

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS DE CURITIBANOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
Gilmar Ricardo Camuzzato

**TAXA DE APLICAÇÃO E USO DE ADJUVANTES NA  
PULVERIZAÇÃO AÉREA**

Curitibanos  
2018

Gilmar Ricardo Camuzzato

**TAXA DE APLICAÇÃO E USO DE ADJUVANTES  
NA PULVERIZAÇÃO AÉREA**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação  
em Agronomia da Universidade Federal de  
Santa Catarina como requisito para a obtenção  
do Título de Bacharel em Agronomia.  
Orientador: Prof. Dr. Neilor Bugoni Riquetti

Curitibanos  
2018

## Ficha de identificação da obra

Ricardo Camuzzato, Gilmar  
Taxa de Aplicação e Uso de Adjuvantes na Pulverização  
Aérea / Gilmar Ricardo Camuzzato ; orientador, Neilor  
Bugoni Riquetti, 2018.  
36 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus  
Curitibanos, Graduação em Agronomia, Curitibanos, 2018.

Inclui referências.

1. Agronomia. 2. Tecnologia de aplicação . 3. Densidade  
de gotas. 4. Aviação agrícola. I. Bugoni Riquetti, Neilor.  
II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em  
Agronomia. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia

Rodovia Olysses Gaboardi km7

CP: 101 CEP: 89520-000 - Curitiba/SC

TELEFONE (049) 3721-2176 E-mail: agronomia.cbs@contato.ufsc.br.

GILMAR RICARDO CAMUZZATO

**Taxa de aplicação e uso de adjuvantes na pulverização aérea.**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Agronomia.

Curitiba, 07 de novembro de 2018.

Prof. Dra. Elis Borcioni  
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Neilor Bugoni Riquetti  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Samuel Luiz Fioreze  
Membro da banca examinadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dra. Naiara Guerra  
Membro da banca examinadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, em quem encontro refúgio nas horas de fraqueza e que, com sua mão, guiou-me sempre pelo caminho da justiça e da verdade;

A Fazenda Brusque do Xingu, proprietária da aeronave e área, aos técnicos representantes dos produtos, que gentilmente cederam os equipamentos e produtos utilizados.

A Empresa Xingu Pesquisa e Consultoria por terem cedido os papéis hidrossensíveis e os resultados de modo que este trabalho pudesse ser executado.

Aos meus amigos e companheiros de estágio Xingu Pesquisa e Consultoria, pela receptividade, amizade e carinho.

A minha família que sempre me motivou a buscar o melhor a cada dia, me apoiou e acreditou no meu potencial para chegar onde eu desejava.

Ao meu professor e orientador Dr. Neilor Bugoni Riquetti pelo suporte durante a elaboração desse trabalho. Pelo conhecimento e experiência transmitida.

A minha namorada, Thais Heloíla, que foi meu apoio, minha companheira e minha cúmplice ao entender minhas dificuldades e estar comigo nessa desde o princípio.

Aos demais colegas e amigos que tiveram participações no desenvolvimento dos trabalhos de pesquisa, minha gratidão.

## Epígrafe

“Podemos escolher recuar em direção a segurança ou avançar em direção ao conhecimento.”

Maslow

“É importante não deixar de questionar. A curiosidade tem uma razão de existir. Nada está garantido, é a única coisa garantida que eu sei.”

William Miller

## RESUMO

Sendo o agronegócio importante para o PIB nacional, há uma preocupação em manter este setor competitivo. No cultivo de culturas anuais, como soja, milho e algodão, o controle químico deve ser rápido e eficaz, porém em lavouras extensas, se torna um desafio fazer o controle em tempo hábil quando há grande pressão de pragas e/ou doenças ou condições climáticas desfavoráveis. Uma forte aliada da agricultura de grandes áreas é a aviação agrícola, que possui alto rendimento podendo cobrir grandes áreas em um curto espaço de tempo. Porém, para que haja eficácia na aplicação, deve-se fazer a pulverização com as condições climáticas adequadas, ou lançar mão de ferramentas que minimizem as perdas por deriva e evaporação, como adjuvantes e condicionadores de calda. Objetivou-se neste trabalho avaliar o comportamento de 3 adjuvantes utilizados na pulverização aérea: Contact<sup>®</sup>, Naft<sup>®</sup> e Goodspray<sup>®</sup> em duas taxas de aplicação. Os aspectos levados em conta para a qualidade da pulverização foram a densidade de gotas e o espectro de gotas afim de avaliar a homogeneidade dentro da faixa amostrada. Foram usados papéis hidrosensíveis para coleta das deposições. Os tratamentos consistiram em 3 adjuvantes com duas taxas de aplicação (8 L. ha<sup>-1</sup> e 10 L. ha<sup>-1</sup>) contando com 4 repetições cada tratamento. A maior deposição de gotas ocorreu quando utilizado uma taxa de aplicação maior e o produto Goodspray<sup>®</sup> se destacou neste quesito em relação aos demais adjuvantes estudados. Já em relação ao diâmetro da mediana volumétrica (DMV), ou espectro de gotas, os produtos Goodspray<sup>®</sup> e Naft<sup>®</sup> foram similares, sendo o diferencial de uso destes a densidade de gotas desejada na pulverização de acordo com o alvo a ser controlado e maquinário disponível. Conclui-se que o adjuvante fertiaditivo Goodspray<sup>®</sup> proporcionou as maiores deposições de gotas em ambas as taxas de aplicações dentre os produtos testados.

**Palavras chaves:** Tecnologia de aplicação. Densidade de gotas. Aviação agrícola.

## **ABSTRACT**

As agribusiness is important for the national GDP, there is a concern to keep this sector competitive. In the cultivation of annual crops such as soybean, corn and cotton, chemical control should be rapid and effective, but in extensive crops, it becomes a challenge to control in a timely manner when there is great pressure from pests and / or diseases or climatic conditions unfavorable. A strong ally of large-area agriculture is agricultural aviation, which has high yield and can cover large areas in a short time. However, for effective application, spraying must be done under suitable climatic conditions, or use tools that minimize drift and evaporation losses as adjuvants and syrup conditioners. The objective of this work was to evaluate the behavior of 3 adjuvants used in aerial spraying: Contact®, Naft® and Goodspray® in two application rates. The aspects taken into account for the spray quality were the droplet density and the droplet spectrum in order to evaluate the homogeneity within the sampled range. Hydrosensitive papers were used to collect the depositions. The treatments consisted of 3 adjuvants with two application rates (8 L. ha<sup>-1</sup> and 10 L. ha<sup>-1</sup>) counting with 4 replicates each treatment. The highest droplet deposition occurred when a higher application rate was used and the Goodspray® product stood out in this respect in relation to the other adjuvants studied. Regarding the volumetric median diameter (DMV), or droplet spectrum, the Goodspray® and Naft® products were similar, the difference of use of these being the desired droplet density in the spray according to the target to be controlled and machinery available. In conclusion, the Goodspray® fertiid adjuvant provided the highest droplet deposition at both application rates among the tested products.

**Keywords: Application technology. Density of droplets. Agricultural Aviation**



## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	10
2.	OBJETIVO.....	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
3.1	TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO.....	13
3.1.1	ESPECTRO DE GOTAS.....	13
3.2	AVIAÇÃO AGRÍCOLA.....	14
3.3	DERIVA.....	15
3.4	VOLUME E DEPOSIÇÃO DE CALDA.....	16
3.5	USO DE ADJUVANTES.....	18
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4.1	AERONAVE E EQUIPAMENTOS PARA APLICAÇÃO.....	20
4.2	TRATAMENTOS.....	22
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
	REFERÊNCIAS.....	32

## 1. INTRODUÇÃO

A economia nacional tem como base o agronegócio, o modelo agrícola adotado no País está fortemente vinculado ao uso de agrotóxicos, considerando-se que a agricultura brasileira centra-se em um modelo de desenvolvimento voltado a ganhos de produtividade e redução de custos, um dos maiores custos que a produção agrícola tem é relacionada a aplicação de agrotóxicos, onde normalmente são recomendadas doses superiores às necessárias, para ter um controle eficiente de pragas, doenças e plantas daninhas, o que além de aumentar os custos de produção pode causar sérios danos aos recursos naturais. Cada vez mais os produtores estão se interessando por práticas mais precisas, como a utilização da agricultura de precisão no controle da sanidade da lavoura.

