



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CURSO DE AGRONOMIA

VICTÓRIA LINHARES

COMPORTAMENTO DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO COM INDUÇÃO DE AR

Brasília, DF

2023

VICTÓRIA LINHARES

COMPORTAMENTO DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO COM INDUÇÃO DE AR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do Curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Faggion.

Brasília, DF

2023

FICHA CATALOGRÁFICA

LINHARES, Victória.

“COMPORTAMENTO DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO COM INDUÇÃO DE AR”. Orientação: Francisco Faggion, Brasília 2023. 33 páginas. Monografia de Graduação (G) - Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2023.

1. Controle. 2. Defesa Fitossanitária. 3. Tecnologia de Aplicação.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LINHARES, V. **COMPORTAMENTO DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO COM INDUÇÃO DE AR**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 33 páginas, 2023. Monografia.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: VICTÓRIA LINHARES

Título da Monografia de Conclusão de Curso: COMPORTAMENTO DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO COM INDUÇÃO DE AR

Grau: 3º **Ano:** 2023

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para fins acadêmicos e/ou científicos. Ao autor reserva-se outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

VICTÓRIA LINHARES

CPF: 043.213.011-06

Avenida Jequitibá, lote 685, Águas Claras - DF

(61) 98149-4197 / e-mail: victoria-linhares@hotmail.com

VICTÓRIA LINHARES

COMPORTAMENTO DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO COM INDUÇÃO DE AR

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
APRESENTADO AO CURSO DE
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA PARA A
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE BACHAREL EM
ENGENHARIA AGRÔNOMICA.

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA

FRANCISCO FAGGION, Dr. Universidade de Brasília
Prof. da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – UnB
(ORIENTADOR) Email: faggion@unb.br

TIAGO PEREIRA DA SILVA CORREIA, Dr. Universidade de Brasília
Prof. da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – UnB
(EXAMINADOR) E-mail: tiagocorreia@unb.br

ARTHUR GABRIEL CALDAS LOPES, Dr. Universidade Federal de Goiás
Prof. da Escola de Agronomia – UFG
(EXAMINADOR) E-mail: arthurlopes@ufg.br

Brasília - DF
Novembro, 2023

Dedico esse trabalho à minha família, que sempre me auxiliou, sempre me deram incentivo e a ajuda necessária ao longo da vida, abrindo portas para novos desafios. À minha mãe e grande amiga, Tania Mara da Silva e ao meu irmão, Vinícius Linhares, sinônimo de amor incondicional.

Incontestavelmente, dedico aos meus bisavós, Ottília Lavratti Borsa e Leocledes Borsa que vieram do campo, sendo a origem e fruto do início dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe, Tania Mara da Silva, por toda a orientação e conselhos durante todo o percurso até aqui, pelo amor e carinho que moldou a pessoa que me tornei, pela sabedoria e ensinamentos que foram compartilhados. Agradeço ao que sempre me forneceu apoio nos momentos difíceis, alegrias compartilhadas por cada pequena conquista, que me ensinou o amor incondicional e a valorização nas pequenas conquistas, meu irmão e grande amigo Vinícius Linhares. À minha pequena, Valentina dos Santos Lavratti, que me proporciona enormes momentos de felicidade ao seu lado, sempre com um enorme sorriso e sendo a irmã mais incrível que eu poderia ter.

Agradeço aos meus avós, Jacira Borsa da Silva e Adão da Silva, que me ensinaram o que é o amor pelo campo, que me mantiveram confiante nos períodos mais difíceis e, principalmente, por acreditarem no meu potencial quando eu não conseguia. Foram minha motivação em terminar a graduação e ter a ambição de querer continuar minha trajetória até atingir meus objetivos. Os dois que são minha maior representação de amor, força e dedicação.

Às minhas tias, Grasieli Borsa da Silva e Rosane Borsa da Silva que mesmo distantes, sempre se mantiveram ao meu lado, me guiando pelos caminhos certos. À elas que sempre me incentivaram e não mediram esforços para que eu pudesse finalizar a graduação, me assistindo e apoiando, sendo extremamente necessárias para alcançar esse importante objetivo de vida, ensinando o que é o amor, sendo minhas duas maiores saudades.

Ao meu extraordinário amigo e companheiro da vida e da universidade, Manoel Rodrigues Porto Júnior, meus agradecimentos por todo amor, carinho, paciência e dedicação durante nossa trajetória. Por todo o cuidado quando mais necessitei, por toda a motivação nas horas que mais precisei e, principalmente por toda a ajuda durante meus longos dias de experimentos, longos meses de dedicação na escrita de projetos. Pela atenção em me auxiliar em tudo que estava ao seu alcance e por ser meu porto seguro nas horas mais difíceis, meu conselheiro e motivador.

Agradeço à minha inesquecível e incrível amiga de todas as horas, sendo elas boas ou ruins, Maria Beatriz Barbosa Silva, por todo o apoio em laboratório, experimentos e, principalmente, apoio no decorrer de nossa amizade. Pela sua compreensão, histórias e companhia durante esses anos, não só de graduação.

Em especial, agradeço ao meu amigo e orientador Dr. Francisco Faggion, pela amizade, paciência, conselhos, orientação na realização desse trabalho e apoio nas decisões a serem tomadas durante todo o trajeto.

Agradeço a todos os professores que tiveram a grandeza de repassar os conhecimentos adquiridos, em especial ao professor Dr. Tiago Pereira da Silva Correia, que nunca mediu esforços para me ajudar e ensinar o que fosse preciso. À equipe do laboratório de máquinas agrícolas da UnB, LAMAGRI/UnB, e a todos os funcionários da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária e da Fazenda Água Limpa, em especial a todos os funcionários da oficina que sempre se mantiveram dispostos a ajudar para a realização deste trabalho.

