



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA

DOUGLAS VIEIRA BONFADA

ADJUVANTES NA PULVERIZAÇÃO AGRÍCOLA

CERRO LARGO
2018

DOUGLAS VIEIRA BONFADA

ADJUVANTES NA PULVERIZAÇÃO AGRÍCOLA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para a aprovação na disciplina de Trabalho de conclusão de curso II.

Orientador Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma

CERRO LARGO

2018

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Bonfada, Douglas Vieira
Adjuvantes na Pulverização Agrícola / Douglas Vieira
Bonfada. -- 2018.
f.

Orientador: Marcos Antônio Zambillo Palma .
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Agronomia, Cerro Largo, RS , 2018.

1. Adjuvantes agrícolas . I. , Marcos Antônio
Zambillo Palma, orient. II. Universidade Federal da
Fronteira Sul. III. Título.

DOUGLAS VIEIRA BONFADA

ADJUVANTES NA PULVERIZAÇÃO AGRÍCOLA

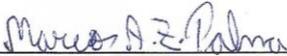
Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

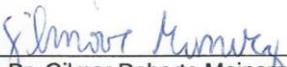
Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Zambillo Palma

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

06/12/2018

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Marcos Antônio Zambillo Palma


Prof. Dr. Gilmar Roberto Meinert


Eng. Agrônomo Dener Damiano

RESUMO

Adjuvante é o produto utilizado em mistura com produtos formulados para melhorar a pulverização. A utilização de adjuvantes na aplicação de defensivos agrícolas torna-se essencial para adquirir melhores resultados de ação do ingrediente ativo, bem como, causar menores impactos ambientais e otimizar os recursos econômicos. Por isso, o presente trabalho tem por objetivo identificar a eficiência da utilização de adjuvantes na pulverização agrícola, analisando o índice de dispersão do produto, a taxa de cobertura e o diâmetro médio volumétrico das gotas. Para a obtenção dos resultados, foram utilizados quatro tipos de adjuvantes: surfatante, óleo mineral, óleo vegetal e redutor de deriva. O trabalho foi realizado na dessecação pré-semeadura da cultura da soja, em resteva de aveia branca. De acordo com os dados obtidos foi identificado que o adjuvante surfatante Dash®, que é à base de oleato de metilo, palmitado de metilo e solvesso, apresentou os melhores resultados na pulverização da calda.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação. Produtos. Calda.

ABSTRACT

Adjuvant is the product used in admixture with products formulated to improve spraying. The use of adjuvants in the application of agricultural pesticides becomes essential for acquiring better results of action of the active ingredient, as well as, to cause smaller environmental impacts and to optimize the economic resources. Therefore, the present work aims to identify the efficiency of the use of adjuvants in agricultural spraying, analyzing the dispersion index of the product, the coverage rate and the volumetric average diameter of the droplets. To obtain the results, four types of adjuvants were used: surfactant, mineral oil, vegetable oil and drift reducer. The work was carried out in the pre-sowing desiccation of the soybean crop, remaining in white oats. According to the data obtained it has been found that the Dash® surfactant adjuvant, which is based on methyl, methyl palmitate and solids, has the best results in spraying the syrup.

Keywords: Application technology. Product. Syrup.

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – ASABE S572.1 Classificação do Tamanho de Gotas..... | 19 |
| Tabela 2 – Valores básicos de cobertura e tamanho de gotas em função do tipo de produto fitossanitário. | 21 |
| Tabela 3 – Índice de Dispersão dos Tratamentos | 29 |
| Tabela 4 – Taxa de Cobertura dos Tratamentos..... | 29 |
| Tabela 5 – Diâmetro Médio Volumétrico. | 30 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Classificação das pontas de acordo com a cor | 15 |
| Figura 2 – Classificação de gotas | 19 |
| Figura 3 – Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) e Diâmetro Mediano Numérico (DMN)..... | 20 |
| Figura 4 – Delineamento Experimental. | 23 |
| Figura 5 – Esquema da parcela | 23 |
| Figura 6 – Aplicação da calda. | 24 |
| Figura 7 – Papéis hidrossensíveis..... | 25 |
| Figura 8 – Pulverizador KUHN – BOXER 2021 H. | 26 |
| Figura 9 – Ponta modelo Jacto AVI 110020..... | 27 |
| Figura 10 – Papel Hidrossensível..... | 28 |