O método de agricultura de precisão pode potencializar a eficiência na utilização de insumos através de recursos eletrônicos e de informática, como, por exemplo, sensores, atuadores, computadores de bordo, controladores de pulverização, controladores de adubação, mapeamento e aplicação via satélite (MENEZES; MARTINS, 2009). Na agricultura de precisão está a aviação agrícola, também referida como operação aero agrícola ou aplicação aérea. É apresentada nas regulamentações do setor como uma atividade econômica de aplicação de qualquer substância destinada à nutrição de plantas, tratamento do solo, controle de praga, doenças entre outros. (ZANATTA, 2015).

Dependendo do estágio de desenvolvimento da cultura, a aplicação terrestre pode ocasionar a redução do estande da lavoura, área fotossintética e, conseqüentemente, perdas de grãos, reduzindo significativamente a produção pelo amassamento (SILVA, 2004). No momento em que as aplicações de fungicidas proporcionam maior resposta técnica e econômica, o porte das plantas dificulta ou até impede o deslocamento das máquinas convencionais no interior das lavouras (BOLLER et al., 2008).

De acordo com CUNHA et al. (2011), a tecnologia de aplicação pode influenciar diretamente na produtividade da cultura quando utilizada corretamente. Dentre os fatores relacionados à qualidade da aplicação, a deposição de gotas é um dos componentes mais importantes (CUNHA et. al., 2008), uma vez que é necessário que haja uma deposição mínima de defensivo no alvo, para erradicar ou atenuar, de forma segura, um determinado problema, a fim de evitar danos econômicos (MATUO, 1990). Segundo Antuniassi e Boller (2011), a deposição está diretamente relacionada com o tamanho de

gotas, sendo que gotas finas resultam em melhor cobertura e penetração; entretanto, essas gotas são mais suscetíveis a perdas por deriva, gotas menores que  $100\mu\text{m}$  são propícias a exoderiva, principal fator de perdas e contaminações na pulverização aérea.

O uso de substâncias que melhoram o comportamento da calda é altamente eficaz para redução destas perdas. Existem no mercado diversos tipos de adjuvantes que são usados de acordo com o cenário da aplicação, no presente trabalho foram usados adjuvantes com e sem propriedades antideriva. Os adjuvantes que contam com essa característica melhoram os parâmetros de densidade de gotas e espectro de gotas, visando a redução das gotículas menores que são levadas com o vento, devido ao maior poder de coesão das gotas causado pelo aumento da viscosidade da calda. Os parâmetros usados para análise foram densidade de gotas (número de gotas por centímetro quadrado) o diâmetro mediano volumétrico além do diâmetro da volumétrica inferior e superior, podendo assim determinar qual adjuvante é o melhor para reduzir os desperdícios e possíveis contaminações ambientais.

## **2. OBJETIVO**

Avaliar a qualidade da aplicação aérea através do espectro de gotas com três adjuvantes e duas taxas de aplicação.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

Tem se como conceito de tecnologia de aplicação o emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação de outras áreas. (MATUO, 1990).

Para uma boa aplicação é necessário conhecer a natureza do produto e também dominar a forma adequada de aplicação, de modo a garantir que o produto alcance o alvo de forma eficiente, minimizando as perdas e reduzindo a contaminação do ambiente (CUNHA et al., 2005).

Quanto maior a tecnologia de aplicação, melhor é a aplicação, menor a dose necessária para aplicação, e menor a quantidade de produto perdida por deriva, tornando mais eficaz o controle e menor a necessidade de aplicações (BAESSO et. al., 2014). Deve-se conhecer o alvo específico para se indicar o adjuvante específico na redução do volume de pulverização. No entanto, a questão econômica deve ser considerada na escolha, devido a diferentes dosagens recomendadas e seus diferentes efeitos (GIMENES et al., 2013).

Carvalho (2007) colocou a tecnologia de aplicação como uma ciência complexa e abrangente, porque não se trata de itens que podem ser controlados, como tipo de ponta, velocidade de trabalho, altura de barra, mas sim de questões referentes ao clima principalmente, que é particular em cada aplicação.

##### 3.1.1 ESPECTRO DE GOTAS

Uma nuvem de partículas de pulverização geradas pelos bicos ou atomizadores é constituída por gotas de diferentes tamanhos. Sua distribuição, em porcentagem, é feita por classes de tamanhos e forma o espectro de gotas, um espectro de gotas mais estreito significa que as gotas estão mais próximas ao Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV), a qual indica que 50% do volume aplicado está do tamanho pré-estabelecido antes do início da pulverização.

Uma vez que a pulverização é constituída por gotas de diferentes tamanhos há a necessidade de analisar tecnicamente esta variável afim de obter sua quantificação e

comparar com outros sistemas de pulverização. A homogeneidade das gotas é calculada de acordo com o índice *Span*, ou amplitude relativa, a qual é calculada pela equação:

$$\text{Amplitude Relativa} = (DV_{0,9} - DV_{0,1}) / DV_{0,5}.$$

Quanto mais próximo a zero é o resultado desta equação mais homogêneo é a amostra de gotas que sai do bico/atomizador. Remetendo a ideia que menor é a diferença entre a maior e a menor gota encontrada na amostra.

### 3.2 AVIAÇÃO AGRÍCOLA

Várias formas de aplicação de defensivos podem ser utilizadas pelos agricultores, todavia, a modalidade aérea apresenta diversas vantagens sobre outros modos de pulverização, como exemplo: precisão, eficácia, rapidez, economia, uniformidade, menor risco de poluição ambiental, além de não provocar danos à cultura, não transportar vetores de pragas/doenças e ainda permitir a aplicação com solo em capacidade de campo (SCHRODER, 2004; CARVALHO, 2005; ARAÚJO, 2006; COSTA, 2009).

A aplicação de produtos por via aérea é consequência natural da necessidade de produção de alimentos em áreas de grande escala (DRESCHER, 2012). No Brasil, o ano de 1947 foi a data de início das atividades da aviação agrícola, com aeronaves adaptadas pelos próprios pilotos, pulverizando lavouras na cidade de Pelotas-RS (ARAUJO, 2015). São pulverizados todos os anos no país cerca de 72 milhões de hectares por via aérea. A produção agrícola brasileira, nos últimos 15 anos, aumentou de 110,2% para 124,2% o crescimento das áreas de cultivo, como consequência de investimentos em tecnologia, que incrementam em 3,83% ao ano (BRASIL, 2006; SIMÃO, 2010)

A aplicação aérea é vista com certa desconfiança pelos produtores pela sua eficiência na penetração do dossel e viabilidade técnica, principalmente em comparação à aplicação convencional. Isso é corroborado pelo fato de a aplicação aérea usar volumes menores de calda, partindo desde 0,5 L ha<sup>-1</sup> no sistema (ultra baixo volume) UBV até 40 L ha<sup>-1</sup> no sistema convencional. Porém, tecnologias vêm surgindo na aviação agrícola vislumbrando a solução de parte dos problemas presentes nesta atividade, como a descoberta de nova tecnologia para o posicionamento e trajetória durante a operação, com

informações de referência geográfica em tempo real, para o controle da deriva e para o desenvolvimento de novos defensivos agrícolas (ZANATTA, AMARAL 2012).

Uma dessas tecnologias, atualmente equipando a maioria da frota nacional e mundial é o Diferencial Sistema de Posicionamento Global (DGPS) sistema que possibilita o piloto escolher a largura de faixa desejada e a vazão e então se faz uma passagem sobre os alvos, sendo posteriormente avaliadas as melhores combinações de taxa de aplicação e faixas de aplicação (AGAIR UPDATE, 2009).

A largura da faixa é sempre determinada previamente nos testes de deposição, obtendo assim a melhor faixa de aplicação para tais condições. Geralmente, os atomizadores ou bicos instalados utilizam cerca de 75% da extensão total das asas, devido ao efeito chamado vórtice de asa (*vortex*) formado na ponta da asa, (Figura 4).



