



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA -
FAV

AVALIAÇÃO DA ABERTURA DE ÂNGULO DO JATO DE
PULVERIZAÇÃO POR PONTAS COM INDUÇÃO DE AR, NA APLICAÇÃO
DE CALDAS DE GLYPHOSATE COM DIFERENTES ADJUVANTES

Matheus Fernandes de Lima

Brasília-DF
2020

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

**AVALIAÇÃO DA ABERTURA DE ÂNGULO DO JATO DE
PULVERIZAÇÃO POR PONTAS COM INDUÇÃO DE AR, NA APLICAÇÃO
DE CALDAS DE GLYPHOSATE COM DIFERENTES ADJUVANTES**

Matheus Fernandes de Lima

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Pereira da Silva Correia

Brasília, DF
2020

FICHA CATALOGRÁFICA

Lima, Matheus Fernandes.

“AVALIAÇÃO DA ABERTURA DE ÂNGULO DO JATO DE PULVERIZAÇÃO POR PONTAS COM INDUÇÃO DE AR, NA APLICAÇÃO DE CALDAS DE GLYPHOSATE COM DIFERENTES ADJUVANTES.” / Matheus Fernandes de Lima; Tiago Pereira da Silva Correia. - Brasília 2020 -35p: il.

Monografia de Graduação (G) - Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2020.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LIMA, M. F. **AVALIAÇÃO DA ABERTURA DE ÂNGULO DO JATO DE PULVERIZAÇÃO POR PONTAS COM INDUÇÃO DE AR, NA APLICAÇÃO DE CALDAS DE GLYPHOSATE COM DIFERENTES ADJUVANTES.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 35 p., 2020. Monografia.

Cessão de direitos

Nome do Autor: MATHEUS FERNANDES DE LIMA

Título da Monografia de Conclusão de Curso: AVALIAÇÃO DA ABERTURA DE ÂNGULO DO JATO DE PULVERIZAÇÃO POR PONTAS COM INDUÇÃO DE AR, NA APLICAÇÃO DE CALDAS DE GLYPHOSATE COM DIFERENTES ADJUVANTES

Grau: 3º Ano: 2020

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

MATHEUS FERNANDES DE LIMA

CPF: 038.266.721-27

QNO 5 CONJUNTO O CASA 42

CEP: 72251-015 Ceilândia-DF, Brasil

Telefones (61)98504-2365 / (61) 3375-1413

E-mail: matheus123w@gmail.com

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**AVALIAÇÃO DA ABERTURA DE ÂNGULO DO JATO DE
PULVERIZAÇÃO POR PONTAS COM INDUÇÃO DE AR, NA APLICAÇÃO
DE CALDAS DE GLYPHOSATE COM DIFERENTES ADJUVANTES**

Matheus Fernandes de Lima

Matrícula FUB– 15/0042914

Monografia de graduação apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para obtenção de grau de Engenheiro Agrônomo

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Tiago Pereira da Silva Correia (ORIENTADOR)

Doutor em agronomia, professor da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – FAV/UnB

Prof. Dr. Leandro Augusto Felix Tavares

Doutor em agronomia, professor da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM/Unaí-MG

Arthur Gabriel Caldas Lopes

Engº Agrônomo, mestrando da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília -FAV/UnB

DEDICATÓRIA

Incontestavelmente aos pilares da minha vida;

Meu pai Paulo Roberto de Lima Araújo;

Minha mãe Vanaura Fernandes de Lima;

Minha irmã Vanessa Fernandes de Lima.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde, força de vontade e pelas oportunidades que Ele me deu.

Aos meus pais, Paulo e Vanaura, a minha irmã Vanessa, pelos ensinamentos de como encarar a vida com muita força de vontade e simplicidade. A toda a minha família sem exceções, pois só eu sei a importância de cada um em todo esse trajeto.

Ao Doutor e professor Tiago Pereira da Silva Correia, pelo apoio, por aceitar ser meu orientador e abrir as portas para eu conhecer pessoas fantásticas e uma outra universidade, onde realizei esse trabalho.

A todos os professores que tive oportunidade de conhecer e aprender muito, tanto na Universidade de Brasília-UnB, Universidade Federal de Viçosa- UFV e na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP-Botucatu, que com toda certeza me influenciaram positivamente e com importantes dicas de uma boa formação acadêmica.

A AgroEfetiva, que me concedeu grandes oportunidades de aprendizados teóricos, práticos e boas amizades. Começando com o Dr. Alisson Augusto, Dr. Fernando Kassis, Dr. Rodolfo Chechetto, Dr. Saulo Fernando, Dr. Ulisses Rocha Antuniassi, Ana Júlia, Camila Borgato e Pedro Bruno Salles, que muito me ajudaram e estão sempre à disposição para ensinar.

Aos amigos do laboratório, Adevair, Andreia, Bianca, Danielle, Dante, Denis, Gustavo Pardim, Gustavo Ramos, Laryssa, Márcio, Michael, Tiago, Vicente, Vitor de Araújo e Vitor Romani.

A minha república Zona Azul, por toda a sua receptividade, sempre com boas conversas e muitas risadas. Aos amigos Dennis (Pão), Tiago (Japa), Vitoldo (Vitoldo), Rodrigo (Vagalume), Ricardo (Estalo), Laudelino (Maju) e ao Vinícius (Papada). E todas as demais amizades de Botucatu.

Aos meus amigos de longa data e que sempre estão comigo em Brasília e entorno, Davi Fernandes, Estanislau, Gabriel Fernandes, Guilherme Praça, Henrique, João Victor, Lucas Silva, Marcos Vinicius, Patrick, Ralvictor, Sushi, Victor Hugo, Vinicius Praça, Washington e todos os outros não menos importantes.

A todos os meus amigos da Graduação, que com toda certeza temos ótimas histórias para contar, Amanda, Ana Flávia, André, Antônio, Assussena, Bruna, Caio, Catiane, Dalila, Emily, Erick, Gabriel Filipe, Gustavo, Guto, Jhonatan, Jiossepp, Karolayne, Lavinia, Larissa, Leticia, Lucas, Marcela, Marcos, Mateus Malheiros, Matheus Monteiro, Otávio, Raquel, Romano, Salsicha e Thatiane.

Aos meus amigos do ensino médio que sempre temos contato.

Aos amigos dos meus familiares que são meus amigos e estão sempre torcendo por mim.

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o ângulo do jato de pulverização de uma ponta com indução de ar na aplicação de glyphosate com diferentes adjuvantes. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Máquinas para Pulverização da Faculdade de Ciências Agrônômicas – (FCA/UNESP), Botucatu – SP, em cooperação com a AgroEfetiva Indústria e Serviços LTDA. Foram utilizadas caldas de glyphosate mais quatro classes de adjuvantes, sendo eles: surfactantes (p.c: Silwet L-77 Ag), óleo mineral (p.c: Assist), polímero (p.c: Define) e multifuncionais (p.c: TA35 e LI 700) todos em doses recomendadas pelas bulas. Foi adicionado às caldas de pulverização corante azul brilhante para contraste das imagens dos jatos pulverizados. A ponta de pulverização utilizada foi a de jato plano TTII1003, calibrada nas pressões 300 e 500 kPa. O ângulo do jato de pulverização foi mensurado através da captura e processamento de imagens utilizando o programa computacional Image-J. Após a mensuração dos ângulos das três repetições dos cinco tratamentos, os dados obtidos passaram pela análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Os resultados indicaram que independente das pressões é possível maior ângulo do jato de pulverização com óleo mineral à calda e menor ângulo com polímero à calda.