Sumário

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 10 |
| 1.1 OBJETIVOS | 10 |
| 1.1.1 Objetivo geral | 10 |
| 1.1.2 Objetivos específicos | 10 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 11 |
| 2.1 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO | 11 |
| 2.1.1 Aspectos Ambientais | 12 |
| 2.1.2 Aspectos Operacionais | 12 |
| 2.2. PULVERIZADORES | 13 |
| 2.2.2 Pontas de Pulverização de Energia Hidráulica | 14 |
| 2.3 ADJUVANTES | 15 |
| 2.3.1 Classificação dos Adjuvantes | 17 |
| 2.4 ESPECTRO DE GOTAS | 19 |
| 3 MATERIAIS E MÉTODOS | 22 |
| 3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO | 22 |
| 3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS | 22 |
| 3.3 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO | 24 |
| 3.4 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS | 25 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES | 29 |
| 5 CONCLUSÃO | 32 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 33 |

1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento da agricultura cada vez mais tecnologias surgem no mercado agrícola, e ao que diz respeito à pulverização agrícola, mais especificadamente à tecnologias de aplicação, não é diferente. No mercado encontra-se uma variedade de pulverizadores agrícolas, uma gama de modelos de pontas bem como, uma variedade de adjuvantes com distintas finalidades, ambos visando a máxima eficiência na aplicação do defensivo agrícola.

As pontas de pulverização são um dos componentes de grande importância na pulverização agrícola possuindo objetivos específicos e distintos, para tal, o uso do bico pulverizador ideal e da ponta influencia diretamente na qualidade da aplicação bem como a utilização de adjuvantes agrícolas que podem atuar tanto no auxílio e modificação da ação do produto químico quanto nas alterações das propriedades físicas da mistura.

Está disponível ao consumidor uma infinidade de produtos adjuvantes com as mais diferentes finalidades à fim de proporcionar eficiência no processo de aplicação de defensivos agrícolas com a redução do volume de calda, para isso, é necessário o conhecimento de tais produtos, bem como, sua efetividade na utilização conjunta com o produto ativo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Analisar a eficiência do uso de adjuvantes na pulverização agrícola.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar o diâmetro médio volumétrico.
- Identificar o fator de dispersão das gotas.
- Identificar o índice de cobertura do produto.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas é o emprego de todo o conhecimento científico à fim de melhorar a eficiência da aplicação utilizando a quantidade necessária de ingrediente ativo no alvo evitando o máximo possível a contaminação do ambiente e de maneira econômica (MATUO, 1990).

De acordo com Ferreira (2011) com a utilização de técnicas ou equipamentos errados há desperdício de ingrediente ativo pela perda de produto ao não atingir o alvo devido a deriva ou evaporação do ingrediente ativo ou pelo excesso de produto aplicado sobre o alvo .

O uso de agrotóxicos têm contribuído na agricultura por reduzir custos, diminuir mão-de-obra, aumentar a produção e melhorar a qualidade dos alimentos. Seu uso deve ser feito de maneira consciente à fim de evitar a contaminação do solo e da água, danos à saúde e também no aparecimento de pragas, doenças e plantas daninhas resistentes aos produtos (CUNHA *et al.*, 2003).

O conhecimento sobre tecnologias de aplicação ainda não é bem difundida à campo, de tal maneira, alguns produtores rurais não obtém o devido resultado no momento da aplicação do agrotóxico ou até consegue o efeito desejado, no entanto de maneira ineficiente, por não utilizar a melhor técnica disponível resultando no uso de uma maior dose do ingrediente ativo (CUNHA *et al.*, 2004).

Para melhorar a eficiência da aplicação de defensivos agrícolas deve ser observado alguns pontos importantes como espectro de gotas, densidade de gotas, diâmetro de gotas, deriva do produto, evaporação, faixa de deposição, cobertura e penetração no alvo biológico (VELLOSO; GASSEN; JACOBSEN, 1984).