RESUMO

As pontas de pulverização com indução de ar geram parte das gotas com ar em seu interior e quando em operação essas gotas têm seu tamanho maximizado, reduzindo a chance de deriva antes de atingir o alvo, diferente das geradas por pontas convencionais, com características de cobertura e espalhamento desejáveis. Contudo, o efeito de fatores ligados à calda e às pontas, podem alterar a quantidade de ar por elas induzido. Este trabalho tem por objetivo avaliar o efeito de diferentes vazões, o uso de adjuvantes e a altura de aplicação na quantidade de ar induzido por pontas de pulverização com indução de ar. Para tanto foi adaptado um funil coletor do spray de gotas para a realização das coletas. Foram realizados três experimentos para avaliação de suas variáveis. No Experimento 1 foram utilizadas quatro pontas com indução de ar do tipo leque AI11003 de diferentes fabricantes e quatro pressões de trabalho, com delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições. No Experimento 2 foram avaliados os efeitos de adjuvantes com diferentes finalidades e mesmo fabricante. Dois dos adjuvantes tem a finalidade de espalhante adesivo e um penetrante. Foram utilizadas diferentes pressões de trabalho sobre a quantidade de ar inserido às gotas por ponta com indução de ar. Para tanto foram utilizados três adjuvantes e três pressões de trabalho, sendo utilizada uma ponta com indução de ar do tipo leque AI11003, com delineamento experimental de blocos casualizados com quinze repetições. E por fim, no Experimento 3 foram utilizadas cinco alturas de coleta na pressão de trabalho de 400 kPa, utilizando a ponta com indução de ar do tipo leque AI11003, delineamento estatístico inteiramente casualizado com quinze repetições. Após coleta, os valores obtidos foram analisados através da análise de variância pelo teste “F”, com posterior análise das médias pelo teste de Tukey ao nível de 5%. Os resultados mostram que houve diferença significativa na quantidade de ar incluído às gotas entre as pontas e pressões de trabalho no Experimento 1. No Experimento 2, houve diferença significativa na quantidade de ar incluído às gotas entre os adjuvantes e pressões. Por fim, no Experimento 3, os resultados mostram que a altura de aplicação tem influência na pulverização e houve interferência estatística para os fatores analisados relacionados à quantidade de ar induzido pelas pontas com indução de ar.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia de Aplicação. Adjuvantes. Espectro de gotas.

ABSTRACT

The spray tips with air induction generate part of the droplets with air inside them and when in operation these droplets have their size maximized, reducing the chance of drift before reaching the target, unlike those generated by conventional tips, with desirable coverage and spreading characteristics. However, the effect of factors related to the syrup and the tips can alter the amount of air induced by them. The objective of this study was to evaluate the effect of different flow rates, the use of adjuvants and the height of application on the amount of air induced by spray nozzles with air induction. To this end, a droplet spray collection funnel was adapted for collections. Three experiments were carried out to evaluate its variables. In Experiment 1, four AI11003 fan air induction tips from different manufacturers and four working pressures were used, in a completely randomized design with five replications. In Experiment 2, the effects of adjuvants with different purposes and the same manufacturer were evaluated. Two of the adjuvants have the purpose of adhesive spreader and one penetrant. Different working pressures were used on the amount of air inserted into the drops by air induction tip. For this purpose, three adjuvants and three working pressures were used, using a AI11003-type air induction tip, with a randomized block design with fifteen replications. And finally, in Experiment 3, five collection heights were used at a working pressure of 400 kPa, using the tip with AI11003-type air induction, in a completely randomized statistical design with fifteen replications. After collection, the values obtained were analyzed through analysis of variance using the "F" test, with subsequent analysis of the means using Tukey's test at the 5% level. The results show that there was a significant difference in the amount of air included in the droplets between the tips and working pressures in Experiment 1. In Experiment 2, there was a significant difference in the amount of air included in the drops between the adjuvants and pressures. Finally, in Experiment 3, the results show that the height of application has an influence on the spraying and there was statistical interference for the analyzed factors related to the amount of air induced by the tips with air induction.

KEYWORDS: Application Technology. Adjuvants. Droplet spectrum.

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Espalhamento da gota na superfície da folha com e sem adjuvante na calda.	14
2	Mapa de localização do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola, dentro da Fazenda Água Limpa, da UnB.	19
3. a)	Detalhes do funil coletor de spray.	20
3. b)	Suporte do bico, com barra e parafusos de regulagem da altura.	20
3. c)	Manômetro, regulador de pressão e reservatório de calda.	20
3. d)	Bomba de pressão.	20

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	ASABE S572.1 Classificação do tamanho de gotas.	16
2	Classificação da cor da ponta de acordo com a vazão.	17
3	Descrição e abreviaturas dos adjuvantes utilizados.	20
4	Quantidade de ar induzido às gotas em porcentagem de acordo com a pressão e ponta utilizada.	24
5	Quantidade de ar incluído às gotas em porcentagem de acordo com as pressões e adjuvantes utilizados.	25
6	Estatística descritiva da quantidade de ar induzido de acordo com as alturas de aplicação.	26
7	Análise de variância para efeitos dos tratamentos altura de aplicação.	26
8	Porcentagem de ar induzido de acordo com as alturas de aplicação.	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	12
2.1. Objetivo Geral	12
2.2. Objetivos Específicos	12
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1. Adjuvantes.....	13
3.2. Tensão superficial	15
3.3. Espectro de gotas.....	16
3.4. Pulverização.....	16
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4.1. Localização dos experimentos	19
4.2. Adaptação do funil.....	19
4.3. Delineamento experimental e descrição dos tratamentos.....	20
4.4. Experimentos	21
4.4.1. Experimento 1	21
Equação 1:	21
4.4.2. Experimento 2.....	21
4.4.3. Experimento 3.....	22
4.5. Análise estatística	23
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1. INTRODUÇÃO

A pulverização agrícola é uma prática essencial para a agricultura. Tem sua importância na aplicação de defensivos agrícolas, sendo feita a aplicação da calda com pulverizadores ou atomizadores. Os produtos são diluídos em água para a produção do líquido a ser aplicado conhecido como calda. De acordo com Matthews (2016), para determinar a quantidade do ingrediente ativo é necessário realizar uma mistura conhecida do diluente para a obtenção da concentração do ingrediente ativo e, assim, determinar a quantidade recomendada por hectare.