Palavras-chaves: Defensivos agrícolas; tecnologia de aplicação; herbicidas; pontas de pulverização.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the angle of the spray jet of an air-inducing tip in the application of glyphosate with different adjuvants. The work was conducted at the Laboratory of Spraying Machines of the Faculty of Agronomic Sciences - (FCA/UNESP), Botucatu - SP, in cooperation with AgroEfetiva Indústria e Serviços LTDA. Glyphosate solutions plus four classes of adjuvants were used: surfactants (p.c: Silwet L-77 Ag), mineral oil (p.c: Assist), polymer (p.c: Define) and multifunctional (p.c: TA35 and LI 700) all at doses recommended by the leaflets. It was added to the glossy blue dye spray spraying solutions for contrast of the images of the pulverized jets. The spray tip used was the TTI11003 flat jet, calibrated at pressures 300 and 500 kPa. The angle of the spray jet was measured by capturing and processing images using the Computer Program Image-J. After measuring the angles of the three repetitions of the five treatment, the data obtained went through the analysis of variance and the means compared by the Tukey test at the level of 5% probability of error. The results indicated that regardless of the pressures, a higher angle of the spray jet with mineral oil and smaller angle with polymer to the solution.

Keywords: Pesticides; Application Technology; Herbicides; Nozzles.

SUMÁRIO

RESUMO	8
1 Introdução	11
2 Revisão de Literatura	13
2.1 Tecnologia de Aplicação	13
2.2 Glyphosate	14
2.3 Adjuvantes	15
2.4 Pontas de Pulverização	17
2.5 Ângulo de Pulverização	19
3 Materiais e métodos	21
3.1 Local	21
3.2 Delineamento experimental	21
3.3 Produtos e formulação das caldas de pulverização	22
3.4 Ponta de pulverização utilizada	23
3.5 Sistema de pulverização	24
3.6 Avaliação do ângulo do jato de pulverização	25
3.7 Análise estatísticas	27
4 Resultados e Discussões	28
5 Conclusões	31
6 Referências	32

1 Introdução

O crescimento populacional e o aumento da expectativa de vida refletem em maior procura por fibras, alimentos e energia. Nesse sentido a agricultura brasileira apresentou desenvolvimento expressivo nos últimos anos, suprimindo as necessidades internas e exportando parte da produção. O agronegócio nacional ganha destaque devido suas dimensões continentais, com predominância de clima tropical, grande disponibilidade de água e solos com boas condições de cultivo agrícola (CARVALHO, 2016).

Segundo Chechetto (2011), para atender a demanda e alcançar elevados índices de produção, uma das ferramentas utilizadas pelos produtores é o controle fitossanitário com defensivos agrícolas. De acordo com o autor, pragas, plantas daninhas e doenças fitopatogênicas são constantemente controladas através da aplicação de defensivos agrícolas, sendo a tecnologia de aplicação importante área do conhecimento para a operação, possibilitando sustentabilidade à mesma.

Conforme Antuniassi et al., (2019), os adjuvantes, muito empregados no campo, contribuem para boas práticas da tecnologia de aplicação. Os adjuvantes são produtos utilizados na fabricação ou na formulação de defensivos agrícolas, podendo atuar em todas as etapas do processo de aplicação, desde a formação de gotas até a ação biológica do princípio ativo no alvo (RAETANO e CHECHETTO, 2019).

Chechetto (2011) afirma que os adjuvantes possuem diversas formulações e funções com o intuito de melhorar o desempenho dos defensivos agrícolas de forma direta ou indiretamente. Sherrick et al., (1986) descrevem que os adjuvantes são adicionados à calda de pulverização ou na fabricação de defensivos agrícolas com a finalidade de maximizar a eficiência dos princípios ativos, podendo modificar propriedades físico-químicas, reduzir possíveis problemas como cristalização, incompatibilidade de moléculas e fixação de gotas, melhorando a absorção dos defensivos.

Dentre os defensivos agrícolas, estão herbicidas, fungicidas e inseticidas em geral. Herbicidas são usados em larga escala nas produções agrícolas brasileiras, em destaque o glyphosate (GALLI, 2009).

De acordo com Queiroz (2018), outro dispositivo importante para aplicação de defensivos agrícolas são as pontas de pulverização, pois influenciam diretamente no espectro de gotas pulverizadas, que também pode ser alterado pela combinação com adjuvantes. Segundo Christofolletti (1999a), as pontas de pulverização são responsáveis

pela vazão, formato do jato emitido e tamanho das gotas, além de influenciar na qualidade e na eficiência da pulverização.

O ângulo de abertura do jato pulverizado por uma ponta pode ser alterado pelo adjuvante utilizado, podendo interferir no espaçamento entre bicos e altura da barra de pulverização sobre o alvo, alterando a dinâmica de sobreposição das gotas (MOTA e RAETANO, 2019)

Diante dos aspectos expostos, o objetivo do trabalho foi avaliar o ângulo do jato de pulverização de uma ponta com indução de ar na aplicação de glyphosate com diferentes adjuvantes.

2 Revisão de Literatura

2.1 Tecnologia de Aplicação

A tecnologia de aplicação é conceituada por Mattuo (1990) e Antuniassi et al., (2019) como a junção de conhecimentos científicos, proporcionando uma apropriada colocação de defensivos agrícolas sobre o alvo, com doses adequadas para o controle de forma eficiente e com segurança ambiental.

Aplicação e pulverização apresentam diferentes definições. Christofolletti (1999a) defini aplicação como sendo o ato de colocar o defensivo agrícola em um alvo biológico, e pulverização o processo mecânico de geração de gotas de uma calda. Aplicação eficiente pode ser expressa pela relação percentual entre a dose teórica requerida e a dose real empregada segundo Combella (1981) citado por Raetano (2019).

Segundo Raetano (2019), dentre todos os possíveis manejos fitossanitários agrícolas, o controle químico ainda é o mais utilizado. Para que seja eficiente o autor descreve que a gota com defensivo agrícola deve ser aplicada sobre o alvo de forma segura e economicamente viável, independentemente do agente nocivo a ser controlado. De acordo com Antuniassi e Baio (2008), o sucesso da aplicação depende de alguns fatores, como o ajuste do volume de calda, parâmetros operacionais, seleção de ponta adequada, momento correto de aplicação e condições meteorológicas favoráveis.