A eficiência da aplicação de agrotóxicos líquidos é influenciada por muitas variáveis, incluindo “[...] a estabilidade do agrotóxico, solubilidade, incompatibilidade, volatilização, formação de espumas, tensão superficial, viscosidade, densidade, tamanho de gotas, deriva, cobertura, aderência, penetração, entre outras[...]” (OLIVEIRA, 2011).

2.1.1 Aspectos Ambientais

Segundo Teixeira (1997 apud CUNHA et al., 2004 p. 978), para que a aplicação seja eficaz deve haver uma cobertura adequada da superfície do alvo evitando que sejam produzidas gotas muito grandes pois essas acabam não aderindo à folha se perdendo no solo, em contra partida gotas muito pequenas apresentam grande suscetibilidade à evaporação em condições de baixa umidade relativa do ar ou na presença de vento.

Por vezes as doses dos produtos, principalmente do herbicida, excedem à recomendada nos rótulos, isso para garantir que o agrotóxico cause o efeito desejado sobre o alvo, independente muitas vezes das condições ambientais, suprimindo as falhas na tecnologia de aplicação Devlin et al. (1991 apud COSTA, 2007 p. 204).

Características ambientais, como umidade relativa do ar, velocidade do vento e temperatura não costuma ser acompanhada por muitos produtores rurais, e a falta de monitoramento afeta diretamente a eficiência das aplicações causando impactos ambientais desnecessários devido, principalmete, à deriva dos produtos químicos que acabam atingindo áreas urbanas que se encontram nas proximidades das áreas agrícolas (ALVARENGA; CUNHA, 2010).

O horário da aplicação de herbicida influencia diretamente na absorção do herbicida por mais que as condições ambientais (temperatura e umidade relativa do ar) sejam as mesmas nas primeiras horas da manhã ou à tarde, segundo os autores isso se deve à condições biológicas da planta onde, nas primeiras horas da manhã a aplicação de herbicida se demonstrou mais eficiente (FORNAROLLI et al., 1999).

Temperatura do ar acima de 30° C e umidade relativa do ar abaixo de 40% facilita a evaporação das gotas, e quando aliado à gotas pequenas esse processo se dá ainda mais rápido (ALVARENGA *et al.*, 2014).

2.1.2 Aspectos Operacionais

Há vários tipos de pulverizadores hidráulicos que partem desde modelos mais simples aos mais tecnológicos, se adaptando à todos os tipos e tamanhos de propriedades rurais (MATUO 1990).

De acordo com Alvarenga & Cunha (2010) há um número elevado de pulverizadores em má condições apresentando vazamentos, mangueiras e conexões rompidas, trincadas ou apresentando qualquer outra avaria, bicos entupidos e pontas de pulverização de cores diferentes ao decorrer da barra.

Para a escolha correta do equipamento ou horário adequado para iniciar o serviço é importante conhecer a capacidade de trabalho, ou seja, a quantidade de trabalho do aparelho em um determinado tempo de serviço levando em consideração o tempo de abastecimento do aparelho, deslocamento e demais interrupções no serviço, e deve-se conhecer também o rendimento do aparelho pulverizador, ou seja, a área capaz de ser pulverizada com o tanque de calda cheio (MATUO, 1990).

Segundo Green (2001) o sucesso da aplicação do produto fitossanitário está ligado à escolha do adjuvante e com o produto correto, havendo fatores que interferem sobre a utilização dos adjuvantes, sendo elas:

- Mistura no tanque: compatibilidade e estabilidade da calda, qualidade da água, pH, dispersão do ingrediente ativo, agitação e formação de espuma.
- Aplicação: ângulo das pontas, calibração do aparelho pulverizador, pressão, evaporação, vento e velocidade de deslocamento do aparelho.
- Deposição: espalhamento das gotas, chuva, orvalho, umidade e superfície alvo.
- Retenção: velocidade, tamanho da gota, superfície da folha, arquitetura da planta, tensão e viscosidade superficial.
- Penetração: Idade e densidade das folhas, estrutura da planta, condições ambientais.
- Translocação: espécie de planta, estágio, fisiologia e fitotoxicidade.