As pontas utilizadas na pulverização são componentes fundamentais para que ocorra uma aplicação eficiente, reduzindo problemas relacionados à deriva e impactos ambientais, sendo responsáveis pela produção da névoa ou gotas necessárias. Em estudo, Cunha et al. (2008) menciona que o risco de deriva se mostrou relacionado com o diâmetro das gotas e com a velocidade de deslocamento horizontal, juntamente com o incremento da altura de aplicação, promovendo aumento de deriva. No mercado há pontas diferentes, projetadas com objetivo de atender diferentes requisitos para a aplicação. As pontas com indução de ar possuem entrada de ar para que a ação do efeito Venturi do líquido que passa por ele sugue o ar (BUTLER-ELLIS et al., 2002), gerando gotas maiores e mais pesadas, reduzindo os efeitos de deriva. Segundo Cunha et al. (2010), o efeito do adjuvante no espectro de gotas é dependente da ponta e produto utilizado, não apresentando risco potencial de deriva e nem na uniformidade do espectro de gotas.

Em estudo realizado por Cunha et al. (2016), foi avaliado o efeito da pressão na deposição de calda na aplicação com diferentes modelos de pontas de pulverização, com e sem indução de ar. Concluiu-se que a ponta de jato cônico vazio sem indução de ar gerou gotas com menor tamanho e mais uniformes, ocasionando em uma maior deposição do traçador quando comparada à ponta de jato cônico vazio com indução de ar. Quando avaliada a pressão, de acordo com o aumento da pressão de trabalho, houve uma diminuição da deposição nas folhas da parte inferior da planta independente da ponta utilizada.

De acordo com (OLIVEIRA e ANTUNIASSI, 2012), a adição de adjuvantes colabora para a alteração de propriedades físicas e químicas das soluções, modificando o espectro de gotas e o risco de deriva. Gandolfo et al. (2013) relatam que há uma menor deriva em menores alturas de aplicação e quando comparadas pontas com e sem indução de ar, a ponta de jato plano com indução de ar proporcionou uma menor deriva do que a jato plano padrão. Foi constatado que a adição de adjuvantes à calda faz com que haja a diminuição de deriva com a ponta de jato plano padrão em todas as alturas de aplicação, enquanto a adição de ureia elevou a deriva com

a utilização de pontas com indução de ar em todas as alturas, concluindo que a ureia pode ser utilizada em aplicações feitas com os modelos de ponta tipo jato plano padrão, pelo fato de diminuir os riscos de deriva.

Para avaliar as características técnicas das pontas de pulverização tipo espuma sob diferentes pressões de trabalho e altura de barra, Viana et al. (2007) concluíram que as pontas LA-1JC e SR-1 apresentam um melhor perfil de distribuição com um menor espaçamento entre pontas, maior pressão e altura de barra. Foi observado por Bauer et al. (2006) que o comportamento de redução de deposição em área pode ser característico das pontas com indução de ar independente da altura de aplicação e pressão de trabalho.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar o efeito de pontas com indução de ar de diferentes fabricantes, com o uso de adjuvantes e altura de trabalho na quantidade de ar por elas induzido.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar o efeito da pressão de trabalho na quantidade de ar induzido por pontas de pulverização com indução de ar;
- Verificar os efeitos do uso de adjuvantes na quantidade de ar induzido por pontas com indução de ar em diferentes pressões de trabalho;
- Avaliar a influência da altura de aplicação na indução de ar por pontas de pulverização.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Adjuvantes

De acordo com a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, o adjuvante é definido como “produto utilizado em mistura com produtos formulados para melhorar a sua aplicação”. Sendo assim, os adjuvantes são utilizados para melhora na aplicação e potencialização dos produtos fitossanitários a serem aplicados. Os surfactantes auxiliam na absorção do ingrediente ativo pela planta e na adesividade, além de reduzir a tensão superficial, exercendo um espalhamento mais uniforme e redução de deriva por evaporação (TU e RANDALL, 2003).

De acordo com Sticker (1992), adjuvantes não são pesticidas ou fungicidas, porém sua combinação com esses produtos pode potencializar sua ação e desempenho. Hazen (2000), com uma definição mais recente, diz que os adjuvantes são materiais adicionados ao tanque de mistura para auxiliar ou modificar a ação do defensivo agrícola ou as propriedades físicas da mistura. Os adjuvantes podem ser adicionados à pesticidas e herbicidas na hora da aplicação, aumentando a eficiência da ação do produto e da aplicação (BUTLER ELLIS et al., 1997).

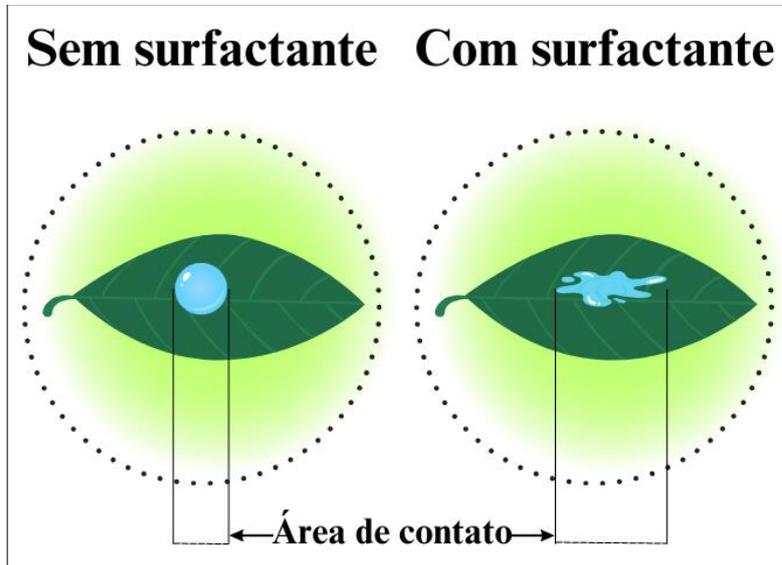
A atividade biológica dos adjuvantes é determinada de acordo com a sua função de acordo com suas atividades físico-químicas e a seleção de um adjuvante será influenciada pela química do herbicida e qual será seu alvo (STOCK e BRIGGS, 2000).

McMullan (1993) observou com seus estudos que o volume de adjuvante pode influenciar na eficiência dos produtos, indicando uma proporção ideal para cada surfactante estudado e ainda uma maior eficiência do herbicida de acordo com o aumento de concentração do adjuvante junto a calda.