Raetano (2019) cita que as aplicações de defensivos agrícolas no Brasil estão sendo cada vez mais eficientes, essa melhora pode ser justificada pela maior facilidade na difusão de conhecimento, desenvolvimento de novas tecnologias e evolução dos processos, além de capacitações e qualificação da mão de obra.

Segundo Cunha et al. (2003a), mesmo a tecnologia de aplicação sendo muito discutida, na maioria das vezes, a maior importância é dada ao defensivo agrícola e pouco à tecnologia de aplicação propriamente dita. Nesse sentido, para garantir que o produto chegue ao alvo de forma eficiente, evitando diversos tipos de perdas, passa a ser fundamental o conhecimento de fatores ligados a uma boa aplicação de defensivos agrícolas.

2.2 Glyphosate

O glyphosate é um herbicida sistêmico, aplicado em pós-emergência e de baixo custo (FRANZ, 1985; QUINN, 1993; GALLI, 2009; VELINI et al., 2009). Pertencente ao grupo das glicinas substituídas, o glyphosate é considerado um herbicida não-seletivo, muito conhecido devido ao seu amplo espectro de ação, proporcionando controle de plantas invasoras monocotiledôneas e dicotiledôneas (GALLI e MONTEZUMA, 2005).

Após ser absorvida pelas folhas a molécula de glyphosate começa a agir e é transportada para o sistema vascular da planta, onde é translocada para diferentes partes através do floema via simplasto (STEINRUCKEN e AMRHEIN, 1980; HERRMANN e WEAVER, 1999; GALLI, 2009). A molécula que não é absorvida pelas plantas e se deposita no solo é rapidamente degradada por microrganismos do solo, além de apresentar grande taxa de sorção com os colóides do solo (PRATA et al., 2003).

Segundo Steinrucken e Amrhein (1980), o glyphosate atua fisiologicamente nas plantas inibindo a enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfatase sintase (EPSPs), afetando a formação de compostos essenciais para o desenvolvimento vegetal, como os aminoácidos aromáticos tirosina, triptofano e fenilalanina, limitando a síntese de clorofila e proteínas. Além disso, é responsável por aumentar a concentração e a produção de etileno e ácido indol-3-acético (AIA) (HERRMANN e WEAVER, 1999; GALLI, 2009).

Além de ser um herbicida de amplo espectro de ação, em baixas doses o glyphosate também pode ser usado como maturador. O herbicida é um dos potenciais responsáveis pela viabilidade do sistema plantio direto (SPD), uma vez que áreas do SPD podem passar por 3 ou mais aplicações desse herbicida por ano (GALLI e MONTEZUMA, 2005).

A engenharia genética desenvolveu plantas tolerantes ao glyphosate, os transgênicos cujo evento foi denominado *Roundup Ready*[®] (RR), tecnologia importante no controle plantas daninhas durante o ciclo das culturas (LEITÃO et al., 2010). Entretanto problemas ocasionados pelo uso contínuo e repetitivo do herbicida pode ocasionar ineficiência parcial ou total do controle de plantas daninhas, favorecendo plantas resistentes ao mesmo (MOREIRA, 2016).

2.3 Adjuvantes

Raetano e Chechetto (2019) expõe que o conceito de adjuvante é comumente confundido com aditivo de calda. Segundo a legislação brasileira, Lei nº 7802/89, Artigo 1º do Decreto no 4.074 de 4 de janeiro de 2002, adjuvante é o produto utilizado em mistura de tanque para melhorar a aplicação de defensivos agrícolas, e aditivo é definido como produto utilizado na fabricação ou na formulação dos defensivos agrícolas e afins. Em síntese, adjuvante é o produto que se mistura a calda de pulverização, no sentido de aprimorar a aplicação, e o aditivo de calda é o produto já incorporado ao defensivo agrícola na sua fabricação, com a função de aprimorá-lo em sua essência.

Devido as diferentes funções dos adjuvantes, a escolha correta de qual adotar deve ser baseada nas necessidades de cada aplicação, sendo necessário o conhecimento do comportamento de cada calda (RAETANO e CHECHETTO, 2019). Os adjuvantes têm influência direta na qualidade das aplicações e o uso de forma adequada tem a capacidade de diminuir as perdas por deriva. (CARBONARI et al.,2005).

De forma geral, determinados adjuvantes têm diversas funções para aumentar a eficiência dos defensivos agrícolas, bem como a melhoria do ângulo de contato da gota com o alvo, contribuindo para a penetração de produtos sistêmicos, além de potencializar a capacidade de molhamento do produto ao diminuir a tensão superficial (SINGH e MACK, 1993).

Essas substâncias podem influenciar desde a pulverização até a ação biológica do ativo no alvo (ANTUNIASSI et al, 2019). Facilitando as aplicações de defensivos agrícolas (VARGAS e ROMAN, 2006). Além dessas funções, os adjuvantes têm o intuito de minimizar possíveis problemas, podendo sanar algumas adversidades, como na penetração de folhas de difícil molhamento, reduzir a taxa de evaporação das gotas, reduzir a fotodegradação, entre outros possíveis problemas (RAETANO e CHECHETTO, 2019).

Os surfactantes, também chamados de espalhantes ou tensoativos, são os adjuvantes mais encontrados no Brasil, pois além de serem usados frequentemente nas misturas em tanque, fazem parte de quase todas as formulações de defensivos agrícolas. Essa classe de adjuvantes reduzem a tensão superficial, melhoram a compatibilidade de misturas e a estabilidade dos produtos (ANTUNIASSI et al, 2017).

Os adjuvantes a base de óleo, podem ser de origem vegetal (sementes oleaginosas) como de origem mineral (fração da destilação do petróleo), e dentre eles os de origem mineral são mais fitotóxicos. Os óleos propiciam um efeito adesivo e penetrante, reduzindo as perdas por lavagem causado pela água da chuva, apresenta a característica de solventes quando associados à surfactante (RAETANO e CHECHETTO, 2019).

Segundo Raetano e Chechetto (2019), os polímeros são classificados como redutores de deriva e em geral alteram a viscosidade da solução, diminuindo a formação de gotas muito finas, desta forma aumentando o DMV (diâmetro mediano volumétrico). Essa classe de adjuvante possibilita a redução da taxa de evaporação da calda (ANTUNIASSI et al, 2019).

Os multifuncionais, são adjuvantes com vários ingredientes proporcionando diferentes funcionalidades. Faz necessário, no mercado brasileiro, que se tenha uma certificação funcional dos adjuvantes, em especial dessa classe, pois alguns multifuncionais podem não contemplar todas as funções indicadas na bula ou no rótulo. Em alternativa, as empresas deveriam especificar em quais condições esses produtos expressam todas as suas funcionalidades preconizadas (RAETANO e CHECHETTO, 2019).

Segundo Antuniassi e Baio (2008), com as variações dos adjuvantes, tem-se as diversas características e classificações desses produtos dentro de uma mesma classe. Sem a clareza das reais funções, com a falta de diferenciação dos efeitos que provocam na pulverização e na formação de gotas, tornam a escolha do adjuvante suscetível ao erro.