2.2. Pulverizadores

Segundo Matuo (1990), todos os aparelhos de aplicação de defensivos agrícolas líquidos têm em comum um circuito hidráulico composto por várias partes sendo a ponta de pulverização a mais importante uma vez que controla a vazão, tamanho de gotas e a forma de jato emitido.

O conhecimento da vazão do produto ao decorrer de uma faixa de deposição é de grande importância, pois cada combinação dos componentes fornece um padrão de distribuição, possuindo como fatores influentes o tipo de bico e ponta utilizada, o espaçamento entre os bicos e a altura até o alvo (PERESSIN *et al.*, 1996).

De acordo com Bauer & Raetano (2004), os fatores que influenciam na uniformidade de distribuição está relacionado principalmente com a pressão de serviço, altura das barras, disposição das pontas, tipo da ponta utilizada e ângulo de abertura.

A escolha correta da ponta de pulverização diminui consideravelmente a deriva do produto em relação à redução da pressão, pois a redução da pressão influencia na diminuição da deriva em apenas alguns tipos de pontas (COSTA, 2007).

2.2.2 Pontas de Pulverização de Energia Hidráulica

De acordo com Peressin *et al.* (1996), o conhecimento do mecanismo de ação do produto é de suma importância no momento da aplicação, bem como o conhecimento das características da ponta de pulverização, pois esta influencia diretamente na vazão, tamanho das gotas, ângulo de cobertura e padrão de distribuição.

A pulverização é basicamente um processo mecânico em que transforma um grande volume de calda em pequenas gotas, estas são formadas a partir da passagem do líquido submetido à uma pressão hidráulica por um pequeno orifício denominado “bico” (MATUO, 1990).

Para cada tipo de pulverização se produz uma faixa distinta de distribuição de tamanhos de gotas de acordo com a necessidade, dessa forma, está disponível ao usuário uma variedade de pontas de pulverização à fim de se adequar à necessidade do produtor, além disso outros fatores que devem ser considerados é a viscosidade, densidade e tensão superficial do líquido, vazão do bico, pressão e ângulo do jato (MATUO, 1990).

De acordo com a norma ISO 10625 (2005), a cor da ponta está relacionada com a sua vazão, sendo classificada em galões por minuto na pressão de 3 bar (FIGURA 1).

Figura 1 – Classificação das pontas de acordo com a cor

| | | | | | | | | | | | |
|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|-----------|-------------|------------|-------------|-------------|
| Purple 0050 | Pink 0075 | Orange 01 | Green 015 | Yellow 02 | Lilac 025 | Blue 03 | Red 04 | Brown 05 | Grey 06 | White 08 | Black 10 |
|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|-----------|-------------|------------|-------------|-------------|

FONTE: Backpack Sprayer Guide

De acordo com Matuo (1990) as pontas hidráulicas para a aplicação de líquidos se dividem de acordo com o tipo de jato formado sendo plano uniforme, cone vazio, cone cheio e indução de ar.

- Leque: pode ser de deposição contínua, ou seja, o líquido é distribuído de maneira uniforme ao longo de toda a faixa de aplicação, sem haver a necessidade do cruzamento do jato com o jato da ponta adjacente, normalmente utilizado em pulverizadores costais; ou de deposição descontínua onde, a concentração do líquido é maior no centro e decresce simetricamente para as bordas, havendo a necessidade de sobreposição dos jatos com as pontas adjacentes, utilizado principalmente em equipamentos de pulverização de barra.
- Cone vazio: as gotas se concentram na periferia do jato, quase não havendo gotas no centro devido ao caracol presente no centro que serve para proporcionar movimento helicoidal ao jato formando um padrão circular e dirigido.
- Cone cheio: o jato emitido também é de forma circular, no entanto, há presença de gotas no centro do jato.
- Indução de ar: nesse modelo de ponta há um orifício ao lado da ponta onde, no momento em que o líquido passa pelo interior da ponta o ar se mistura com o líquido formando gotas grandes com ar em seu interior, resultando em um jato com gotas menos suscetíveis à deriva.

2.3 ADJUVANTES

Segundo Green; Beestman (2007 apud OLIVEIRA, 2011, p. 7) a utilização de adjuvantes surge em meados do século 18 e 19 onde, resinas de pinheiro, farinha de trigo, melão e açúcar eram utilizados junto com enxofre, cobre, cal e arseniatos

com a finalidade de modificar as propriedades físicas e químicas de caldas para melhorar a atividade biológica do produto.