**Figura 4:** Ilustração do efeito vortex de ponta da asa. Fonte: Rede Agronomia, 2018.

### 3.3 DERIVA

O principal fator afetado com o uso dos adjuvantes de caldas é a redução da deriva. Segundo Fritz et al., (2009), a deriva é definida como o arrasto das gotas pulverizadas para fora do alvo. A deriva dos agrotóxicos é considerada um dos maiores problemas da agricultura tradicional, independente do método de aplicação. Eliminar completamente o problema é praticamente impossível, no entanto, ele pode ser minimizado, empregando-se equipamentos corretos e tecnologia adequada.

A deriva é um dos principais motivos de perdas de agrotóxicos e conseqüentemente contaminação ambiental. Estima-se que cerca de 50% dos agrotóxicos são desperdiçados devido às más condições de aplicação (FRIEDRICH, 2004). Para Miller (2004), o agrotóxico pode ser transportado da área-alvo na forma de gotas ou vapor. A perda na forma de vapor pode ocorrer durante ou posteriormente à aplicação,

sendo muito dependente das características da formulação do produto e condições climáticas.

A deriva, parte da aplicação que não atinge o alvo, pode ser denominada endoderiva ou exoderiva em função do local onde as perdas ocorrem, sendo que no primeiro caso as perdas acontecem dentro da área alvo, como por escorrimento, e no segundo representa a parte da aplicação que é perdida para locais fora da área alvo influenciando assim no potencial de deriva. (ANTUNIASSI, 2012).

De todas as tecnologias disponíveis, as pontas de pulverização merecem um destaque, uma vez que elas determinam o espectro de gotas e auxiliam na escolha do volume que será aplicado (ANTUNIASSI et al., 2012). Segundo Johnson e Swetnam (1996), a seleção apropriada das pontas é essencial para a correta aplicação, sendo o fator principal determinante da quantidade aplicada por área, da uniformidade de aplicação, da cobertura obtida e do risco potencial de deriva. No entanto, fatores como altura de lançamento da gota em relação ao alvo, densidade do líquido pulverizado e temperatura do ar também influenciam a deriva e precisam ser considerados nos programas de redução de deriva.

As pontas mais usadas na pulverização aérea são os atomizadores. O atomizador é um dispositivo dotado de pás e telas que realizam o movimento rotativo à alta velocidade em função do vento gerado pelo deslocamento da aeronave, permite taxa de aplicação à baixo volume justamente porque seus equipamentos consegue quebrar suas gotas em partículas muito finas através da passagem do produto pelo interior da tela e que pelo efeito centrífugo, o produto é arremessado a alta velocidade quebrando em partícula extremamente finas. A indicação de calibração destes equipamentos é dada pelo fabricante. (INTELIAGRO, 2015).

### 3.4 VOLUME E DEPOSIÇÃO DE CALDA

Em pulverizações aéreas, os volumes de calda utilizados são divididos em classes: ultra-baixo volume (até 5 L ha<sup>-1</sup>), baixo volume (entre 5 e 30 L ha<sup>-1</sup>), médio volume (30 a 50 L ha<sup>-1</sup>) e alto volume (acima de 50 L ha<sup>-1</sup>). As pulverizações a baixo volume (BV) e ultra-baixo volume (UBV) devem gerar gotas finas para serem eficientes. A principal vantagem dos pulverizadores de baixo volume é o alto rendimento operacional propiciado, devido ao menor volume de água como veículo, o que reduz a necessidade de reabastecimentos. Na pulverização UBV, há a completa eliminação da água como



veículo, sendo o produto aplicado na forma concentrada. No entanto, há um maior risco para o operário na manipulação e na pulverização dos pesticidas concentrados. Atualmente, o principal fator a ser considerado no Ultra Baixo Volume é a capacidade de homogeneização da calda, pois, com um menor volume de água/óleo a chance de incompatibilidade e problemas na calda aumenta.

Para aperfeiçoar as aplicações agrícolas de defensivos, deve-se analisar o coeficiente de variação dos depósitos sobrepostos. Para isso é preciso obter a faixa total de aplicação (ABNT, 1988), também conhecida como perfil básico da deposição, conforme preconiza a norma American Society of Agricultural Engineers S386.2 (ASAE) (ASAE, 1995). Considera-se a faixa total de aplicação um parâmetro básico do planejamento operacional eficiente da aplicação aérea, quando se procede a sobreposição das faixas. Os depósitos dessa faixa devem ser obtidos em condições operacionais bem caracterizadas do avião agrícola (CORRÊA et al., 2004).

A deposição de produtos aplicados sobre plantas normalmente apresenta-se de forma irregular e entre os fatores que afetam a aplicação de produtos fitossanitários por pulverizadores equipados com barras horizontais está a manutenção da barra em uma altura constante do solo durante a pulverização (FEDRIZZI et al., 1995).

Para avaliação do depósito de calda de pulverização, há diversas opções: através da utilização de alvos artificiais (tiras de papel, laminas de vidro), colocados próximos aos alvos reais (folhas, caules, solo etc.); uso de papéis sensíveis, que mostram as gotas apenas em função da sensibilidade à umidade; utilização de corantes especiais, como fluorescentes (sensíveis sob luz ultravioleta), possibilitando a observação da distribuição, ou corantes solúveis em água, para determinação das quantidades depositadas através de lavagem do material coletado; e uso da condutividade elétrica, para determinação de concentrações de substâncias traçadoras (sais), técnicas estas que permitem a utilização de alvos reais (PALLADINI, 2000).

Segundo Gimenes et al., (2013), um fator importante antes da pulverização é a compreensão de que gotas de pulverização que se evaporam lentamente podem permitir que a planta absorva mais dos ingredientes ativos, mas esta absorção pode ser reduzida quando as gotas secarem. Além disso, se a evaporação das gotas ocorrer rapidamente, grandes cristais podem se formar a partir dos resíduos químicos e podem ser arrastados pelo vento para fora do local aplicado. Por outro lado, quando gotas de pulverização

permanecem no estado líquido, elas podem aumentar o tempo de contato destes ao ingrediente ativo.

Para se obter uma boa pulverização e distribuição do produto na planta, é preciso determinar corretamente fatores como diâmetro mediano das gotas, uniformidade, densidade de gotas e qualidade da cobertura da pulverização (OZMERI e CILINGIR, 1992). Além destes fatores devem-se levar em consideração as condições climáticas no momento da aplicação e uso de equipamentos compatíveis com o objetivo da aplicação além do uso de condicionadores de calda que ajudam a controlar fatores adversos na aplicação.

### 3.5 USO DE ADJUVANTES

Os adjuvantes são substâncias adicionadas à formulação herbicida ou à calda herbicida para aumentar a eficiência do produto ou modificar determinadas propriedades da solução, visando facilitar a aplicação ou minimizar possíveis problemas. Os adjuvantes são divididos em dois grupos: os modificadores das propriedades de superfície dos líquidos (surfatantes: espalhante, umectante, detergentes, dispersantes e aderentes, antideriva entre outros) e os aditivos (óleo mineral ou vegetal, sulfato de amônio e uréia, entre outros) que afetam a absorção devido à sua ação direta sobre a cutícula.

Para Cunha (2010), o acréscimo de adjuvantes nas caldas de pulverização contribui para a formação de filmes líquidos sobre as superfícies foliares, devido ao processo de coalescência das gotas. Entretanto, uma menor tensão superficial, permite uma menor força de coesão entre a parte vegetal e a gota d'água permitindo transpor obstáculos, como a presença de pêlos foliares, aumentando a quantidade de princípio ativo que atinge as áreas de absorção.

A concentração e o efeito dos adjuvantes sobre as gotículas são um fator importante para modificar o espectro de gotas, reduzindo ou aumentando seu diâmetro (FRITZ et al., 2009). A adição de adjuvante aos agrotóxicos pode reduzir a quantidade de produtos utilizados na pulverização, devido ao aumento da dispersão de gotículas na superfície das folhas, aumentando a área de deposição por unidade de volume de calda (GIMENES et al., 2013).