Os adjuvantes apresentam diferentes comportamentos nas interações com as caldas, com as pressões e as pontas de pulverização, portanto, utilizar forma incorreta pode trazer efeitos negativos para a aplicação (ANTUNIASSI e BAIIO, 2008). Segundo Hock (2004), quando o adjuvante é utilizado de forma errada, a eficiência do ingrediente ativo do defensivo agrícola pode ser reduzida, além do aumento dos riscos de toxidez para a planta tratada.

As melhorias que os adjuvantes podem causar nas caldas são variáveis de acordo com cada produto, podendo atuar como redutor de deriva, tamponantes, antiespumante, espalhante, adesivo, penetrante, ante evaporante. Entretanto, os ganhos proporcionados por esses produtos podem ser influenciados pelas pontas de pulverização, que é outro fator muito importante na aplicação de defensivos agrícolas (CUNHA et al., 2010; ANTUNIASSI et al, 2019).

2.4 Pontas de Pulverização

Em um pulverizador, todos os seus componentes são essenciais. Mas os dispositivos geradores de gotas são um dos mais importantes, devido ao fato de selecionar a vazão total da barra ($L \cdot \text{min}^{-1}$), taxa de aplicação ($L \text{ ha}^{-1}$), tamanho de gotas e sua distribuição sobre o alvo desejado (RAETANO e MOTA, 2019).

Muitas vezes, a ponta de pulverização é confundida com o bico de pulverização, no entanto, o bico é definido pelo conjunto de diversas peças, como, a estrutura de fixação na barra, corpo, anel de vedação, filtro, capa e ponta (CHRISTOFOLETTI, 1999b; RAMOS et al., 2004; BAUER e RAETANO, 2004).

Segundo Raetano e Mota (2019), o processo de geração de gotas é realizado da seguinte forma. A calda é conduzida até as pontas sob determinada pressão, ao passar através de um orifício estreito forçadamente, de maneira que a velocidade do fluido é suficiente para formar um filme líquido, instável e que se desintegra formando gotas de diferentes tamanhos.

A pressão exercida pela calda e a dimensão do orifício das pontas são os principais fatores para determinar a vazão de cada ponta. Dentre os diversos modelos de pontas, abordando o mesmo segmento ou série, aquelas com orifícios maiores geram gotas maiores e tem maior vazão do que as com orifícios menores (RAETANO e MOTA, 2019).

As empresas que produzem as pontas de pulverização, disponibilizam uma grande variedade e em seus catálogos, oferecendo pelo menos quatro materiais distintos que são fabricados, sendo os mais presentes o plástico e a cerâmica, e os materiais produzidos a base de aço inoxidável e bronze. A fabricação das pontas evoluiu bastante com o passar do tempo, sendo produzidas tradicionalmente por cobre, bronze e latão. Posteriormente, as pontas a base de plástico foram sendo melhoradas, obtendo-se bons resultados (MASIÁ e CID, 2010).

O sucesso na aplicação de defensivos agrícolas está atrelado a correta escolha da ponta de pulverização, pois a aplicação só é possível quando as pontas propiciem distribuição de forma transversal e uniforme, com espectro de gotas similar e de tamanho adequado (CUNHA, 2003b). As pontas têm uma função, que é a fragmentação do líquido, controlar a saída do fluido por unidade de área e distribuir gotas (SIDAHMED, 1998; MASIÁ e CID, 2010).

A ponta tem um padrão característico de distribuição, o que determina o seu espaçamento na barra de pulverização e a altura em relação ao alvo desejado (MATTHEWS, 2000). Segundo Boller (2006) para adequar o pulverizador ao tipo de aplicação que será realizada, faz a escolha da ponta de pulverização, com o objetivo de aperfeiçoar o resultado biológico e a capacidade da máquina.

Além das pontas convencionais, existem as pontas com pré-orifício, que apresentando um perfil de gotas finas a grossas. Essas, foram as primeiras desenvolvidas com o objetivo de reduzir a perdas por deriva, onde as gotas mais finas se unem, resultando em uma ponta de valores de diâmetros volumétricos maiores e se diferenciam das convencionais devido a uma pequena pré-câmara. A pré-câmara pode ser removível, facilitando a limpeza da ponta e a faixa de pressão é de 2 a 5 bar (200 a 500 kPa) (MASIÁ e CID, 2010).

Outras pontas que vem sendo usadas como um importante recurso contra os riscos de perdas por deriva são as pontas de indução de ar, por terem um perfil de produzir gotas grossas a ultra grossa, dependendo do modelo, fabricante e pressão de trabalho, com bolhas de ar em seu interior. Além disso, é uma ponta que tolera ampla faixa de pressão, estendendo-se de 2 a 8 bar (200 a 800 kPa) em alguns modelos (MASIÁ e CID, 2010).

As pontas com turbilhonamento, como por exemplo a ponta Turbo Teejet Induction (TTI), são pontas híbridas, com as vantagens das pontas de jato plano e as de impacto. Tem pré-orifício, acoplado na câmara de turbilhonamento, resultando em um maior tamanho de gotas, e uma padronização de gotas, tornando-as mais uniformes que as demais pontas de pulverização (RAETANO e MOTA, 2019).

A ponta TTI também possui o sistema de pré-orifício removível, para facilitar a limpeza, em conjunto com o sistema de turbilhonamento e o sistema de indução de ar (RAETANO e MOTA, 2019). Esse modelo de ponta é indicado para aplicações de herbicidas sistêmicos pós-emergente e pré-emergente, com a formação de gotas grossas, evitando perdas de produto por deriva e com orifício de passagem larga e circular para evitar o entupimento (SPRAYING SYSTEMS CO).

2.5 Ângulo de Pulverização

O ângulo de aspersão pode ser facilmente identificado de acordo com a ponta de pulverização, esse ângulo é formado entre as extremidades do jato pulverizado. Geralmente está entre 80° e 110°, podendo atingir valores de 65° a 150° em determinados modelos de pontas de pulverização. Em alguns exemplares, os números estampados nas pontas de pulverização possibilitam a identificação do ângulo e da vazão (RAETANO e MOTA, 2019).

Existem pontas de variadas cores, identificando a sua vazão, os aplicadores devem olhar os catálogos de cada marca para identificar a pressão adequada para fazer aplicações com as vazões corretas. Com a pressão baixa, oscilando, intermitente ou alta, o ângulo de pulverização, a vazão e o tamanho de gotas vão se comportar de formas diferentes (MÁQUINAS AGÍCOLAS JACTO S.A., 2001).

A pressão mais baixa que a necessária, resulta na abertura do ângulo inferior a especificada. A oscilação da pressão, também gera oscilação do manômetro influenciando na abertura de ângulo. A pressão intermitente deixa a abertura de ângulo pulsativa. Essas três irregularidades deixam as aplicações com falhas, influenciando diretamente na sobreposição, podendo ocasionar uma subdosagem ou superdosagem. Com a pressão alta, a vazão das pontas será maior do que a esperada, podendo alterar no tamanho de gotas e o volume da calda (MÁQUINAS AGÍCOLAS JACTO S.A., 2001).