Desde essa época, os adjuvantes se demonstram eficientes, fazendo com que aumente progressivamente a sua utilização, bem como, interesse do mercado na produção uma vez que apresenta um enorme crescimento por ser um produto ainda não explorado (CAMPOS, 2016).

Segundo Oliveira (2011) os adjuvantes são substâncias químicas que, quando utilizado com os agrotóxicos, melhoram a eficiência do produto, fazendo adaptar-se às mais variadas condições ambientais assumindo papel importante para a produção, aplicação e comercialização dos agrotóxicos.

As propriedades do líquido pulverizado podem ser alteradas com o uso de adjuvantes, no entanto, sua utilização pode alterar o padrão das gotas e vazão (CUNHA et al., 2003). Segundo Miller & Butler Ellis (2000 apud CUNHA et al., 2003) as mudanças não se dão apenas na vazão de gotas mas também, pode ocorrer um comportamento indesejado até entrar em contato com o alvo ocasionando a deriva do produto.

A redução do volume de calda implica na redução do tamanho das gotas para que se preserve o nível de cobertura, pois se aumenta a superfície de contato pelo aumento da quantidade de gotas por centímetro quadrado, no entanto, facilitará a deriva do produto, quando aplicado o mesmo volume com gotas maiores, para evitar a deriva, o nível de cobertura poderá ser reduzido, sendo assim, a utilização de adjuvante espalhante se torna uma alternativa eficiente (MOTA, 2011).

Adjuvantes redutores de deriva são amplamente utilizados pois, atuam sobre o tamanho das gotas produzidas e na diminuição do percentual de gotas menores que 100 μm , bem como pontas de indução de ar, estas por sua vez produzem gotas grandes que tem ar em seu interior sendo menos propensas ao efeito rebote e escorrimento superficial foliar (MOTA, 2011).

De acordo com Biosci (2008) são poucos os estudos relacionados à utilização de adjuvantes, de tal maneira, as recomendações acabam não levando em consideração questões ambientais, qualidade da água e espécies de plantas, o que pode causar redução da seletividade do produto. Também, os defensivos em sua maioria já possuem algum adjuvante na formulação e com a adição de adjuvantes ao tanque pode ocasionar antagonismo, sinergismo ou inibição do desempenho do produto.

A grande parte dos produtos presentes no mercado possuem múltiplas funções ou apresentam uma composição química complexa e não divulgada por parte dos fabricantes que, adotam termos à seus produtos gerando confusões aos usuários e até mesmo aos especialistas (MOTA, 2011).

2.3.1 Classificação dos Adjuvantes

Segundo o Art. 1º do Decreto Nº 4074/2002 que regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, aditivo é a “substância ou produto adicionado a agrotóxicos, componentes e afins, para melhorar sua ação, função, durabilidade, estabilidade e detecção ou para facilitar o processo de produção” e adjuvante como “produto utilizado em mistura com produtos formulados para melhorar a aplicação”.

Os adjuvantes podem ser considerados adjuvantes ativadores que, melhoram diretamente a atividade do defensivo, principalmente pelo aumento da taxa de absorção, ou adjuvantes úteis que não melhoram diretamente a atividade do defensivo mas facilitam o processo através da redução dos efeitos negativos da pulverização (CAMPOS, 2016).

Surfatantes são divididos de acordo com a sua ionização ou dissociação na água (VARGAS; ROMAN, 2006):

Não-iônicos: não possuem carga elétrica, não se ionizam ou se dissociam na água, sendo assim, são compatíveis com muitos fertilizantes foliares. Também não reagem com sais ou moléculas dos herbicidas presentes na água, auxiliam na penetração do agrotóxico e não são tóxicos para a planta, são mais utilizados com agrotóxicos sistêmicos (OLIVEIRA, 2011).