De acordo com TU et al. (2003), os adjuvantes são adicionados à calda para que haja melhora na penetração do herbicida e na facilitação da mistura, aplicação e eficácia do produto. Os adjuvantes são divididos em surfactantes e aditivos. Os surfactantes são os adjuvantes de maior importância, sendo compostos que facilitam a penetração dos produtos na planta, aumentando o efeito desejado e podendo diminuir a quantidade total da formulação necessária para o resultado desejado. Os surfactantes reduzem a tensão superficial, fazendo com que a gota tenha um melhor espalhamento, pois a gota terá uma maior área de contato. Desta forma, sua atuação faz com que as gotas possuam um melhor espalhamento e de forma mais uniforme, aumentando a aderência das gotas na superfície e a penetração do produto. Os surfactantes podem ser divididos de acordo com sua ionização, sendo iônicos ou não-iônicos e classificados

em espalhantes, umectantes, aderentes, emulsificantes, dispersantes e detergentes (VARGAS, L.; ROMAN, E. S., 2006).

Figura 1. Espalhamento da gota na superfície da folha com e sem adjuvante na calda.



Fonte: De autoria própria.

As propriedades dos adjuvantes determinam sua função. O herbicida utilizado irá definir a seleção do adjuvante utilizado. O adjuvante pode interferir na formação das gotas, na deposição na folha, espalhamento e cobertura (STOCK, D.; BRIGGS, G., 2000).

Na indústria, os adjuvantes não possuem uma composição específica. O seu uso pode influenciar na formação e espectro de gotas a depender do modelo de ponta utilizada para a pulverização. Sabendo isso, a interação entre adjuvante/ponta é variável e seu conhecimento deve ser estudado com mais precaução, podendo afetar a deriva das aplicações a depender das variáveis utilizadas, além do meio ambiente e da eficácia dos produtos fitossanitários. Os adjuvantes influenciam diretamente no aumento do tamanho médio de gotas e na redução de deriva de gotas mais finas, que sofrem maior porcentagem de deriva. Suas funções podem desempenhar papéis como promover a melhoria no molhamento, espalhamento, aderência, redução de espuma e na dispersão da calda pulverizada. (CUNHA; ALVES; REIS, 2010). Ainda de acordo, Carbonari et al. (2005) citam que a utilização adequada dos adjuvantes pode minimizar a deriva.

Segundo Penner (2000), os adjuvantes ativadores aumentam a atividade de herbicidas e sua atividade não depende apenas do adjuvante utilizado, e sim do herbicida, espécies específicas de plantas daninhas e condições ambientais. Afirma também que adjuvantes

ativadores aumentam a absorção de produtos fitossanitários, melhorando desta forma a sua eficiência. De acordo com Cunha e Alves (2009), as propriedades que mais foram sensíveis com a adição do adjuvante à calda foram o pH, tensão superficial e a viscosidade.

A temperatura é uma característica que influencia diretamente nas características físico-químicas da calda de forma diferente para cada adjuvante, não podendo ser generalizada., assim como a tensão superficial e viscosidade influenciam diretamente na formação e na dispersão da pulverização (CUNHA et al., 2010). Baio et al. (2015) constataram através de experimentos laboratoriais que a adição de adjuvantes estudados gerou uma redução na tensão superficial das caldas quando comparados à água, além de constatar a diminuição do tamanho de gota. Com a adição de adjuvantes, ocorre a redução da tensão superficial, diminuindo o ângulo de contato, fazendo com que os fatores de espalhamento e cobertura superficial das gotas aumentem (BASU et al., 2002).

3.2. Tensão superficial

Butler-Ellis et al. (2001) afirmam que a redução na tensão superficial do spray resulta em uma redução no tamanho das gotas e que apenas a tensão superficial não é um parâmetro suficiente para determinar o tamanho de gota com o uso de surfactantes. De acordo com Penner (2000), além do adjuvante reduzir a tensão superficial da solução, resultando em uma maior área de contato com a planta, os adjuvantes possuem ação emulsificante, causam um aumento da retenção da pulverização, proteção do herbicida na solução, resistência às chuvas e uma maior movimentação na superfície da folha para áreas de maior absorção.

A tensão superficial e a viscosidade são características físicas das caldas de pulverização. A temperatura é um fator que afeta diretamente na viscosidade e a tensão superficial tem maior sensibilidade pela adição de adjuvantes, influenciando no processo de pulverização, porém a relação não pode ser generalizada devido às características específicas de cada adjuvante (CUNHA et al, 2010).

Miller e Butler Ellis (2000); Chechetto (2011), em estudos comparando a pulverização com uso de diferentes adjuvantes e pontas de pulverização com indução de ar chegaram à conclusão de que são geradas gotas com maiores diâmetro com os produtos de menor tensão superficial e menor viscosidade devido as pontas utilizadas. Concluíram que o surfactante apresentou redução na deriva quando usada a ponta com indução de ar, promovendo um aumento no Diâmetro Médio Volumétrico (DMV) das gotas. Quando utilizado pontas de outro

mecanismo, há aumento de potencial risco de deriva. O espectro de gotas tem interferência direta pela composição da calda e tipo de ponta utilizada (HEWITT, 2007).

3.3. Espectro de gotas

De acordo com Velloso et al. (1984) um dos principais aspectos observados para uma aplicação de defensivos é o espectro de gotas e que ele é homogêneo quando as gotas possuem um mesmo tamanho aproximado, refletindo na eficiência da aplicação. Tendo em vista a influência do tamanho de gotas na aplicação, foi desenvolvida pela Sociedade de Engenheiros Agrícolas e Biológicos dos Estados Unidos (ASABE) um padrão para a medição e interpretação da qualidade da pulverização das gotas, conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Tradução ASABE S572.1 - Classificação do tamanho de gotas.