Os adjuvantes redutores de deriva aumentam a viscosidade diminuindo o tamanho das gotas menores. Eles também aumentam o tamanho da gota comum (DMV). Segundo Czarnota & Thomas (2006), esses produtos podem conter policrilamidas, polímeros de

polietileno, polissacarídeos ou óleos vegetais. Além de alterar a viscosidade, os redutores de deriva diminuem a volatilidade dos defensivos mais voláteis, sendo benéfico ao pulverizar áreas ao livre reduzindo a deriva, e conseqüentemente o desperdício.

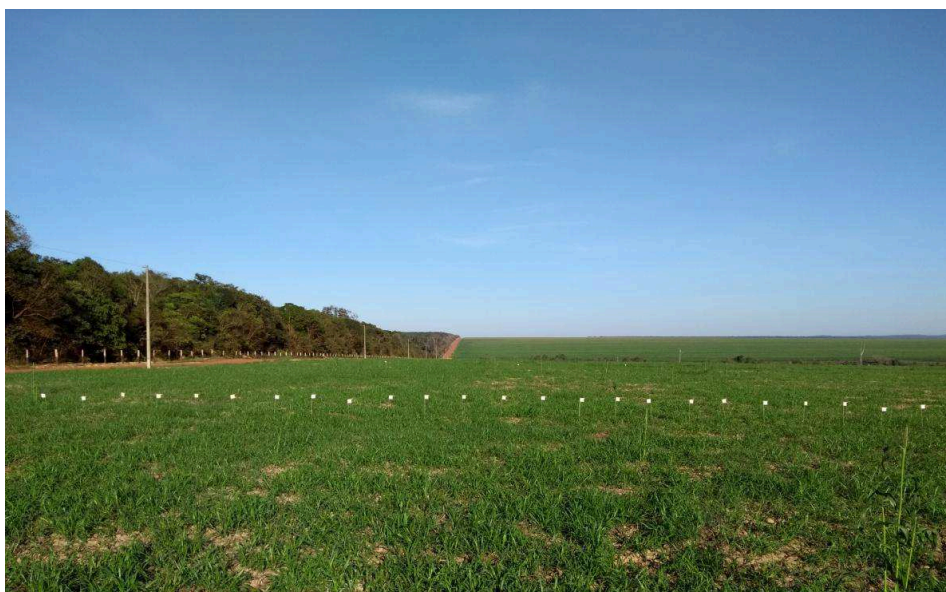
Alguns compostos nitrogenados, como a ureia e o nitrato, podem ser adicionados na calda de pulverização como aditivos, pelo fato de aumentar a eficiência de alguns herbicidas, como o glifosato. Isso se deve ao fato de que as plantas são mais suscetíveis à ação de herbicidas quando estão fisiologicamente ativas (KISSMANN, 1997). A adição destes compostos fornece nitrogênio necessário para a ativação momentânea da sua fisiologia, aumentando a eficiência dos herbicidas devido ao efeito sinérgico existente entre ambos.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no dia 25 de abril de 2018, na Fazenda Brusque do Xingu, sob as coordenadas 10°/8'/59"/S/ 52°/17'/13"/ W, localizada no município de Santa Cruz do Xingu (Mato Grosso, Brasil). Situado a 307 metros de altitude, Santa Cruz é um município pertencente ao Parque Estadual do Xingu. O grupo Brusque do Xingu cultiva uma área de aproximadamente 8000 hectares sendo indispensável uma ferramenta de rápido deslocamento e potencial redução no tempo de controle de pragas e doenças no período da safra.

O clima da região foi classificado como Aw, pelo Sistema de Köeppen e apresenta um clima tropical com estação de seca, topografia ondulado plano, precipitação anual de 2.000 mm, sua temperatura média anual de 24°C com máxima de 42°C. (IBGE, 2007).

A área onde foi instalado o experimento foi uma área de pousio na entressafra da soja (Figura 1).

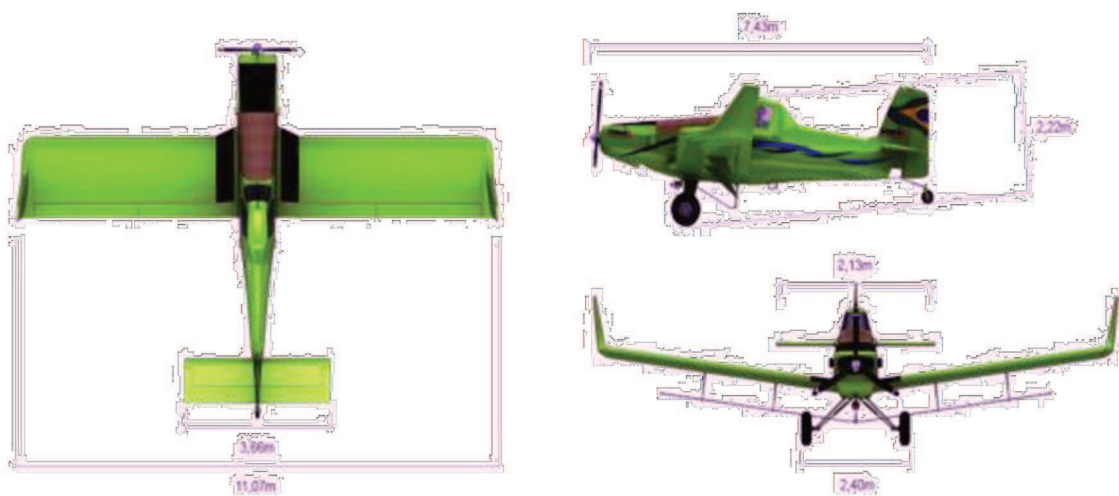


**Figura 1:** Imagem geral do local do experimento na Fazenda Brusque. Fonte: Camuzzato, 2018.

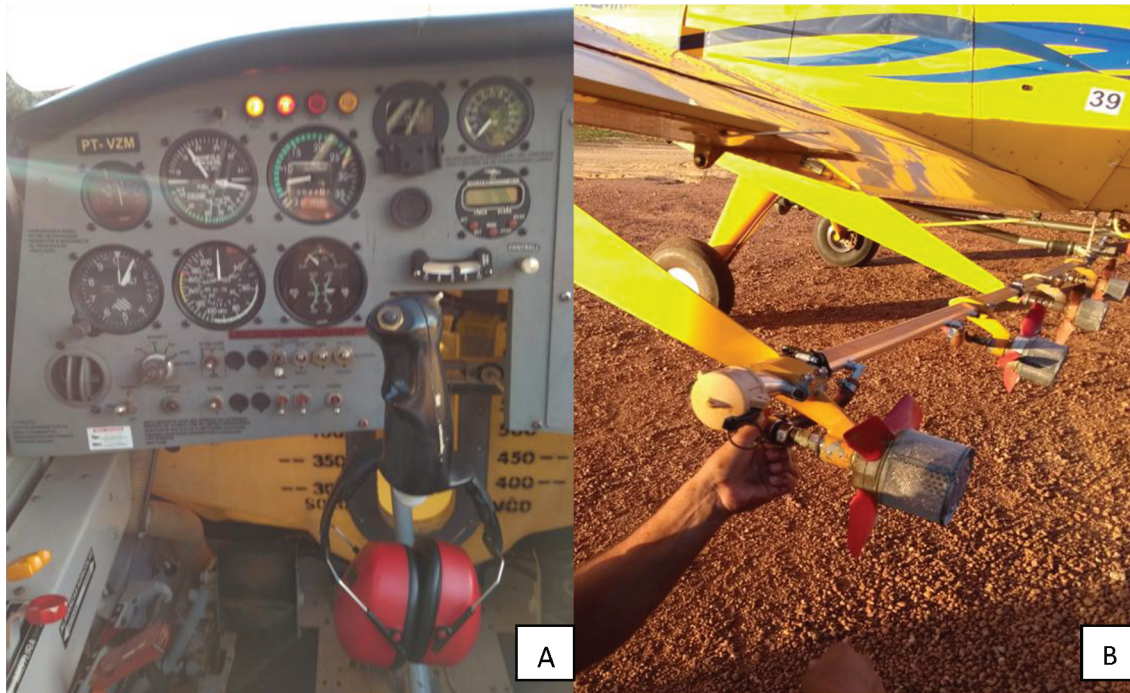
### 4.1 AERONAVE E EQUIPAMENTOS PARA APLICAÇÃO

As aplicações foram realizadas utilizando-se uma Aeronave do modelo EMBRAER 202A<sup>®</sup>, popular Ipanema (Figura 2) equipada com barras contendo quatro atomizadores rotativos de tela em cada lado, da marca Microner<sup>®</sup> modelo americano, o qual ajusta o tamanho das gotas de acordo com o passo das pás dos atomizadores, a regulagem foi estabelecida com um espectro de gotas de diâmetro mediano volumétrico