Iônicos: se dissociam na água em cátions ou ânions:

Catiônicos: quando dissociados influenciam na ação do surfatante. Segundo Hazen (2000 apud OLIVEIRA, 2011) quando utilizado somente o surfatante catiônico causará fitotoxides, são derivados da amônia, possuem alto custo, fraco poder detergente e precipitam com facilidade sendo de baixo uso na agricultura.

Aniônicos quando dissociados exercem função predominante na ação surfatante. São excelentes molhantes e detergentes, sendo assim, são mais eficientes quando utilizados junto à agrotóxicos de contato, no entanto apresenta capacidade de reagir com sais da água ou moléculas do herbicida.

- Além disso, os surfatantes são classificados de acordo com suas principais propriedades (VARGAS; ROMAN, 2006):

Espalhantes: diminuem a tensão superficial das gotas reduzindo o ângulo de contato.

Umectantes: retardam a evaporação da água

Aderentes: aumentam a aderência do produto na superfície da folha

Emulsificantes: promove a suspensão entre dois líquidos através da redução da tensão interfacial.

Dispersantes: reduz a força de coesão evitando a aglomeração das partículas.

Detergentes: removem a sujeira da superfície da folha.

- Óleos: podem ser óleos vegetais que são extraídos de sementes de algodão, soja, girassol, canola ou colza; ou óleos minerais que são derivados de petróleo. Ambos dissolvem as gorduras da cutícula e membranas celulares, ocasionando no extravasamento celular, também ajudam na adesão do produto na planta. Oliveira (2011) afirma que

[...] As principais categorias dos óleos derivados de minerais e vegetais são: óleo mineral concentrado, óleo mineral emulsionável, óleo vegetal concentrado, óleo vegetal modificado e óleo vegetal modificado concentrado. O óleo mineral concentrado é definido como um produto baseado em óleo mineral emulsionável com 5 a 20% de surfatante e um mínimo de 80% de óleo mineral altamente refinado. O óleo mineral emulsionável é um produto baseado em óleo mineral emulsionável contendo até 5% de surfatante e o restante de óleo mineral altamente refinado. O óleo vegetal concentrado é um óleo vegetal emulsionável contendo 5 a 20% de surfatante e um mínimo de 80% de óleo vegetal. O óleo vegetal modificado é um óleo extraído de semente que foi quimicamente modificado (por exemplo, ésteres metilados ou etilados (OLIVEIRA, 2011, p. 13).

- Sulfato de amônio: o íon sulfato imobiliza os íons presente na água impedindo que estes reajam com a molécula do herbicida, já o íon amônio atua sobre a cutícula aumentando a absorção do herbicida pelo efeito do pH.
- Uréia: rompe ligações da cutícula favorecendo a entrada do herbicida.

2.4 ESPECTRO DE GOTAS

De acordo com Velloso et al. (1984) espectro de gotas se refere à classificação das gotas por classes de tamanho em porcentagem de volume ou de número de gotas. Em uma aplicação de defensivos agrícolas a homogeneidade do espectro reflete na eficiência da aplicação.

A Sociedade de Engenheiros Agrícolas e Biológicos (ASABE) desenvolveu o padrão ASABE S572.1 que é utilizado para medir e interpretar a qualidade da pulverização das gotas, conforme apresentado na Tabela 1.

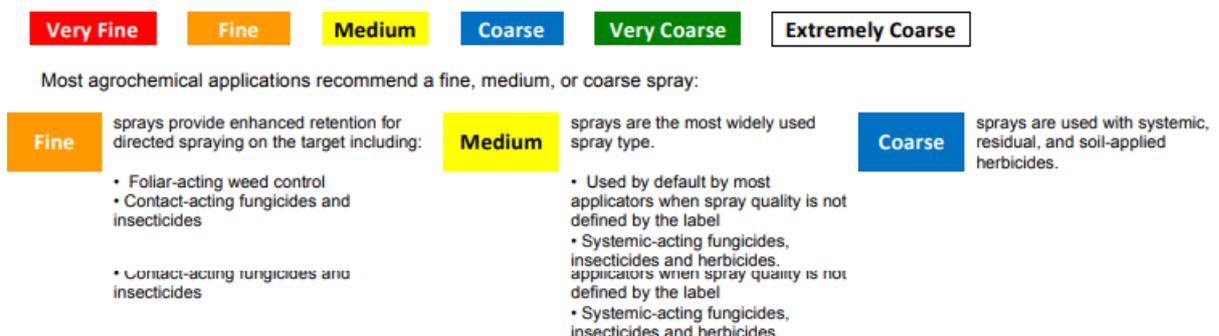
Tabela 1 – ASABE S572.1 Classificação do Tamanho de Gotas.