Outro fator muito importante é o espaçamento entre os bicos de pulverização e a altura da barra em relação ao alvo para obtenção da sobreposição necessária. De forma que em uma passada do pulverizador, haja uma distribuição uniforme da pulverização ao longo da largura da faixa tratada (RAETANO e MOTA, 2019).

Segundo Raetano e Boller (2019), o espaçamento entre os bicos costuma ser fixo, onde o mais habitual é o de 0,50 m entre bicos e também pode ser encontrado nas dimensões de 0,40 m, 0,35m e até 0,25m. Esses espaçamentos menores são indicados para pontas que formam jatos com ângulos entre 65° e 80°, possibilitando conduzir a barra mais perto ao alvo de aplicação, diminuindo perdas por deriva e com uma maior penetração das gotas no dossel das plantas.

Com a intercalação de pontas pode ser obtido espaçamentos maiores que 0,50m, atingindo valores de 0,70, 0,75, 0,80 e até 1,0 m. Nesses casos é indicado a utilização de pontas com angulação maior do que 110°. Entre uma das regulagens mais importantes, a

altura da barra em relação ao alvo, leva em consideração alguns fatores como o espaçamento entre bicos e a angulação dos jatos. Importante ressaltar que os jatos devem se cruzar 0,20 a 0,30 m acima do alvo (RAETANO e BOLLER, 2019).

As pontas de mesma vazão, quando pulverizada em pressões diferentes podem alterar o ângulo de abertura do jato, em geral gotas maiores tendem a diminuir o ângulo do jato pulverizado, do mesmo modo que, quanto maior o ângulo de abertura menor será o tamanho de gotas, conseqüentemente maior será o potencial da ocorrência de deriva. Observa-se grande influência da pressão na abertura do ângulo de pulverização, em alterações de pressões na mesma ponta, quanto maior a pressão, maior o ângulo de abertura, menor o tamanho de gota e vice versa (RAETANO e MOTA, 2019).

3 Materiais e métodos

3.1 Local

O trabalho foi realizado no Laboratório de Máquinas para Pulverização do Núcleo de Ensaio de Máquinas e Pneus Agrícolas (NEMPA), situados na Fazenda Experimental Lageado, pertencente a Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista, (FCA/UNESP), em Botucatu – SP. O trabalho contou com a cooperação da empresa AgroEfetiva pesquisas, treinamentos e consultoria, vinculada a Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais (FEPAF).

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado de um fatorial 5 x 2, sendo os fatores caldas de pulverização e pressões de trabalho (Tabela 1), com três repetições por tratamento.

Tabela 1. Fatores constituintes dos tratamentos.

Fatores	Caldas pulverizadas
Calda de pulverização	Glyphosate + Silwet L-77 Ag (C: 0,10%)
	Glyphosate + Assist (C: 0,5%)
	Glyphosate + Define (C: 0,06%)
	Glyphosate + TA 35 (C: 0,5%)
	Glyphosate + LI 700 (C:0,1%)
	Pressões (kPa)
Pressão de trabalho	300
	500

C: concentração do adjuvante na calda de pulverização.

As pressões de trabalho testadas são as mais usuais no campo com a ponta de pulverização escolhida, justificando o ensaio.

3.3 Produtos e formulação das caldas de pulverização

O herbicida glyphosate utilizado foi o da marca comercial Roundup Original DI (Glifosato 445 g L⁻¹ + Equivalente ácido de Glifosato 370 g L⁻¹), considerando a dosagem de 3 L ha⁻¹ indicada na bula pelo fabricante e um volume de calda de 100 L ha⁻¹.

Os adjuvantes utilizados e suas respectivas concentrações na calda de pulverização são descritos conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Adjuvantes utilizados, com suas classes e doses para o trabalho com abertura de ângulo.

Adjuvante comercial	Classe	Dose*	C (v v ⁻¹)	Fabricante
Silwet L-77 Ag	Surfactante	100 mL 100L ⁻¹	0,10%	Momentive
Assist	Óleo Mineral	500 mL.100L ⁻¹	0,50%	BASF
Define	Polímero	60 g.100L ⁻¹	0,06%	Rigran tec
TA 35	Multifuncional	50 mL.100L ⁻¹	0,50%	Inquima
LI700	Multifuncional	100 mL.100L ⁻¹	0,10%	De Sangosse

*Doses recomendadas pela bula de cada produto. C: concentração do adjuvante na calda de pulverização.

As caldas de pulverização foram formuladas utilizando água deionizada à temperatura ambiente, corante azul brilhante FCF, marca Sensient Colors/USA, na concentração de 0,6% v v⁻¹, herbicida glyphosate na concentração 3% v v⁻¹ e adjuvante, esse conforme tratamento e concentração indicada na Tabela 2.



Figura 1. Formulação das caldas de pulverização (Próprio autor, 2020).

Para cada tratamento foi formulado nove litros de calda, seguindo a ordem de mistura recomendada pelas bulas dos adjuvantes, sendo primeiro adicionado o glyphosate à água com corante e por último a adição do adjuvante, quando por fim foi agitada com bastão de vidro para homogeneizar.

Salienta-se que o corante utilizado não influencia na composição da calda, sendo seu uso historicamente consolidado pela literatura científica especializada.

3.4 Ponta de pulverização utilizada

A ponta de pulverização utilizada foi a de jato plano e indução de ar modelo Turbo Teejet Induction (TTI) 11003, ilustrada em diversas perspectivas pela Figura 2.



Figura 2. Ponta de pulverização modelo TTI 11003 (Próprio autor, 2020).

3.5 Sistema de pulverização

O sistema de pulverização utilizado para armazenamento e aplicação das caldas é constituído por um reservatório de aço inox com capacidade para nove litros, pressurização por ar comprimido a pressão de até 900 kPa, um compressor de ar e um estabilizador de pressão, um porta pontas modelo Penta Jet com válvula antigotejo, capas, anéis de vedação, filtros de pontas malha 50 e ponta de pulverização, incluindo a modelo TTI11003. O sistema possui ainda com um manômetro Bourdon D60 ¼”, instalado antes do porta pontas de pulverização. O sistema de pulverização é ilustrado pela Figura 3.

A ponta de pulverização foi posicionada a 1,50 m de altura em relação a superfície de aplicação.