Classe da pulverização	Tamanho das gotas	DMV	Cor	Capacidade de molhamento	Melhor utilização	Potencial de deriva
Extremamente fina	Pequena	< 60	Lilás	Excelente	Exceções	Alto
Muito fina		61-105	Vermelho	Excelente	Exceções	
Fina		106-235	Laranja	Muito boa	Boa cobertura	
Média		236-340	Amarelo	Boa	Maioria dos produtos	
Grossa		341-403	Azul	Moderada	Herbicidas sistêmicos	
Muito grossa		404-502	Verde	Pobre	Herbicidas de solo	
Extremamente grossa	Grande	503-665	Branco	Muito pobre	Fertilizante líquido	Baixo
Ultra grossa		> 665	Preto	Muito pobre	Fertilizante líquido	

Fonte: De autoria própria.

Desta forma, de acordo com o padrão utilizado, existem oito categorias para classificar as gotas, das quais seis são utilizadas na agricultura, sendo elas a muito fina, fina, média, grossa, muito grossa e extremamente grossa.

3.4. Pulverização

De acordo com Velloso et al (1984), a altura de aplicação acaba interferindo na deposição do produto, pois à medida que a altura aumenta, cresce a distância entre o bico e o alvo, fazendo com que as gotas passem por um maior tempo de interferências ambientais até atingirem a planta, aumentando os riscos da deriva.

A deposição do produto na planta pode ser influenciada por fatores como temperatura, umidade e velocidade e direção dos ventos. As temperaturas mais elevadas podem fazer com que haja a volatilização e evaporação do líquido, porém, auxiliam na penetração do produto, enquanto temperaturas mais baixas podem diminuir a atividade biológica da planta, afetando sua absorção de produtos. A umidade ideal para pulverizar deve ser de 50 a 55% para aplicações, com velocidades do vento constante a 3,2 a 6,5 km/h para uma aplicação mais segura e a temperatura ideal deve estar abaixo de 32°C (AZEVEDO e FREIRE, 2006).

A ponta de pulverização escolhida na hora da aplicação do defensivo agrícola tem uma influência direta com a vazão, tamanho de gotas, ângulo de cobertura e no padrão de distribuição. A pulverização acaba sendo uma grande quantidade de calda, que por uma pressão exercida por um bico, transforma o volume em pequenas gotas (MATUO, 1990).

De acordo com a norma ISO 10625 (2005), a cor da ponta está relacionada com a sua vazão, sendo classificada em galões por minuto na pressão de 3 bar, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Classificação da cor da ponta de acordo com a vazão.

Cor	Vazão (3 bar) (Galão)	Vazão (3 bar) (L/min)	Classe de pulverização	DMV aproximado (μ m)
Lilás 025	0,25	1,00	Extremamente fina	< 60
Vermelho 04	0,40	1,60	Muito fina	60 - 105
Amarelo 02	0,20	0,80	Média	236 - 340
Azul 03	0,30	1,20	Grossa	341 - 403
Verde 015	0,15	0,60	Muito grossa	404 - 502
Branco 08	0,80	3,20	Extremamente grossa	503 - 665
Preto 10	1,00	4,00	Ultra grossa	> 665

Fonte: De autoria própria.

As pontas de pulverização são divididas de acordo com o seu tipo de jato, podendo ser jato tipo leque duplo ou simples e com ou sem pré orifício, cone vazio, cone cheio e com ou sem indução de ar. As pontas do tipo jato plano podem ter deposição contínua e uniforme, não havendo necessidade de cruzamento do jato entre outras pontas. Nos modelos com indução de ar, a ponta possui um orifício ao lado da ponta, onde quando o líquido passa no interior da ponta, o ar se mistura, formando gotas grandes e com ar em seu interior. Os modelos com

indução de ar estão sendo muito utilizados devido ao potencial de redução de deriva e eficácia no tratamento com defensivos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização dos experimentos

Os experimentos e ensaios laboratoriais foram realizados no Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (Lamagri), localizado na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília (UnB). A Fazenda é localizada no Núcleo Rural Vargem Bonita, Quadra 17, Setor de Mansões Park Way - Brasília – DF, CEP: 71750-000 (Figura 2).



Figura 2. Mapa de localização do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola, dentro da Fazenda Água Limpa, da UnB. Fonte: Google Earth Engine Apps (2023).

4.2. Adaptação do funil

Para a realização dos três experimentos foi adaptado um funil coletor de spray de gotas, conforme Faggion (2002). Tanto os materiais para a estrutura do funil, quanto os acessórios para adequação do protótipo de um pulverizador, foram feitos com o material disponível no laboratório e na Fazenda Água Limpa. O aparelho conta com reservatório, bomba, manômetro, regulador de pressão, suporte de bico e funil coletor de gotas do spray com o diâmetro superior de 1 metro. O funil é constituído por uma superfície macia para a captação das gotas com ar de forma a minimizar a perda do ar do seu interior, de acordo com a Figura 3.



Figura 3. a) Detalhes do funil coletor de spray; b) Suporte do bico, com barra e parafusos de regulação da altura; c) Manômetro, regulador de pressão e reservatório de calda; d) Bomba de pressão.

4.3. Delineamento experimental e descrição dos tratamentos

O delineamento experimental utilizado no Experimento 1 foi o inteiramente casualizado utilizando pontas de quatro fabricantes (Jacto, Magnojet, Micron e Teejet) nas pressões de trabalho de 300, 400, 500 e 600 kPa, com cinco repetições.

No segundo experimento foram utilizados três adjuvantes (Agral - AG, Energic - EN e Ochima - OC). A Tabela 3 traz as descrições dos adjuvantes utilizados no experimento e suas abreviaturas utilizadas para identificar os tratamentos.

Tabela 3. Descrição e abreviaturas dos adjuvantes utilizados.

Nome comercial	Composição	Fabricante	Dosagem	Abreviação
Agral	Nonil fenoxi poli (etilenoxi) etanol	Syngenta	0,3% v/v	AG
Energic	Nonil fenoxi poli (etilenoxi) etanol e sal sódico do ácido dodecil benzeno sulfônico	Syngenta	0,2% v/v	EN
Ochima	Alquil ester fosfatado	Syngenta	0,25% v/v	OC

As pontas utilizadas foram as tipo leque com indução de ar AI 11003, com pressões de 200, 400 e 600 kPa, e gotas ultra grossas, extremamente grossas e muito grossas respectivamente, segundo informações dos fabricantes. O experimento foi conduzido com nove tratamentos, três adjuvantes, três pressões com quinze repetições. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quinze repetições para cada tratamento.