| Spray Quality* | Size of Droplets | VMD Range (Microns**) | Color Code | Retention on Difficult to Wet Leaves | Used for | Drift Potential |
|------------------|--|-----------------------|------------|--------------------------------------|---------------------|--|
| Extremely Fine | Small | <60 | Purple | Excellent | Exceptions | High |
| Very Fine |  | 61-105 | Red | Excellent | Exceptions |  |
| Fine | | 106-235 | Orange | Very Good | Good Cover | |
| Medium | | 236-340 | Yellow | Good | Most Products | |
| Coarse | | 341-403 | Blue | Moderate | Systemic Herbicides | |
| Very Coarse | | 404-502 | Green | Poor | Soil Herbicides | |
| Extremely Coarse | | 503-665 | White | Very Poor | Liquid Fertilizer | |
| Ultra Coarse | Large | >665 | Black | Very Poor | Liquid Fertilizer | Low |

Fonte: American society of agricultural and biological engineers.

De acordo com o padrão ASABE S527.1 utiliza-se oito categorias de classificação de gotas onde, seis dessas são comuns para a agricultura e horticultura conforme a Figura 2.

Figura 2 – Classificação de gotas



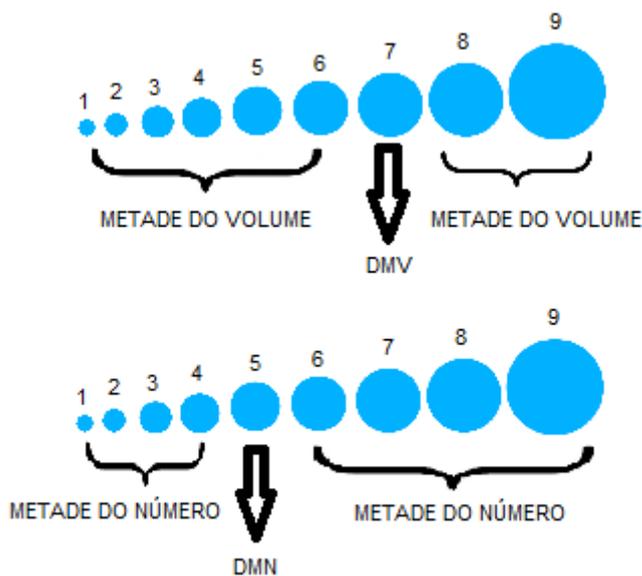
Fonte: American society of agricultural and biological engineers.

Para a aplicação do defensivo agrícola é necessário que se utilize algum

diluyente para aumentar o volume e possibilitar a distribuição, sendo a água o principal diluyente, isso por apresentar baixo custo e fácil obtenção. No entanto, Matuo (1990) acrescenta que a água apresenta algumas limitações como a tensão superficial que faz com que a gota permaneça na forma esférica diminuindo a área de contato quando depositada sobre o alvo. Ainda apresenta outra limitação denominada de deriva que ocorre por ser um líquido volátil, evaporando durante o trajeto de deposição até o alvo.

De acordo com Matuo (1990) normalmente o que determina o tamanho das gotas são os parâmetros de Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) onde, divide-se o volume pulverizado em duas metades iguais, ou seja, metade das gotas têm diâmetro menor que o DMV, e a outra metade das gotas pulverizadas têm diâmetro maior. Outro parâmetro é o Diâmetro Mediano Numérico (DMN) onde, metade das gotas é menor que o DMN, e a outra metade maior (FIGURA 3).

Figura 3 – Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) e Diâmetro Mediano Numérico (DMN)



Fonte: Elaborado pelo autor

Sabendo-se os valores de DMV e DMN é possível dividi-los e determinar o coeficiente de variação que expressa a uniformidade do conjunto e espectro de variação das gotas onde, quando mais próximo de 1 maior é a homogeneidade das gotas sendo importante para uma pulverização eficiente (MATUO, 1990).