(DMV) de 250  $\mu\text{m}$ , considerando as recomendações do fabricante para velocidade de voo de 100 milhas por hora - mph (aproximadamente 170  $\text{km h}^{-1}$ ). O tamanho das gotas escolhido foi de aproximadamente 250 $\mu\text{m}$ , tamanho considerado intermediário podendo ser usado tanto para herbicidas e inseticidas, para fungicidas recomenda-se gotas menores, porém, tamanhos inferiores a 200 $\mu\text{m}$  estão sujeitas a deriva muito facilmente. Segundo Contiero (2005), adjuvantes acrescentados numa calda tendem a alterar o padrão de gotas e vazão. Assim, é preferível fazer a calibragem, se não com a calda completa, pelo menos com a água mais o adjuvante. O reservatório (Hoper) tem capacidade para 750 litros, sendo utilizado para os testes um volume de 300 litros.



**Figura 2:** Dimensões da aeronave modelo EMBRAER 202A<sup>®</sup>. Fonte: EMBRAER



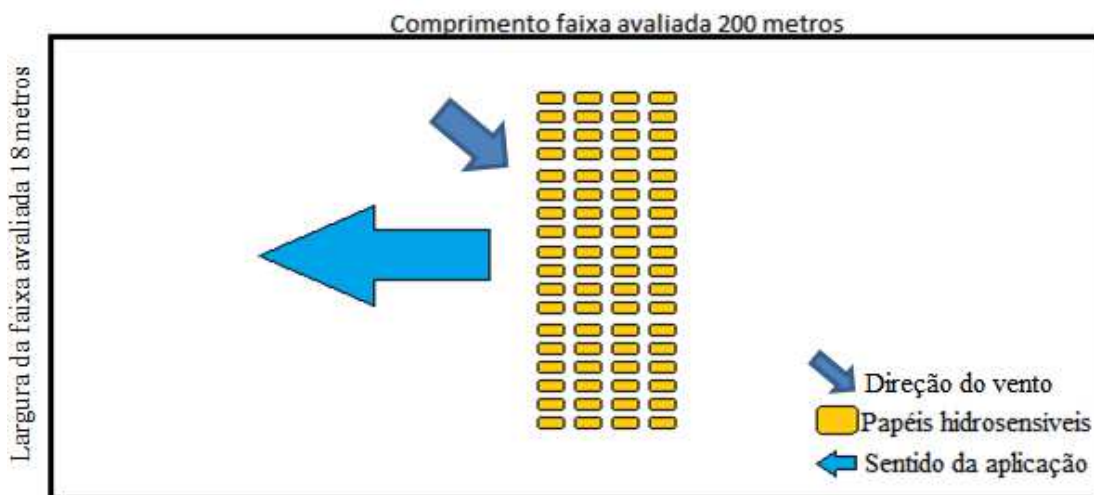
**Figura 3:** A: Visão interna com visão para o Hoper. B: Barra com atomizadores. Fonte: Camuzzato, 2018.

#### 4.2 TRATAMENTOS

Os tratamentos realizados foram constituídos por duas taxas de aplicação ( $8 \text{ L ha}^{-1}$  e  $10 \text{ L ha}^{-1}$ ) e 3 adjuvantes Contact<sup>®</sup>, Naft<sup>®</sup> e Goodspray<sup>®</sup> constituindo um fatorial  $2 \times 3$  com quatro repetições. O adjuvante Contact<sup>®</sup> foi usado como testemunha nos testes por não oferecer as propriedades antideriva. A variável usada para analisar a qualidade da aplicação foi a quantidade de gotas  $\text{cm}^{-2}$  (densidade) indicando assim a densidade da aplicação de acordo com os produtos utilizados. Além da densidade, foram usados os valores do Diâmetro Volumétrico Mediano (DMV) para confirmação de qual produto foi mais uniforme dentro dos parâmetros avaliados.

A largura da faixa, utilizada foi de 18 metros de largura. Esta largura depende do avião empregado, tipo de equipamento, produto e altura de voo.

As condições climáticas, temperatura, velocidade e direção dos ventos foram aferidas com os equipamentos da aeronave (anemômetro e termômetro) e previsão climática do dia. As tomadas de testes começaram em torno de 8:45am, com temperatura em torno de  $26^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de 60% e ventos variando de  $5,5$  a  $5,7 \text{ km h}^{-1}$  perpendicularmente ao sentido de aplicação, portanto em condições climáticas aceitáveis tecnicamente, como mostrado no croqui (Figura 5).



**Figura 4:** Croqui da área e condições do teste. Fonte: Camuzzato, 2018.

As aplicações foram realizadas em uma altura de  $\pm 3\text{m}$ . Alturas de voo muito baixas, além de tornar a deposição das gotas irregular, ocasiona maiores concentrações de produto no alvo de deposição, sob a área correspondente à “barriga” do avião. Já alturas muito maiores que 3m causariam um tempo de descida muito longo, possibilitando uma maior evaporação das gotas menores ( $50\text{-}80\ \mu\text{m}$ ) em condições de ventos ou temperatura alta e baixa umidade do ar (NUFARM, 2018).

O Goodspray<sup>®</sup> é um fertiaditivo da empresa Forquímica composto pelos produtos desadere e aller biw, que atua como um condicionante e emulsionante de calda com ação dispersante que promete um maior molhamento e uma menor deriva na pulverização aérea (FORQUÍMICA, 2018). A dose usada para a tomada de testes foi de 2L de Desadere e 1L de BIW, conforme recomendação na embalagem do produto. O Naft<sup>®</sup> por sua vez, é um adjuvante constituído por resina orgânica que melhora o desempenho dos defensivos agrícolas e apresenta como função secundária a antideriva, diminuindo a evaporação das gotas menores (CAMPOFÉRTIL S/A, 2018). A dose usada, de acordo com a indicação da embalagem é de 50 mL para cada 100 litros de água. O Contact<sup>®</sup> por sua vez é classificado como um fertilizante foliar à base de nitrogênio ( $21\ \text{g L}^{-1}$ ) que tem como características melhor penetração, maior tempo de molhamento e melhor espalhamento de gotas, sem propriedades antideriva (FASTAGRO, 2018). Por se tratar de um fertilizante a base de nitrogênio, seu uso é indicado para herbicidas pela ativação momentânea da planta, facilitando a translocação dentro da mesma, a dose usada, de acordo com recomendações foi de 50mL por hectare, sendo calculada de acordo com a taxa de aplicação usada.

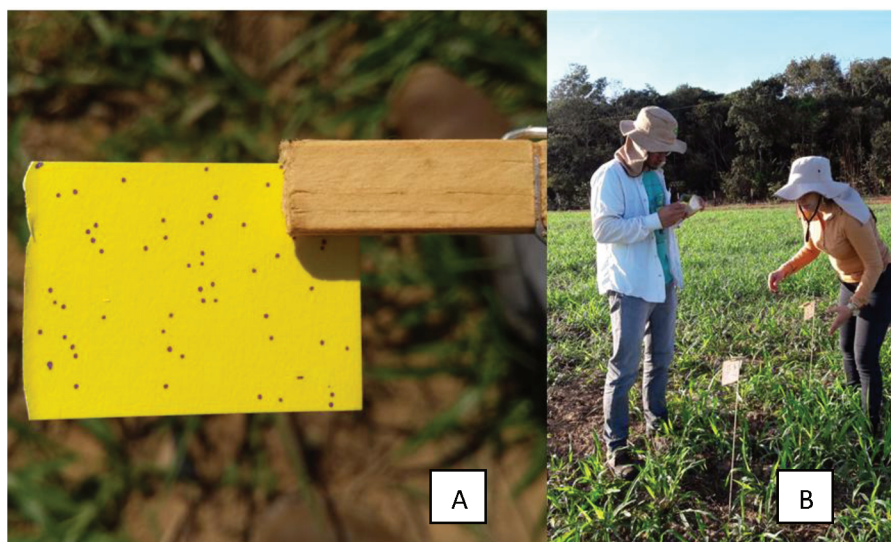
O adjuvante a base de nitrogênio sem propriedades antideriva foi usado no presente trabalho como uma testemunha, já que o intuito dos testes era de se observar o ganho de deposição de acordo com cada adjuvante e volume aplicado.