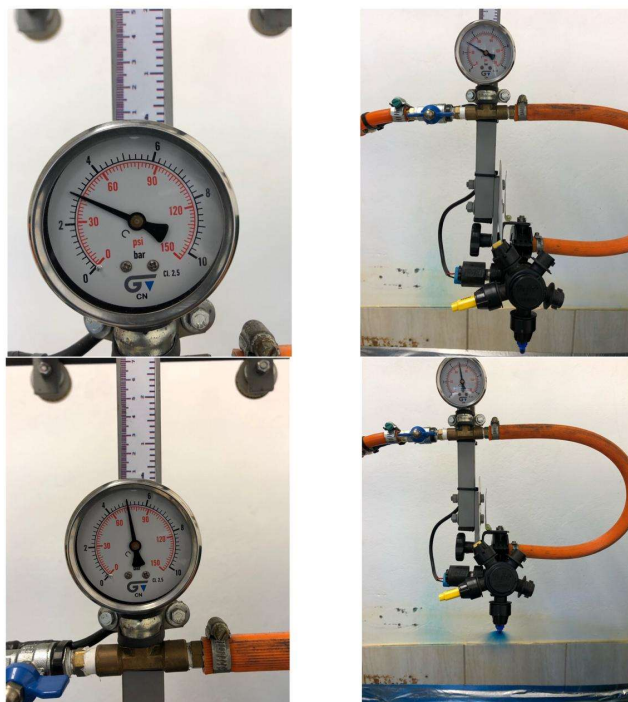


Figura 1. Sistema de pulverização (Próprio autor, 2020).

3.6 Avaliação do ângulo do jato de pulverização

Para avaliação do ângulo do jato de pulverização foi utilizada uma câmera marca Canon, modelo EOS Rebel T5i 700D, posicionada frontalmente a 1,42 m de distância da ponta de pulverização, apoiada e nivelada por um tripé a 1,5 m de altura do solo e o foco direcionado por um manopé Wt-3907, conforme ilustra a Figura 4. Após iniciada a pulverização da calda e respeitado um minuto para estabilização do sistema, a câmera foi acionada e capturadas três imagens (fotos) por tratamento.



Figura 4. Captura de imagens do jato de pulverização (Próprio autor, 2020).

As imagens capturadas foram submetidas ao programa computacional Image J para mensuração do ângulo de abertura do jato de pulverização (Figura 5), sendo realizadas interações entre elas para identificação de efeitos dos fatores estudados (diferentes adjuvantes e diferentes pressões de trabalho).

O ângulo padrão adotado como referência para mensuração do ângulo de abertura do jato dos tratamentos foi o 110° , conforme indica a fabricante da ponta TTI11003 na pulverização de água com corante a 280 kPa. Após testado e encontrado esse ângulo no programa Image J, foi dado início a mensuração dos ângulos dos tratamentos.

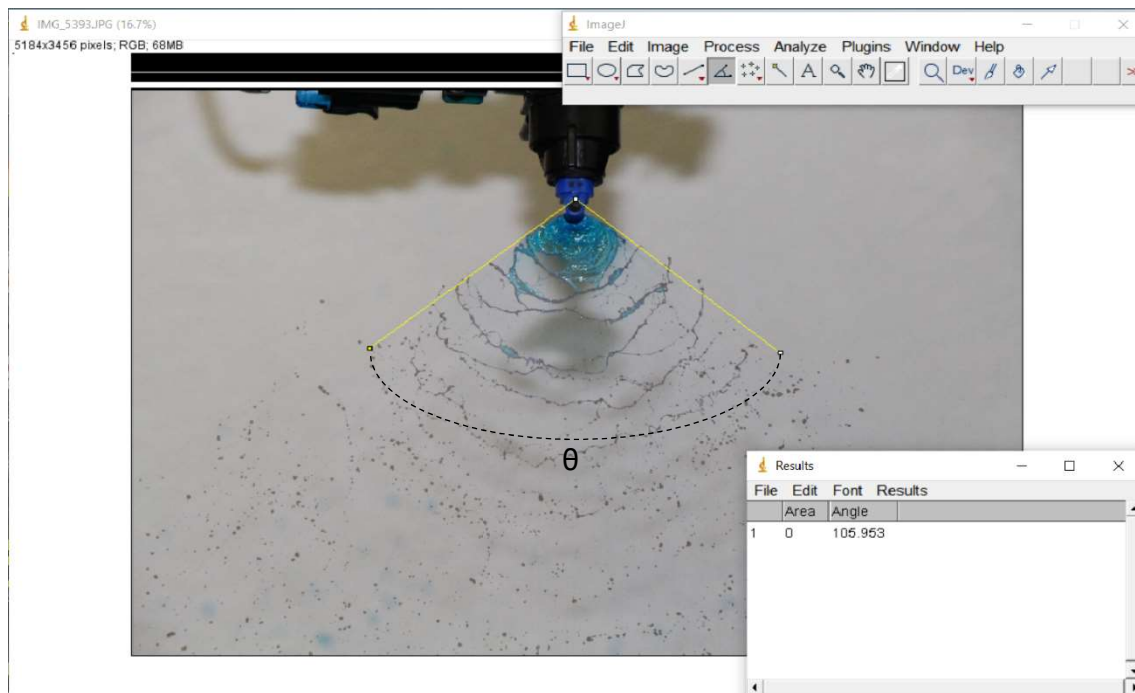


Figura 5 - Mensuração do ângulo de abertura do jato de pulverização através do programa Image J (Próprio autor, 2020).

3.7 Análise estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico Agroestat.

4 Resultados e Discussões

Os resultados obtidos de ângulo de abertura do jato de pulverização em função de diferentes adjuvantes e pressões de trabalho são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Ângulo de abertura do jato de pulverização em função de diferentes adjuvantes e pressão de trabalho na aplicação de glyphosate.

Pressão 300 kPa		Pressão 500 kPa	
Adjuvante*	Ângulo de abertura	Adjuvante*	Ângulo de abertura
Assist	132,3 Ab	Assist	142,4 Aa
LI700	128,3 Bb	LI700	142,0 Aa
TA35	122,1 Cb	TA35	130,4 Ca
Silwet L-77 Ag	121,9 Cb	Silwet L-77 Ag	133,8 Ba
Define	106,0 Db	Define	113,7 Da
CV (%)	1,07	CV (%)	0,69

*adjuvantes misturados em calda de herbicida glyphosate. Médias seguidas por 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 de erro. CV: coeficiente de variação em porcentagem.

Na pressão 300 kPa os ângulos de abertura do jato de pulverização variaram entre 106° a 132,3°, sendo o menor valor obtido com adjuvante Define e o maior com o adjuvante Assist. Na maior pressão, 500 kPa, o ângulo de abertura do jato de pulverização variou entre 113,7° a 142,4°, sendo o menor obtido também com adjuvante Define e o maior com o Assist.

Na menor pressão, o adjuvante TA35 e o Silwet não diferiram entre si e o restante foi diferente estaticamente. Na maior pressão, o adjuvante Assist e o LI700 não tiveram diferença estatística e o restante dos tratamentos tiveram distinção nos resultados. Quando comparado os tratamentos individualmente, observando o efeito da pressão, todos diferiram estatisticamente com o aumento da pressão.

Segundo os autores Raetano e Chechetto (2019), adjuvantes da classe dos óleos minerais, como o Assist, utilizado nessa pesquisa, com pontas de pulverização terrestres sem indução de ar, causam o aumento do tamanho de gotas. Resultando em menor deslocamento das gotas para as extremidades dos jatos pulverizados, o que originaria uma menor abertura de ângulo (RAETANO e MOTA, 2019).