O delineamento experimental utilizado no Experimento 3 foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quinze repetições. Os tratamentos foram definidos de acordo com a altura de coleta do líquido, sendo elas 0,60 m; 0,70 m; 0,80m; 0,90 m e 1,00 m, com quinze repetições cada. O tempo de coleta para cada repetição foi de 30 segundos, na pressão de 400 kPa. A calda foi feita com o adjuvante Agral a 0,3% e ponta tipo leque Teejet AI11003.

4.4. Experimentos

4.4.1. Experimento 1

Para a realização do primeiro experimento, foi preparada a calda com o surfactante não iônico Agral a 0,3%, para que a tensão superficial da água fosse reduzida. Para sua preparação, a foi colocada metade da quantidade de calda desejada, adicionado Agral a 0,3% do volume total da calda e em seguida completado até atingir a marcação de 10 litros. Em seguida houve a homogeneização do conteúdo com o auxílio de uma espátula.

Para a realização da coleta foram cronometrados 30 segundos para cada pulverização feita. Quando atingia os 30 segundos de pulverização, a proveta era retirada e deixava-se o registro ligado durante a leitura de volume e pesagem para que a pressão de trabalho fosse igual e constante em todas as medições. Foi calculada a porcentagem de ar capturado com o líquido considerando o volume da mistura de acordo com a Equação 1 e feitas posteriores análises com os resultados.

$$\text{Equação 1: } Ar (\%) = \frac{V_m - V_l}{V_m} \times 100$$

Em que: Ar (%) é a quantidade de ar induzido pela ponta, V_m é o volume da mistura ou volume de líquido mais o ar contido e V_l é o volume de líquido.

4.4.2. Experimento 2

No Experimento 2 foram estudados diferentes adjuvantes (Agral a 0,3%, Energic a 0,2%, Ochima a 0,25% conforme recomendação dos fabricantes). Os trabalhos foram conduzidos em laboratório com ambiente natural e temperatura do ar ambiente em torno de 20°C, com umidade relativa em torno de 60%. Para a realização dos testes, foram feitas caldas diferentes para cada adjuvante utilizado. Para o primeiro teste, a calda utilizada foi feita com o

adjuvante Agral a 0,3% do volume da calda. Para o segundo teste, foi utilizado o adjuvante Energic a 0,2% do volume da calda. Por fim, para o terceiro teste foi utilizado o adjuvante Ochima a 0,25% de volume de calda. Em todos os preparos, água foi colocada com o auxílio de uma proveta diretamente no recipiente, de forma lenta, para que fosse evitada a formação de espuma. Em seguida houve a homogeneização do conteúdo com o auxílio de uma espátula.

Para a realização da coleta foram cronometrados 30 segundos para cada pulverização feita. Quando atingia os 30 segundos de pulverização, a proveta era retirada e deixava-se o registro ligado durante a leitura de volume e pesagem para que a pressão de trabalho fosse igual e constante em todas as medições. A leitura feita na proveta em mililitros correspondeu ao volume da mistura de líquido e ar, a massa em gramas correspondeu ao volume líquido contido na proveta, também em mililitros, devido a densidade igual a 1 da mistura de calda utilizada. Com o conhecimento do volume do líquido e o volume da mistura, pudemos relacioná-los, encontrando assim a porcentagem volumétrica de ar capturado com o líquido em cada uma das repetições, como demonstrado na Equação 1.

4.4.3. Experimento 3

Para o terceiro experimento foram definidos os tratamentos e tempo de coleta de 30 segundos na pressão de 400 kPa, utilizando a ponta com indução de ar AI11003 com calda contendo o adjuvante Agral. A ponta utilizada na pressão de 400 kPa induz gotas extremamente grossas, segundo informações do fabricante. Foi utilizado o surfactante não-iônico Agral, utilizado para a redução da tensão superficial da água. Para o preparo da solução foi utilizado o adjuvante a 0,3% do volume da calda, conforme a bula do produto. Para o preparo da calda, a água foi colocada com o auxílio de uma proveta diretamente no recipiente, de forma lenta, para que fosse evitada a formação de espuma. Em seguida houve a homogeneização do conteúdo com o auxílio de uma espátula. Antes da realização da coleta de dados definitivos, foram conduzidos testes preliminares para verificar o funcionamento do equipamento de pulverização e formulação de calda. Cada tratamento foi submetido a quinze repetições utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado.

Os trabalhos foram conduzidos em laboratório, com ambiente controlado e temperatura do ar ambiente a 25°C. A coleta das amostras foi feita em proveta graduada de um litro, onde foi feita a leitura do volume de líquido mais espuma imediatamente após a coleta e pesado o líquido em balança de precisão. A leitura feita na proveta correspondeu ao volume da mistura de líquido e ar, a massa em gramas correspondeu ao volume líquido contido na proveta, devido

a densidade igual a 1 da mistura de calda utilizada. Com o conhecimento do volume do líquido e o volume da mistura, pudemos relacioná-los, encontrando assim a porcentagem volumétrica de ar capturado com o líquido em cada uma das repetições, como demonstrado na Equação 1.

4.5. Análise estatística

Os dados obtidos em todos os experimentos foram tabulados e submetidos à análise de variância no programa AgroEstat. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Experimento 1 os resultados mostram que houve diferença significativa na quantidade de ar incluído às gotas entre os tratamentos de tipo de ponta e pressão de trabalho pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade no primeiro experimento. Com o aumento da pressão de trabalho, foi alterado o percentual de ar incluído às gotas utilizando a ponta Jacto. Na pressão de trabalho de 600 kPa, essa ponta induziu 26,10% sendo superior a pressão de 300 kPa e igual as demais pressões utilizadas. As pontas Teejet, Magnojet e Micron mantiveram a mesma quantidade de ar incluído às gotas, independente da pressão de trabalho. Houve variação na quantidade de ar incluído às gotas pelo uso de diferentes pontas apenas para a pressão de 600 kPa. A ponta Magnojet foi a que mais induziu (29,09%), seguida das pontas Jacto e Teejet (26,10 e 19,06%) respectivamente, tendo como a que menos induziu a ponta Micron (15,12%). O coeficiente de variação de 28,65 indica haver variações na quantidade de ar induzido entre os diferentes tratamentos utilizados.

