G. *et al.* **Influência de pontas de pulverização e adjuvantes no potencial de redução de deriva em túnel de vento**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 1, p. 37- 46, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/74315>. Acesso 19/09/2023.
- CHECHETTO, R. G. **Potencial de redução da deriva em função de adjuvantes e pontas de pulverização**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, 2011.
- CHRISTOFOLETTI, J. C. **Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle**. São Paulo: Teejet South América, 1999. 15 p.
- 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., and GOTO, R., comps. Hortaliças-fruto [online]. Maringá: EDUEM, 2018.
- COSTA, A. G. F. **Determinação da deriva da mistura 2,4D e glyphosate com diferentes pontas de pulverização e adjuvantes**. 2006. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas. Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

COSTA, A. G. F.; VELINI, E.D.; NEGRISOLI, E.; CARBONARI, C. A.; ROSSI, C. V. S.; CORRÊA, M. R.; SILVA, F. M. L. **Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré-emergência.** Planta Daninha, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 203-210, jan./mar. 2007.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M; COURY, L. R; FERREIRA, L. R. **Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas.** Planta Daninha, v.21, n.2, p.325-332, 2003.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C. **Avaliação do espectro de gotas de pontas de pulverização hidráulica utilizando a técnica da difração do raio laser.** Eng. Agríc., v. 27, p. 10-15, 2007.

DERKSEN, R. C. R. C.; OZKAN, H. E.; FOX, R. D.; BRAZEE, R. D. **Droplet spectra and wind tunnel evaluation of venturi and pre-orifice nozzles.** Transactions of the ASABE, Saint Joseph, v. 42, n. 6, p. 1573-1580, 1999.

DURINGA, J. C.; CORREIA, N. M. **Efeito de adjuvantes na aplicação e eficácia de herbicidas.** In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Passo Fundo: Embrapa trigo, 2008. p. 134-171

FIETSAM, J. F. W.; YOUNG, B. G.; STEFFEN, R. W. **Differential response of herbicide drift reduction to drift control agents with glyphosate.** American Society of Agricultural Engineers - Transactions of the ASABE, Saint Joseph, v. 47, n. 5, p. 1405-1411, 2004.

FLECK, N. G. **Controle químico de plantas daninhas.** Porto Alegre: UFRGS, 1993. 132 p.

GAION, L. A.; LASMAR, O; FERREIRA, M. C. **Efeito da adição de adjuvantes a calda com fungicidas em plantas de citros sob chuva artificial.** Citrus Research & Technology, v. 36, n. 2, 2015.

GONZAGA, S. S. **Qualidade na aplicação de herbicidas.** Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2002. P. 2. Folhetos: Instrução técnica para o produtor, 15. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/918732>. Acesso 06/09/2023.

GREEN, J. M. **Herbicide adjuvants.** In: Davis, U. C. WRIC. Weed Science School. P. 26 – 28, 2001.

HERBST, A. **A method to determine spray drift potential from nozzles and its link to buffer zone restrictions.** Saint Joseph: ASAE Meeting Presentation, 2001. 1047 p.

HESS, F. D. **Surfactantes and additives.** Proceedings of the California Weed Science Society, Salinas, v. 51, p. 156-172, 1999.

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

IOST, C. A. R. **Efeito de adjuvantes nas propriedades físico-químicas da água e na redução de deriva em pulverizações sobre diferentes espécies de plantas daninhas.** Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

KISSMANN, K. G. **Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários.** In: GUEDES, J. V. C. & DORNELLES, S. B. 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.

LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T. **Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica.** Revista Katálysis Florianópolis, v. 10, n. esp, p. 37-45, 2007.

MAROCHI, A. I. **Influência do horário de aplicação de herbicidas, no controle de infestantes na cultura do milho em sistema de plantio direto.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 19., 1993, Londrina. Anais... Londrina: SBHED, 1993. p. 262-264.

- MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990. p. 139.
- MILLER, P. C. H. **Reducing the risk of drift from boom sprayers**. In: RAETANO, C. G.; ANTUNIASSI, U. R. *Qualidade em tecnologia de aplicação*. Botucatu: FEPAF, 2004. p. 110-124.
- MILLER, P. C. H. **Spray drift and its measurement**. In: MATTHEWS, G. A.; HISLOP, E. C. *Application technology for crop protection*. London: CAB International, 1993. p. 101-122.
- MILLER, P. C. H.; BUTLER-ELLIS, M. C. **Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from ground-based boom sprayers**. *Crop Protec.*, v. 19, n. 8, p. 609-615, 2000.
- MOREIRA JÚNIOR, O. **Construção e validação de um túnel de vento para ensaios de estimativa da deriva em pulverizações agrícolas**. Tese (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista - Botucatu, 2009, p. 72.
- MOTA, Alisson Augusto Barbieri. **Quantificação do ar incluído e espectro de gotas de pontas de pulverização em aplicações com adjuvantes**. 2011. viii, 63 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, 2011.
- MURPHY, S. D.; MILLER, P. C. H.; PARKIN, C. S. **The effect of boom section and nozzle configuration on the risk of spray drift**. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v. 75, p. 127-137, 2000.
- NASCIMENTO, J. M. D.; GAVASSONI, W. L.; BACCHI, L. M. A.; ZUNTINI, B.; MELO, E. P.; LEONEL, R. K. **Número de aplicações e uso de adjuvantes, adicionados à fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja**. *Agrarian*, v. 11, n. 40, p. 95-104, 2018.
- NUYTTENS, D.; SCHAMPHELEIRE, M. de; STEURBAUT, W.; BAETENS, K.; VERBOVEN, P.; NICOLAÏ, B.; RAMON, H.; SONCK, B. **Experimental study of factors influencing the risk of drift from field sprayers**, Part 1: Meteorological conditions. *Aspects Applied Biology*, Wellesbourne, v. 77, n. 2, p. 321-329, 2006.
- OLIVEIRA, R. B. **Caracterização funcional de adjuvantes em soluções aquosas**. 2011. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas. Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- OZKAN, H. E. *et al.* **Effect of drift retardant chemicals on spray drift, droplet size and spray pattern. Pesticide formulations and application systems**, 13v, ASTM STP 1183. Philadelphia: American Society for Testing and Materials, 1993. p. 183-189.
- OZKAN, H. E. **Reduzindo a deriva nas pulverizações**. 2001. Disponível em: <<http://www.comam.com.br>>. Acesso em: 17 jul. 2001.
- PELIN, C.; WORDELL FILHO, J. A.; NESI, C. N. **Ferrugem asiática da soja: etiologia e controle. Agropecuária catarinense**, 2020, v. 33 (3), p. 18-21.
- PHILLIPS, J. C.; MILLER, P. C. H. **Field and wind tunnel measurements of the airborne spray volume downwind of single flat-fan nozzles**. *Journal of Agricultural Engineering Research*, London, v. 72, p. 161-170, 1999.
- RAETANO, C. G.; CHECHETTO, R. G. **Adjuvantes e Formulações. Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. ed. 2. Passo Fundo: Aldeia Norte - Botucatu (SP): FEPAF, 2019. Cap. 2. p. 29-47.
- RAMOS, H. H.; PIO, L. C. **Conceitos básicos de aplicação de produtos fitossanitários. O que os engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. Viçosa, 2008. p. 155-157.
- RAMSEY, R. J. L.; STEPHENSON, G. R.; HALL, J. C. **A review of the effects of humidity, humectants, and surfactant composition on the absorption and efficacy of highly watersoluble herbicides**. *Pestic. Biochem. Physiol.*, v. 82, n. 1, p. 162-175, 2005.

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

SARTORE, N. **Tipos de adjuvantes: importância, classificação e uso.** 2021. Disponível em: <https://agro.genica.com.br/2021/05/13/tipos-de-adjuvantes/>. Acesso 19/09/2023.

SASAKI, R. S; TEIXEIRA, M. .; SANTIAGO, H; MADUREIRA, R. P; MACIEL, C. F. S; FERNANDES, H. C. **Adjuvantes nas propriedades físicas da calda, espectro e eficiência de eletrificação das gotas utilizando a pulverização eletrostática.** *Ciência Rural, Santa Maria*, v.45, n.2, p.274-279, fev, 2015.

SILVA, A. C. A. *et al.* **Efeito de diferentes adjuvantes no espectro de gotas e no potencial de deriva em pulverizações agrícolas.** In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninha, 27., 2010, Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2010. p. 3443-3446.

SILVA, M. S. L. **Principais doenças da cultura da soja (*Glycine max (L.) Merrill*).** Instituto Federal Goiano de Educação, Ciência e Tecnologia: Rio Verde, 2019.

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, 1999. p. 127-137.

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

SUMNER, P. E.; SUMNER, S. A. **Comparison of new drift reduction nozzles.** St. Joseph: ASAE, 1999. 17 p.

TEIXEIRA, M. M. **Influencia del volumen de caldo y de la uniformidad de distribución transversal sobre la eficacia de la pulverización hidráulica.** 1997. 310 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1997.

TU, M.; RANDALL, J. M. Adjuvants. In: TU, M.; HURD, C.; RANDALL, J. M. **Weed control methods handbook the nature conservancy.** Davis: TNC, 2003. p. 1-24.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Conceitos e aplicações dos adjuvantes.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. p. 10. Documentos Online, 56. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do56.htm. Acesso 19/08/2023.

VIEIRA, L. C; GOLDINHO JUNIOR, J. D; RUAS, R. A. A; FARIA, V. R; CARVALHO FILHO, A. **INTERAÇÕES ENTRE ADJUVANTE E PONTAS HIDRÁULICAS NO CONTROLE DA DERIVA DE GLIFOSATO** *Energia na Agricultura, Botucatu*, v. 34, n. 3, p. 331-340, julho-setembro, 2019.

WOLF, R. E. **Strategies to reduce spray drift.** Kansas: Kansas State University. Application Technology Series, 2000. p. 4.