Portando, os autores descrevem um comportamento contrário ao encontrado no tratamento de glyphosate com a adição do adjuvante Assist, em que nas duas pressões

estudadas foi o que gerou a maior abertura de ângulo. É de suma importância salientar que este é um trabalho comparativo com outras classes de adjuvantes e com uma ponta de indução de ar. Quanto maior o deslocamento das gotas para a extremidade, conseqüentemente, maior a abertura do ângulo (VIANA et al., 2010). O que poderia ser explicado com o comportamento dos adjuvantes, podendo ser alterado de acordo com a ponta de pulverização utilizada (MOTA e ANTUNIASSI, 2013).

Pontas convencionas e com indução de ar têm seu DMV modificado, efeito proporcionado devido as alterações no espectro de gotas causados pelos adjuvantes (MOTA, 2011). Segundo Miller e Butler Ellis (2000), as pontas de indução de ar respondem de forma mais evidente as mudanças das características físicas das caldas de pulverização e seu comportamento não segue o mesmo padrão das pontas convencionais.

Conforme descreve Antuniassi et al., (2019), adjuvantes pertencentes a classe dos polímeros, como é o Define, tendem a reduzir o número de gotas finas na pulverização, assim, possivelmente o DMV é aumentado e o ângulo de abertura do jato de pulverização reduzido, pois, de acordo com Viana et al., (2010), quando se tem gotas maiores, menor o deslocamento das gotas para a extremidade do jato de pulverização e conseqüentemente, menor a abertura do ângulo de abertura do mesmo. Raetano e Chechetto (2019) esclarecem que adjuvantes polímeros alteram a viscosidade da calda, reduzindo a formação de gotas muito finas e assim diminuindo o risco de deriva, dessa forma, o exposto complementa e contextualiza a discussão por Antuniassi et al., (2019), justificando o menor ângulo de abertura do jato de pulverização pelo adjuvante Define.

Os multifuncionais são adjuvantes muito utilizados no Brasil, caso do LI 700 e o TA 35, dois adjuvantes distintos que contêm vários ingredientes com diferentes funcionalidades. No caso do tratamento de glyphosate e LI 700, não diferiu estatisticamente do Assit no tratamento com a maior pressão. Além disso, a presença desse adjuvante causou maior amplitude do ângulo, com o aumento de aproximadamente 14 graus quando mudou a pressão de 300 para 500 kPa.

O tratamento com glyphosate e o adjuvante Silwet representaram a classe dos surfactantes, esses adjuvantes podem estar dentro de algumas outras classes ou já adicionados a alguns produtos, com a função de facilitar a estabilidade e a compatibilidade das misturas (ANTUNIASSI et al, 2019). Em relação a abertura de ângulos, essa combinação obteve um posicionamento diferente, ao observar as diferentes pressões testadas. Quando foi feito a mensuração dos ângulos com 300 e 500 kPa, onde se intercalou com o tratamento do TA 35.

Na pressão de 300 kPa o tratamento com Define apresentou abertura de ângulo inferior ao padrão da ponta utilizada, que é de 110° à 280kPa. Segundo Cordeiro et al., (2001), abertura de ângulo menor que o padrão da ponta pode resultar a distribuição desuniforme de calda e dessa forma o controle ineficiente por menor sobreposição de gotas sobre o alvo (CORDEIRO et al., 2001).

Conforme Bauer e Raetano (2004), a distribuição uniforme da calda pela correta abertura do ângulo do jato de pulverização é uma das características que deve ser atendidas para a distribuição satisfatória do ingrediente ativo do defensivo agrícola no alvo. Os autores salientam que essa uniformidade é diretamente alterada pela pressão de trabalho, altura da barra em relação ao alvo, espaçamento entre pontas e abertura de ângulo.

Em relação ao ângulo de abertura do jato de pulverização superior ao padrão da ponta, como observado nos tratamentos com os adjuvantes Assist, LI700, TA35 e Silwet L-77 Ag. Reatano e Mota (2019) cita que pode ocorrer a interceptação excessiva de jatos, fundindo gotas e formando gotas maiores, resultando desuniformidade na aplicação por maiores concentrações de calda em alguns pontos ao longo da faixa de aplicação. Gabriel e Baio (2013) mencionam ainda que a sobreposição de jatos e o aumento das gotas devido maior abertura do ângulo de pulverização da ponta, eleva as chances de endoderiva.

Com o incremento na pressão, há aumento no ângulo do jato, devido a redução do tamanho de gotas e o maior deslocamento para as extremidades (VIANA et al., 2010). Esse comportamento aconteceu em todos os tratamentos, compactuando com os resultados de Rodrigues et al., (2012).

5 Conclusões

Em caldas de corante e água a 280 kPa, foi possível chegar as medidas de ângulo fornecidas pelos fabricantes da ponta utilizada no trabalho.

A adição de adjuvantes à calda de pulverização alterou o ângulo padrão de abertura do jato de pulverização da ponta TTI11003.

O adjuvante Assist (óleo mineral) propiciou maior ângulo de abertura do jato de pulverização da ponta TTI11003 nas pressões 300 e 500 kPa.

O adjuvante Define (polímero) propiciou menor ângulo de abertura do jato de pulverização da ponta TTI11003 nas pressões 300 e 500 kPa.

Em condições de maiores pressões, os ângulos de abertura aumentaram em todos os tratamentos.

6 Referências

- ANTUNIASSI, U. R.; BAIO, 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.
- ANTUNIASSI, U. R.; CARVALHO, F. K.; MOTA, A. A. B.; CHECHETTO, R. G. et al. **Entendendo a tecnologia de aplicação**. 1ª ed. Botucatu (SP): FEPAF, 2017.
- ANTUNIASSI, U. R.; CARVALHO, F. K.; MOTA, A. A. B.; CHECHETTO, R. G. et al. **Entendendo a tecnologia de aplicação: Caldas fitossanitárias e descontaminação de pulverizadores**. 1ª ed. Botucatu (SP): FEPAF, 2019.
- BAUER, F. C.; RAETANO, C. G. Distribuição volumétrica de calda produzida pelas pontas de pulverização XR, TP e TJ sob diferentes condições operacionais. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 275-284, 2004.
- BOLLER, W. **Parâmetros técnicos para seleção de pontas**. Tecnologia de Aplicação e Defensivos Agrícolas. Passo Fundo: Plantio Direto Eventos, 2006. p.43. (Atualidades Técnicas, 2).
- 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*, Viçosa, 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 de Botucatu, 2016.
- CHECHETTO, R. G. **Potencial de redução da deriva em função de adjuvantes e pontas de pulverização**. 2011. viii, 70 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, 2011.
- CHRISTOFOLETTI, J. C. **Considerações sobre tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. São Paulo: Teejet South America, 1999a. p.14 (Boletim técnico, 5).
- CHRISTOFOLETTI, J.C. **Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle**. São Paulo: Teejet South América, 1999b. p. 15.
- COMBELLACK, J.H. **The problems involved in improving spraying efficiency**. *Australian Weeds*, p. 13-7, 1981.