Os dados foram coletados a partir de papéis sensíveis a água, dispostos em uma faixa de 18 metros transversalmente ao sentido de aplicação, numa altura de 0,50 m em relação ao solo com uma distância de 1 metro cada um. (Figura 5). Os papéis hidrossensíveis foram fixados com prendedores de roupa de modo a ocupar a menor área possível sem comprometer a sustentação. Após a coleta dos papéis sensíveis (Figura 6) foi realizada a análise destes através do software Gotas<sup>®</sup>, um programa desenvolvido pela Embrapa para calibração de pulverização, no qual, através da digitalização dos papéis sensíveis é possível fazer a avaliação quantitativa, qualitativa e espacial da deposição das gotas de pulverização (EMBRAPA, 2001).



**Figura 5:** Avião aplicando sobre os papéis hidrossensíveis. Fonte: Camuzzato, 2018.





**Figura 6:** A: Detalhe da fixação dos papéis. B Coleta dos papéis. Fonte: Camuzzato, 2018.

O software oferece a opção de determinar uma área para análise a fim de evitar possíveis erros ocorridos durante a colocação dos papéis, já que estes são sensíveis até mesmo a umidade das mãos dos operadores, ou até mesmo excluir a parte do papel afetada pelo prendedor. O software oferece parâmetros como número total de gotas da amostra, Diâmetro Mediano Volumétrico ( $DV_{05}$ ), volume de calda que atingiu a amostra em litros por hectare, densidade de gotas ( $n^{\circ}$  de gotas  $cm^{-2}$ ), dispersão dos tamanhos e porcentagem de cobertura. Através destes parâmetros é possível tomar decisões quanto às pontas de pulverização e calibração dos equipamentos de aplicação de defensivos.

Os parâmetros avaliados foram a densidade de gotas.  $cm^2$ , o  $DV_{01}$  o qual determina que 10% do volume pulverizado, foi pulverizado com gotas de diâmetro menores ou iguais àquele valor. O  $DV_{05}$  é o diâmetro de gotas que divide o volume pulverizado em duas partes, 50% do volume total foi pulverizado com gotas menores que aquele valor e 50% do volume foi pulverizado com gotas maiores que aquele valor. O  $DV_{09}$  indica que 90% do volume pulverizado foi fracionado em gotas menores ou igual aquele diâmetro, ou ainda, 10% do volume total foi pulverizado com gotas maiores que determinado diâmetro. Além destes, foi determinado o índice *Span*, que representa o quanto homogêneo foi o espectro de gotas. Um índice *Span* tendendo a zero indica que o espectro de gotas da amostra é estreito formando uma nuvem de gotas mais homogênea.

As médias das repetições dos 18 pontos coletados foram submetidas à análise de variância e submetidos ao teste de Tukey utilizando o programa Sisvar<sup>®</sup>.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme apresentado na Tabela 1, a densidade de gotas variou significativamente havendo interação entre as taxas de aplicações e entre os adjuvantes. O produto Contact<sup>®</sup> foi o que apresentou as menores médias, isso se deve ao fato de ser o único que não contava com propriedades antideriva, perdendo muitas gotas por evaporação ou até mesmo pelo arraste aerodinâmico do vento para fora do alvo em questão. A densidade de gotas nos alvos se tornou maior à medida que aumentou a taxa de aplicação para todos os adjuvantes.

Entre os produtos, houve diferença significativa para a densidade em ambas as taxas de aplicação, sendo que o Goodspray<sup>®</sup> apresentou a melhor densidades de gotas nas duas taxas.

**Tabela 1:** Densidade de gotas para aplicação de defensivos em função do volume de calda e tipo de adjuvante. Santa Cruz do Xingu (MT), 2018.

	8 L ha <sup>-1</sup>	10 L ha <sup>-1</sup>
Contact <sup>®</sup>	24,7 Ac	27,1 Ac
Goodspray <sup>®</sup>	48,5 Ba	60,1 Aa
Naft <sup>®</sup>	31,1 Ab	35,6 Ab
CV (%)	8,75	

\* Letras maiúsculas na linha (entre vazões) e minúsculas na coluna (produtos). Teste de Tukey.

Segundo Drescher (2012), os valores de densidade de gotas variam conforme o tipo de produto a ser aplicado, os valores indicados para inseticidas e herbicidas pré-emergentes variam de 20 a 30 gotas cm<sup>-2</sup>, já para herbicidas pós-emergentes e fungicidas sistêmicos o valor indicado é de 30 a 40 gotas cm<sup>-2</sup>, e, para fungicidas de contato recomenda-se um valor mais alto, acima de 40 gotas cm<sup>-2</sup>.

Os produtos com propriedades antideriva foram melhores pelo fato de diminuir a possível evaporação das gotas no trajeto do atomizador até o alvo. O Goodspray<sup>®</sup>, na taxa de aplicação de 10 L ha<sup>-1</sup>, obteve uma média de 60 gotas cm<sup>-2</sup>, sendo uma ótima densidade para fungicidas de contato, que necessitam de uma maior cobertura (DRESCHER, 2012).

Nota-se que, aumentando a taxa de aplicação, o adjuvante que apresentou melhor resposta ao aumento da taxa foi o Goodspray<sup>®</sup>, com um aumento de quase 24%. Já os

produtos Naft<sup>®</sup> e Contact<sup>®</sup> apresentaram menor melhoria na densidade de gotas, com um aumento de menos de 10% e 15% respectivamente.

O Contact<sup>®</sup>, que não apresenta propriedades antideriva, proporcionou menor densidade de gotas nas duas taxas de aplicação, concordando com Cunha e Carvalho (2005), os quais citam que a densidade de gotas depositadas no alvo, papel hidrossensível utilizando-se adjuvante antideriva, foi superior à deposição com água, em que, provavelmente, houve redução na evaporação das gotas no caminho do atomizador até o alvo e conseqüentemente menor deriva para fora da área de controle.

Os resultados obtidos seguiram um parâmetro observado por Schröder (1996), onde os maiores volumes de aplicação obtiveram maiores densidades, com 102 gotas cm<sup>-2</sup> para um volume de aplicação de 30 L ha<sup>-1</sup> e 108 gotas cm<sup>-2</sup> para 40L ha<sup>-1</sup>.

Observando a variação da densidade de gotas para o Goodspray<sup>®</sup>, na taxa de aplicação de 8 L por ha, apresentou 48 gotas cm<sup>2</sup>, maior ainda que os outros dois produtos mesmo com taxa de aplicação de 10 L ha<sup>-1</sup>, mostrando assim que pode se utilizar a taxa de aplicação de 8 L ha<sup>-1</sup> sem riscos na qualidade da pulverização com este produto.

Avaliando-se apenas a densidade de gotas é possível obter um valor de referência para a variável, porém, outro fator decisivo no momento de definir qual a aplicação é a melhor, é o DMV (diâmetro mediano volumétrico), esta variável refere-se homogeneidade do tamanho das gotas produzidas pelo atomizador/bico utilizado. O tamanho escolhido para as condições dos testes (vento, temperatura umidade relativa) considerado bom foi o de 250µm sendo considerado um tamanho de gotas de média para grossa. Este é um ponto importante, pois dependendo do alvo a ser tratado o tamanho das gotas é essencial para uma melhor eficiência no tratamento (CÂMARA et al., 2008).