Tabela 4. Quantidade de ar induzido às gotas em porcentagem de acordo com a pressão e ponta utilizada.

Quantidade de ar incluído às gotas (%)					
Pressão (kPa)	Pontas de pulverização				Teste F
	Teejet	Magnojet	Micron	Jacto	
300	17,69 a	25,10 a	20,47 a	16,04 aB	2,3 ^{NS}
400	16,51 a	21,50 a	20,83 a	18,61 aAB	0,76 ^{NS}
500	14,25 a	22,29 a	18,77 a	23,39 aAB	2,51 ^{NS}
600	19,06 bc	29,09 a	15,12 c	26,10 abA	6,04 ^{**}
Teste F	0,61 ^{NS}	1,74 ^{NS}	1,01 ^{NS}	3,05*	-
CV (%)	28,65				

Médias com letras maiúsculas diferentes indicam diferença na coluna e letras minúsculas diferentes indicam diferença na linha pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. *significativo ao nível de 5% de probabilidade. **significativo ao nível de 1% de probabilidade. CV: coeficiente de variação.

No Experimento 2 os resultados mostram que houve diferença significativa na quantidade de ar incluído às gotas entre os tratamentos de tipo de adjuvante e pressão de trabalho pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Com o aumento da pressão de trabalho, foi alterado o percentual de ar incluído às gotas utilizando o EN. Na pressão de

trabalho de 400 kPa, induziu 22,21% sendo superior a pressão de 600 kPa e equivalente as demais pressões utilizadas. Os adjuvantes AG, EN e OC mantiveram a mesma quantidade de ar incluído às gotas, independente da pressão de trabalho. Houve variação na quantidade de ar incluído às gotas pelo uso de diferentes adjuvantes apenas no adjuvante OC, na pressão de 200 kPa. Essa grande variação na quantidade de ar induzido entre os demais adjuvantes e o OC, se dá ao fato do OC ser um adjuvante penetrante do grupo químico ésteres alquílicos do ácido fosfórico, tendo como objetivo reduzir a espuma causada na calda. O AG e o EN são surfactantes não-iônicos que possuem ação emulsificante, detergente e dispersante, causando assim uma maior quantidade de espuma. O adjuvante EN foi o que mais induziu independente da pressão de trabalho, seguido do AG e OC, respectivamente. O coeficiente de variação de 10,96 indica haver variações na quantidade de ar induzido entre os diferentes tratamentos utilizados.

Tabela 5. Quantidade de ar incluído às gotas em porcentagem de acordo com as pressões e adjuvantes utilizados.

Quantidade de ar incluído às gotas (%)				
Pressão (kPa)	Adjuvante			
	Agral	Energic	Ochima	Teste F
200	17,14 bA	22,16 aA	4,20 cA	36,04**
400	13,36 bB	22,21 aA	2,90 cAB	30,56**
600	13,27 bB	18,66 aB	2,18 cB	3,57*
Teste F	544,95**	592,29**	395,28**	-
CV (%)	10,96			

Médias com letras maiúsculas diferentes indicam diferença na coluna e letras minúsculas diferentes indicam diferença na linha pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. *significativo ao nível de 5% de probabilidade. **significativo ao nível de 1% de probabilidade. CV: coeficiente de variação.

No Experimento 3, a Tabela 6 apresenta a estatística descritiva da quantidade de ar induzido de acordo com as alturas de aplicação. Na Tabela 7 são apresentados os dados da análise de variância para efeitos da altura de aplicação. A Tabela 8 mostra a comparação das médias dos tratamentos utilizados pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 6. Estatística descritiva da quantidade de ar induzido de acordo com as alturas de aplicação.

Altura (metros)	Quantidade de ar induzido (%)	Variância	Desvio Padrão	EMP
0,60	16,73	1,59	1,26	0,33
0,70	18,91	0,71	0,84	0,22
0,80	20,82	2,56	1,60	0,41
0,90	24,46	1,62	1,27	0,33
1,00	19,17	4,84	2,20	0,57

Tabela 7. Análise de variância para efeitos dos tratamentos altura de aplicação.

Causas da Variação	GL	SQ	QM	F	P
Tratamentos	4	496,83	124,20	54,87**	<0,0001
Resíduo	70	158,45	2,26	-	
Total	74	655,28	-	-	

Tabela 8. Porcentagem de ar induzido de acordo com as alturas de aplicação.

Teste de Tukey	
Altura (metros)	Quantidade de ar induzido (%)
0,90	24,46 a
0,80	20,82 b
1,00	19,17 c
0,70	18,91 c
0,60	16,73 d

DMS (5%) = 1,5383

Médias com letras maiúsculas diferentes indicam diferença na coluna e letras minúsculas diferentes indicam diferença na linha pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. *significativo ao nível de 5% de probabilidade. **significativo ao nível de 1% de probabilidade. CV: coeficiente de variação.

A altura de aplicação de 0,90 m apresentou a maior quantidade de ar induzido (24,46%), seguida pela altura de 0,80 m (20,82%). Em seguida, com a mesma quantidade de ar induzido temos as alturas de 1,00 e 0,70 m (19,17 e 18,91%, respectivamente) e, por fim, com a menor quantidade de ar induzido temos a altura de 0,60 m (16,73%). O tratamento de 1,00 e 0,70 m não diferiram de forma significativa entre eles, tendo a maior altura uma variância de 4,84%, ou seja, 4,13% a mais do que a de menor variância. O fato de o tratamento 0,70 m de altura da aplicação apresentar menor desvio padrão indica maior uniformidade na indução, podendo ser considerada como uma melhor aplicação na pulverização.

CONCLUSÃO

Foram desenvolvidos e avaliados métodos para estudo das variações que podem ocorrer com a mudança de pontas de pulverização com indução de ar relacionadas à diferentes pressões de trabalho, alturas de aplicação e adjuvantes.