CORDEIRO, A. M. C. **Como a tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários pode contribuir para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas.**

In: ZAMBOLIM, L. Manejo integrado: fitossanidade, cultivo protegido, pivô central e plantio direto. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. p. 683-721.

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

CUNHA, J. P. A. R. **Tecnologia de aplicação do chlorothalonil no controle de doenças do feijoeiro.** 2003. 81 f. Tese (Doutorado em Mecanização Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003b.

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

FRANZ, J. E. Discovery, development and chemistry of glyphosate. In: GROSSBARD, E.; TKINSON, D. **The herbicide glyphosate.** London: Butterworths, 1985. p. 3-17.

GABRIEL, R. R. F, BAIO, F, H, B. **Interação entre pressão e tamanho de gota por instrumentação eletrônica em pulverizador pressurizado por CO₂.** 2013. 43 v. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Goiânia, 2013

GALLI, A. J. B. **A molécula glyphosate e a agricultura brasileira.** In: VELINI, E. D. et al. *Glyphosate.* Botucatu: Fepaf, p. 17-20. 2009. Cap. 2

GALLI, A. J. B.; MONTEZUMA, M. C. **Alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura.** São Paulo: Acadcom, 2005.

HERRMANN, K. M.; WEAVER, L. M. The shikimate pathway. **Annual review of plant biology**, v. 50, n. 1, p. 473-503, 1999.

HOCK, W. K. **Horticultural spray adjuvantes.** Pennsylvania: Pennsylvania State University, 2004. p. 1-4. (Agrichemical fact Sheet 11).

LEITÃO et al. **Cultivo de soja transgênica no estado de Mato Grosso: fatores propulsores e limitativos.** *Rev. de Economia Agrícola*, São Paulo, v. 57, n. 1, p. 61-74, jan./jun. 2010.

MÁQUINAS AGRÍCOLAS JACTO S.A. **Manual técnico sobre orientação de pulverização.** Ed. 05/2001. CÓDIGO – 957928. Rua Dr. Luiz Miranda, 1650 - Pompéia - SP – Brasil. 2001.

MASIÁ, G.; CID, R. Las boquillas de pulverización. In: MAGDALENA, J. C. et al. **Tecnología de aplicación de agroquímicos.** Rio Negro: CYTED, 2010. p. 77-88.

MATTHEWS, G. A. **Pesticide Application Methods.** 3. ed. Oxford: Blackwell Science, 2000. p. 432.

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

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

Mota, A.A.B.; ANTUNIASSI, U. R. **Influência de adjuvantes no espectro de gotas de ponta com indução de ar**. *Energ. Agric., Botucatu* Vol. 28, n.1, p.1-5. 2013.

MOTA, A. A. B. **Quantificação do ar incluído e espectro de gotas de pontas de pulverização em aplicações com adjuvantes**. 2011. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

MOREIRA, C. A. F. **Espectro de gotas e deriva de diferentes formulações dos herbicidas 2,4-D e Glyphosate aplicadas com pontas de jato plano com e sem indução de ar**. 2016. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2016.

PRATA, F. et al. **Glyphosate sorption and desorption in soils with different phosphorous levels**. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 60, n. 1, p. 175-180, 2003.

QUEIROZ, M. F. P. **Espectro de gotas e características físicas de caldas com adjuvantes tensoativos e os herbicidas glyphosate e 2,4-d, isolados e em mistura**. 2018. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2018.

QUINN, J.P. Interactions of the herbicides glyphosate and glufosinate (phosphinothricin) with the soil microflora. In: ALTMAN, J. **Pesticides interactions in crop production**. Beneficial and deleterious effects. Boca Raton: CTC Press, 1993. p. 245-265.

RAETANO, C. G. **Introdução ao estudo da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**. Tecnologia de aplicação para culturas anuais. 2. ed. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu (SP): FEPAF, 2019. Cap. 1. p. 15-27.

RAETANO, C. G.; BOLLER, W. **Regulagens e calibração de pulverizadores**. Tecnologia de aplicação para culturas anuais. 2. ed. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu (SP): FEPAF, 2019. p. 91-104.

RAETANO, C. G.; Chechetto, R.G. **Adjuvantes e Formulações**. Tecnologia de aplicação para culturas anuais. 2. ed. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu (SP): FEPAF, 2019. Cap. 2. p. 29-47.

RAETANO, C. G.; MOTA, A. A. B. **Pontas de pulverização hidráulicas**. Tecnologia de aplicação para culturas anuais. 2. ed. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu (SP): FEPAF, 2019. Cap. 6. p. 67-90.

RAMOS, H. H. et al. **Manual de Tecnologia de Aplicação**. ANDEF. Campinas. SP.2004.

Rodrigues, G. J., Teixeira, M. M., & Alvarenga, C. B. de. (2012). **Desempenho operacional de pontas hidráulicas na determinação de parâmetros da pulverização hidropneumática**. *Bioscience Journal*, 28(1). Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/11575>>. Acesso em 15 de junho de 2020.

SHERRICK, S. T.; HOLT, H. A.; HESS, F. D. Effects of adjuvants and environment during plant development on glyphosate absorption and translocation in field bindweed (*Convolvus arvensis*). *Weed Science*, v. 34, p. 811-816, 1986.

SIDAHMED, M. M. Analytical comparison of force and energy balance methods for characterizing sprays from hydraulic nozzles. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.41, n.3, p.531-536, 1998.

SINGH, M.; MACK, R. E. Effect of organosilicone-based adjuvants on herbicide efficacy. **Pest Management Science**, v. 38, n. 2-3, p. 219-225, 1993.

SPRAYING SYSTEMS CO. **Catálogo 51A-PT**. TeeJet Technologies. Wheaton: SprayingSystems Co. 164p. Disponível em: <https://www.teejet.com/CMSImages/TEEJET_PT/documents/catalogs/cat51a-pt.pdf>. Acesso em 30 de maio de 2020.

STEINRÜCKEN, H. C.; AMRHEIN, N. The herbicide glyphosate is a potent inhibitor of 5-enolpyruvylshikimic acid-3-phosphate synthase. **Biochemical and biophysical research communications**, v. 94, n. 4, p. 1207-1212, 1980.

UNE-EN. Maquinaria agrícola y forestal – **Pulverizadores y distribuidores de fertilizantes líquidos**. Protección medio ambiental. Parte 2: Pulverizadores hidráulicos de barras para cultivos bajos. 2002. (UNE-EN 12761-2:2002).

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

VELINI, E. D. et al. Modo de ação do glyphosate. In: VELINI, E. D. et al. **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 496.

VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; TEIXEIRA, M. M.; ROSELL, J. R.; TUFFI SANTOS, L. D.; MACHADO, A. F. L. **Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva**. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 439-446, 2010.