Os valores de DMV e amplitude devem ser analisados conjuntamente para determinar a dispersão dos dados em torno da media requerida de tamanho de gotas (CUNHA, TEIXEIRA e FERNANDES, 2007). Aplicações com gotas menores que 100 micrometros apresentam elevado potencial de deriva, sendo quase totalmente perdidas em aplicações com condições climáticas inadequadas.

O adjuvante Contact<sup>®</sup>, (Tabela 2) apresentou 10% do volume aplicado com gotas menores que o tamanho de 103,5 micrometros na taxa de 8 L ha<sup>-1</sup>, mostrando que, potencialmente, 10% de todo volume pulverizado pode ser perdido por deriva. Quando se aumentou a taxa para 10 L ha<sup>-1</sup>, esse valor aumentou para 142,4 micrometros, diminuindo assim o potencial de risco de deriva, pois o volume da gota teve um acréscimo de 37,6%

no seu diâmetro, que representa um aumento de volume de 160%. Esse aumento expressivo do diâmetro de gotas foi observado nos adjuvantes Contact® e Naft®, porém para o Goodspray® não houve esse aumento significativo no diâmetro das gotas. Esses dados justificam a menor densidade de gotas, pois provavelmente perdeu mais por deriva no Contact®.

O DV<sub>01</sub> e a densidade apresentaram interação, ou seja, dependendo do produto, a alteração da vazão altera a densidade e o DV<sub>01</sub>, como no Goodspray® que mudando a vazão aumentou a densidade significativamente. Nos outros, Contact® e Naft®, a alteração da vazão não alterou significativamente a densidade.

**Tabela 2:** Diâmetro da mediana volumétrico para gotas menores que representam 10 % do volume aplicado, após a aplicação com diferentes taxas de aplicação de adjuvantes.

Produto	DV <sub>01</sub>	
	8 L ha <sup>-1</sup>	10 L ha <sup>-1</sup>
Contact®	103,6 Bc	142,5 Ab
Naft®	165,1 Bb	203,0 Aa
Goodspray®	194,3 Aa	200,0 Aa
CV (%)	7,97	

\*Letras maiúsculas na linha (entre vazões) e minúsculas na coluna (produtos). Teste de Tukey.

O DV<sub>01</sub> teve interação entre as taxas e os produtos. Naft® e Contact® tiveram variação significativa quando se alterou a taxa de aplicação. Já o Goodspray® não. Entre os produtos, na taxa de 8 litros, o Goodspray® apresentou maior DV<sub>01</sub>, seguido pelo Naft® e pelo Contact®. Na taxa de 10 litros, no DV<sub>01</sub>, o Goodspray® e o Naft® diferiram estatisticamente, do Contact®, apresentando maiores valores, o que é bom para a pulverização, pois maiores valores de DV<sub>01</sub> indicam menores volumes pulverizados com gotas finas, com alto risco de deriva.

Entre os produtos aplicados, o Goodspray® apresentou maior uniformidade que os demais nas duas taxas de aplicação. Com base nesses dados, o adjuvante representa a

melhor opção na taxa de 8 litros por ha, aumentando a capacidade de trabalho da aeronave por abastecimento.

O DV<sub>0,5</sub>, como também é chamado o DMV, geralmente apresenta o valor mais próximo do limite superior (DV<sub>09</sub>), pelo fato de que poucas gotas grandes geram o mesmo volume de muitas gotas pequenas. O DV<sub>05</sub>, DV<sub>01</sub> e DV<sub>09</sub> são utilizados para determinar o índice *Span*, o qual indica o quanto a população de gotas variou em torno do valor pré-estabelecido antes do início da tomada de testes. Uma menor variação significa um espectro de gotas mais estreito. Quanto mais próximo de zero, maior é a uniformidade das gotas. Nota-se que neste quesito, o adjuvante Goodspray<sup>®</sup> foi o qual apresentou o menor valor, chegando a apresentar 0 (zero) como número inicial, indicando uma alta uniformidade, superior ao dos outros adjuvantes testados.

Os valores de DV<sub>05</sub> e DV<sub>09</sub> não apresentaram interação entre os produtos e as vazões (Tabela 3). Na variável DV<sub>05</sub>, os adjuvantes com propriedades antideriva não diferiram entre si, apresentando os melhores valores, mais próximos ao tamanho de gotas pré-estabelecido na aplicação (250 µm).

**Tabela 3:** Diâmetro volumétrico DV<sub>0,5</sub> e DV<sub>0,9</sub>, após a aplicação com as médias dos tratamentos das aplicações de adjuvantes. Santa Cruz do Xingu (MT), 2018.

Produto	DV05	DV09	Indice <i>Span</i>
Contact <sup>®</sup>	225,8 b	514,7 a	1,733
Naft <sup>®</sup>	249,7 a	437,3 b	1,013
Goodspray <sup>®</sup>	264,7 a	409,9 b	0,799
CV (%)	5,83	9,87	-

\*Teste de Tukey

Pulverizações com DMV acima de 500 µm estão sujeitas ao escorrimento superficial da folha atingindo o solo, desperdiçando produto e apresentando potencial de contaminação do solo. Além disso, conforme relata Miller (2004), existe a possibilidade de o princípio ativo estar diluído em um maior volume na gota, podendo influenciar na eficiência da pulverização.

Vale ressaltar que a rentabilidade da operação esta diretamente relacionada a largura de aplicação, em casos de alta concentração de gotas, pode se usar faixas mais largas, dependendo da aeronave, sistemas de bicos entre outros. Levando em conta que a faixa de 18 metros está bem adensada e uniforme, uma alternativa, se dispor de um

maquinário para tal, aumentar a faixa de 18 para 21 metros, o que representa 16% de aumento no rendimento da operação, fundamental em grandes áreas.

A partir deste teste os resultados obtidos servirão de base para a escolha do melhor adjuvante de acordo para o controle da lavoura. Recomenda-se o uso do Goodspray<sup>®</sup> pois, pela elevação da viscosidade que o mesmo acarreta, há uma maior coesão entre as gotas mais finas diminuindo o risco de evaporação e arraste aerodinâmico das mesmas. A taxa de aplicação de 8 litros por hectare apresentará uma maior capacidade de trabalho da aeronave, porém, quanto menor o volume e maior a mistura de componentes na calda maior a chance de incompatibilidade dos produtos, fato este que deve ser levado em consideração para posteriormente aliar o baixo volume de aplicação sem comprometer a eficácia dos produtos.

## **6. CONCLUSÃO**

O uso do adjuvante Goodspray<sup>®</sup> proporcionou uma maior densidade na deposição de gotas e uniformidade de aplicação via aérea.

Taxas de aplicações maiores contribuem para a maior deposição de gotas no dossel da cultura, o uso da taxa de aplicação de 10 L ha<sup>-1</sup> se apresentou superior quando comparada a taxa de 8 10 L ha<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS

AGAIR UPDATE. **Guia de Congressos 2009**. Junho de 2009. p. 38.

AGRONOMOS. **A magia do voo**. Disponível em [www.agronomos.ning.com/profiles/blogs/a-magia-do-voo](http://www.agronomos.ning.com/profiles/blogs/a-magia-do-voo). Data de acesso: 19/09/2018.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **ASAE S386.2**: calibration and distribution pattern testing of agricultural aerial application equipment. St. Joseph, 1995. 5 p.

ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação: Conceitos básicos, inovações e tendências. In: TOMQUELSKI, G. V. et al. (Eds.). **Publicações Fundação Chapadão: Soja e Milho 2011/2012**. 5 ed. Chapadão do Sul: Fundação Chapadão. 2012. cap. 16, p. 113-139.

ANTUNIASSI, U.R.; BOLLER, W. Tecnologia de aplicação de fungicidas. In: ANTUNIASSI, U.R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2011.p. 221-229.

ARAÚJO, E. C. Equipamentos do Sistema Agrícola. **Curso de Atualização Técnica em Aviação Agrícola**. Pelotas, jul., 2006.

ARAUJO, E. C. **CAVAG - Curso de formação de pilotos agrícolas – História**. Disponível em: <[www.agronautas.com](http://www.agronautas.com)> Data de acesso: 01/01/2015

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12541**: aplicação de defensivos agrícolas: terminologia. Rio de Janeiro, 1988. 4 p

BAESSO, M. M. et al. Tecnologias de aplicação de agrotóxicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, suplemento, p.780-785, 2014.