O aumento da pressão de trabalho resultou em um aumento no percentual de ar incluído às gotas quando utilizada a ponta Jacto. As pontas Teejet, Magnojet e Micron mantiveram a mesma quantidade de ar incluído às gotas, independente da pressão de trabalho utilizada.

O aumento da pressão de trabalho resultou na diminuição do percentual de ar induzido às gotas quando utilizados os adjuvantes.

A maior quantidade de ar induzido às gotas foi na altura de 0,90 m e a menor foi na altura de 0,60 m. O aumento da altura influenciou diretamente na quantidade de ar induzido, resultando na diminuição do percentual de ar induzido tanto na altura acima de 0,90 m, quanto nas demais com menor altura. A média geral da quantidade de ar induzido foi de 20,02%, estando de acordo com as referências da área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, F. R.; FREIRE, F. das C. O. Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas. Documentos Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária - EMBRAPA, Fortaleza, CE, dez de 2006

BAIO, F.H.R.; GABRIEL, R.R.F.; CAMOLESE, H.S. Alteração das propriedades físico-químicas na aplicação contendo adjuvantes. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, Tupã, v.9, n.2, p.151-161, 2015.

BASU, S.; LUTHRA, J.; NIGAM K.D. The effect of surfactants on adhesion, spreading, and retention of herbicide droplet on the surface of the leaves and seeds. *Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, Nova York, v.37, n.4, p.331-344, 2002.

BAUER, F. C., RAETANO. C. G., e PEREIRA, F. A. R. Padrões de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato plano 11002, com e sem indução de ar, sob diferentes espaçamentos e alturas. *Eng. Agríc., Jaboticabal*, v.26, n.2, p.546-551, maio/ago. 2006.

BUTLERELLIS, M. C.; TUCK, C. R.; MILLER, P. C. H. The effect of some adjuvants on sprays produced by agricultural flat fan nozzles. *Crop Protection*, Guildford, v. 16, n. 1, 1997.

BUTLER-ELLIS, M. C., SWAN, T., MILLER, P. C. H., WADDELOW, S. e BRADLEY, A.; TUCK, C. R. (2002). Design factors affecting spray characteristics and drift performance of Air Induction Nozzles. *Biosystems Engineering*, v. 82, p. 289-296.

BUTLER-ELLIS, M. C.; TUCK, C. R.; MILLER, P C H. How surface tension of surfactant solutions influences the characteristics of sprays produced by hydraulic nozzles used for pesticide application. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, Londres, v. 190, n. 3, p. 267-276, 2001.

CARBONARI, C. A. et al. Efeito de surfatantes e pontas de pulverização na deposição de calda de pulverização em plantas de grama-seda. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 23, n. 4, p.725-729, 2005.

CHECHETTO, R. G. Potencial de redução da deriva em função de adjuvantes e pontas de pulverização. 2011. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, G. S. Características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. *INCI [online]*. 2009, vol.34, n.9, pp.655-659. ISSN 0378-1844.

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, MG, v. 28, n. 3, p.665-672, 2010.

CUNHA, J.P.A.R. Simulação da deriva de agrotóxicos em diferentes condições de pulverização. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1616-1621, set./out., 2008.

CUNHA, J.P.A.R., BUENO, M.R. e FERREIRA, M.C. Espectro de gotas de pontas de pulverização com adjuvantes de uso agrícola. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v. 28, p. 1153-1158, 2010. Número Especial.

CUNHA, J.P.A.R., MARQUES, R. S. e ALVES, G. S. Deposição da calda na cultura da soja em função de diferentes pressões de trabalho e pontas de pulverização. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 63, n.6, p. 761-768, nov/dez, 2016.

GANDOLFO, M. A., CHECHETTO, R. G., CARVALHO, F. K., GANDOLFO, U. D. e MORAES, E. D. Influência de pontas de pulverização e adjuvantes na deriva em caldas com glyphosate. *Rev. Ciênc. Agron.*, v. 44, n. 3, p. 474-480, jul-set , 2013.

HAZEN, J. L. Adjuvants: terminology, classification, e chemistry. *Weed Technology*, Champaign, v. 14, p. 773-784, 2000.

HEWITT, A. J. Spray optimization through application and liquid physical property variables-1. *The Environmentalist*, Lausanne, v. 28, n. 1, p.25-30, 2007.

MATTHEWS, G. A., BATERMAN, R., e MILLER, P. C. H. Métodos de aplicação de defensivos agrícolas. 4ª ed. São Paulo, 2016.

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

McMULLAN, P. M. Emulsifier surfactant-oil combinations with tralkoxydim. *Journal Plant Science*, Ottawa, v. 73, n. 4, p. 1275-1281, 1993.

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

OLIVEIRA, R. B. e ANTUNIASSI, U. R. Caracterização física e química e potencial de deriva de caldas contendo surfatantes em pulverizações agrícolas. *Energia na Agricultura*, Botucatu, vol. 27, n.1, jan-mar, 2012, p.138-149.

PENNER, D. Activator adjuvants. *Weed technology*, Champaign, v. 14, n. 4, p.785-791, 2000.

STICKER, W. E. The importance of adjuvants to the agricultural chemical industry. In: FOY, Chester L. *Adjuvants for agrichemicals*. New York: Marcell Dekker, 1992. p. 247-249.

STOCK, D.; BRIGGS, G. Physiochemical properties of adjuvants: values and applications. *Weed Technology*. Champaign, v.14, p. 798-806, 2000.

TU, M.; RANDALL, J. M. Adjuvants. In: TU, M. et al. *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. 10 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 56). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do56.htm.

VELLOSO, A.R. de O.; GASSEN, D. N.; JACOBSEN, L. A. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas com pulverizadores de barra. Passo Fundo. Embrapa, 1984. 50p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 5). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107849/1/1984-vellosotecnologia-de-aplicacao-de-defensivos.pdf>> Acesso em: 02/11/2023.

VIANA, R. G., FERREIRA, L. R., TEIXEIRA, M. M., CECON, P. R., FREITAS, F. C. L., QUIRINO, A. L. S. e SANTOS, M. V. Características técnicas de pontas de pulverização LA-1JC e SR-11. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 25, n. 1, p. 211-218, 2007.