BOLLER, W. et al. **Tecnologia de aplicação de fungicidas – parte II**. Revisão Anual de Patologia de Plantas, Passo Fundo, v.16, p.85-132, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agronegócio Brasileiro: desempenho do Comércio Exterior**. Brasília: MAPA/SRIA/ DPIA/CGOE, 2006.

CAMPOFÉRTIL S/A - **NAFT®** - Disponível em <[www.campofertil.com.pyproductos/adherentes/naft](http://www.campofertil.com.pyproductos/adherentes/naft)> Data de acesso: 11/09/2018.

CAMARA, F.T.; et al. **Distribuição volumétrica e espectro de gotas de bicos hidráulicos de jato plano de faixa expandida XR11003**. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.28, n.4, p.740-749, 2008.

CARVALHO, W.P.A. **Estudo comparativo entre métodos de amostragem de gotas para determinação de faixa de deposição nas aplicações de produtos líquidos**. 1995. 64p. Dissertação (Mestrado em Agronomia Energia na Agricultura) - Programa de Pós-graduação em Agronomia Energia na Agricultura, Universidade Estadual Paulista, SP. Botucatu, 2005.

CARVALHO, W.P.A. Situação atual e perspectivas da aviação agrícola no Brasil e eficácia no controle de doenças. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.33, p.107-109, 2007. Suplemento.



CHAIM, A.; et al. **Avaliação de perdas de pulverização em culturas de feijão e tomate.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999d. 29 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de pesquisa, 2).

CONTIERO, R. L. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários: classes, propriedades e usos. In: COOPAVEL/COODETEC/BAYER CROPSCIENCE. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas, III.** Cascavel: Coopavel/Coodetec/BayerCropscience, 2005. P. 29-54. (Encontro Técnico, 10).

CORRÊA, H. G. et al Depósitos de calda obtidos com a aplicação aérea de defensivos na cultura da banana. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p. 121-128, 2004.

COSTA, D.I. **Eficiência e qualidade das aplicações de fungicidas, por vias terrestre e aérea, no controle de doenças foliares e no rendimento de grãos de soja e milho.** 144p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2009.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C. **Avaliação do espectro de gotas de pontas de pulverização hidráulicas utilizando a técnica da difração do raio laser.** Revista Engenharia Agrícola, v.27, n.esp., p.10-15, 2007.

CUNHA, J. P. A. R. et al. Deposição e deriva de calda fungicida aplicada em feijoeiro, em função de bico de pulverização e de volume de calda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 1., p. 133-138, jan./mar. 2005.

CUNHA, J. P. A. R.; PEREZ, T. C. M. Influência de pontas de pulverização e adjuvante no controle químico da ferrugem asiática da soja. **Acta Scientiarum**: Maringá, v. 32, n. 4, p. 597-602, 2010.

CUNHA, J. P. A. R.; CARVALHO, W. P. A. **Distribuição volumétrica de aplicações aéreas de agrotóxicos utilizando adjuvantes.** Engenharia Agrícola, v.13, p.130-135, 2005.

CUNHA, J. P. A. R. et al. **Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal,v.31, n.2, p.343-351, 2011.

CUNHA, J. P. A. R.; et al. **Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.28, n.2, p.283-291, 2008.

CZARNOTA, M.; THOMAS, P. **Using surfactants, wetting agents, and adjuvants in the greenhouse.** Georgia: University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences, 2006. 7p. (Bulletin 1214).

EMBRAPA. **Software Gotas.** Novidades. Disponível em [www.cnpma.embrapa.br/novidades/sof\\_gota.html](http://www.cnpma.embrapa.br/novidades/sof_gota.html). Data de acesso: 20/09/2018.

FASTAGRO. **Contact@.** Disponível em <[www.fastagro.com.br/2018/produtos/contact](http://www.fastagro.com.br/2018/produtos/contact)> Data de acesso: 11/09/2018.

FEDRIZZI, M. et al. Laser system for the movement track of a horizontal spray boom: equipment, methodology and first experimental results. **Rivista di Ingegneria Agrária**, Bologna, v. 26, n. 3, p. 129-126, 1995.

FRIEDRICH, T. Quality in pesticide application technology. In: RAETANO, C. G.; ANTUNIASSI, U. R. **Qualidade em tecnologia de aplicação.** Botucatu: Fepaf, 2004. p. 93-109.

FRITZ, B. K.; et al. **Development and testing of a laboratory spray table methodology to bioassay simulated levels of aerial spray drift.** Journal of ASTM International, v. 6, n. 6, Paper ID JAI102125, 2009.

FORQUÍMICA- **GOODSPRAY**- Disponível em: < [www.forquimica.com.br/goodspray](http://www.forquimica.com.br/goodspray)> Data de acesso: 11/09/2018

GIMENES, M. J. et al. **Dispersion and evaporation of droplets amended with adjuvants on soybeans.** Crop Protection, v. 44, p. 84-90, 2013.

INTELIAGRO – **Pulverização aérea conheça os turbo atomizadores.** Disponível em: [www.inteliagro.com.br/pulverizacao-aerea-conheca-os-turbo-atomizadores/](http://www.inteliagro.com.br/pulverizacao-aerea-conheca-os-turbo-atomizadores/). Data de acesso: 11/11/2018.

JOHNSON, M. P.; SWETNAM, L. D. **Sprayer nozzles:** selection and calibration. Lexington: University of Kentucky, 1996. 6 p. KIMATI, H. et al. **Guia de fungicidas agrícolas:** recomendações por culturas. 2. ed. Jaboticabal: Grupo Paulista de Fitopatologia, 1997. v. 1, 225 p.

KISSMANN, K. G. **Adjuvantes para caldas de produtos agrotóxicos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. Palestras e mesas redondas... Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1997. p. 61-77.

MATUO, T. **Tecnologia de aplicação de defensivos.** Jaboticabal: FUNEP, 1999. 120 p.

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

MENEZES, D.; MARTINS, D.S. Automação e controle de pulverização em máquinas agrícolas. **REGRAD - Revista de Graduação UNIVEM:** Marília-SP, v.1, ano , p. 23—34, 2009.

MILLER, P. C. H. Reducing the risk of drift from boom sprayers. In: RAETANO, C. G.; ANTUNIASSI, U. R. **Qualidade em tecnologia de aplicação.** Botucatu: Fepaf, 2004. p. 110-124.

NUFARM. **Manual de Tecnologia.** Disponível em <[www.nufarm.com/Assets/15064/1/Manual\\_Tecnologia.pdf](http://www.nufarm.com/Assets/15064/1/Manual_Tecnologia.pdf)>. Data de acesso: 11/09/2018.

OZEKI, Y.; Kunz, R. P. **Manual de aplicação aérea.** São Paulo: Ciba Agro. 1989. 45p.

OZMERI, A.; CILINGIR, I. **Use of colorimetric technique in determining surface coverage in spraying.** Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America, v.23, n.1, p.37-38, 1992.

PALLADINI, L. A. **Metodologia para a avaliação da deposição em pulverização.** 2000. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

SCHRÖDER, E. P. **Avaliação de deriva e deposição de pulverizações aeroagrícolas na região sul do Rio Grande do Sul.** 1996. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SCHRODER, E. P. **Aplicações em soja.** Cultivar Grandes Culturas, n. 58, fevereiro 2004.

SILVA, M.P.L. **Avaliação comparativa dos danos mecânicos às plantas por dois sistemas de aplicação de agrotóxicos líquidos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33., 2004, São Pedro. *Anais...* São Pedro: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2004. 1 CD-ROM.

SIMÃO, A. C. **Acidentes nas Operações Aeroagrícolas: Análise do Fator Humano.** Revista Conex. SIPAER, v. 1, n. 3, p. 130, jul. 2010.

ZANATTA, M. **Condições ambientais e seus efeitos na segurança e saúde ocupacional de pilotos agrícolas.** 92p. Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

ZANATTA, M., AMARAL, F. G. **Problemas suportados pelos pilotos agrícolas e suas relações com segurança e saúde ocupacional.** Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v.15, n. 4, p. 1195-1223, out./ dez. 2015.