Para uma pulverização adequada a gota deve apresentar um tamanho que seja suficiente para produzir cobertura ideal sobre o alvo mas, tendo cuidado para que não seja muito pequena, capaz de ocorrer perdas por deriva e evaporação ou muito grande provocando escorrimento do alvo biológico (CHRISTOFOLETTI, 2001). Para Márquez (1997) a classe e o modo de ação do produto ativo deve ser levado em consideração no momento da escolha da ponta, uma vez que, herbicidas sistêmicos e herbicidas aplicados ao solo necessitam menores densidades de gotas do que produtos com ação de contato, também, fungicidas e inseticidas sistêmico necessitam menores densidades em comparação à fungicidas e inseticidas de contato (TABELA 2).

Tabela 2 – Valores básicos de cobertura e tamanho de gotas em função do tipo de produto fitossanitário.

| Produto Fitossanitário | Cobertura (gotas/cm²) | DMV* das gotas (µm) |
|--|---|----------------------------|
| Herbicida pré-emergente | 20 – 30 | 400 – 600 |
| Herbicida pós-emergente (plântulas) | 30 – 40 | 150 – 250 |
| Herbicida pós-emergente de contato | 50 – 70 | 150 – 250 |
| Herbicida pós-emergente sistêmico | 30 – 40 | 150 – 250 |
| Fungicida protetor ou de contato | 50 – 70 | 100 – 200 |
| Fungicida sistêmico | 30 – 40 | 200 – 300 |
| Inseticida de contato | 40 – 50 | 100 – 200 |
| Inseticida sistêmico | 20 – 30 | 200 - 300 |

*Diâmetro mediano volumétrico
Fonte: Márquez (1997)

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado numa propriedade rural localizada no município de Bossoroca situado no Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul entre as coordenadas geográficas 28°30'03.1"S 54°56'36.8"W. De acordo com a classificação climática de Köppen a região possui clima Cfa – subtropical úmido (ALVARES et al., 2013).

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Os adjuvantes utilizados no momento da aplicação dos tratamentos foram:

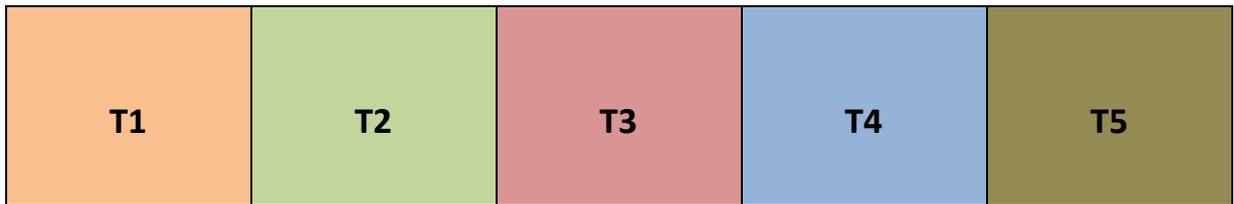
- Adjuvante surfatante Dash® HC: mistura de ésteres metílicos, hidrocarboneto aromático, ácido graxo insaturado e tensoativo;
- Óleo vegetal Langer®: composto por óleo vegetal, tensoativos aniônicos, agente de espalhamento, coadjuvantes, alcalinizante, essência e veículo aquoso;
- Óleo mineral Orix®: mistura de hidrocarbonetos parafínicos, ciclo parafínicos e aromáticos saturados e insaturados provenientes da destilação do petróleo;
- Redutor de deriva Antideriva®: hidroxipropil guar, alquil poliglicosídeo.

Assim os tratamentos foram constituídos da seguinte forma: T1 testemunha (somente água), T2 (água + Orix®), T3 (água + Langer®), T4 (água + Dash® HC), T5 (água + Antideriva®).

Em todos os tratamentos foi preparado 100 litros de calda, acrescentando o adjuvante na dose recomendada: T1 (100L água), T2 (100L água + 250ml Orix®), T3 (100L água + 100ml Langer®), T4 (100L água + 250ml Dash®) e T5 (100L água + 50ml Antideriva®).

O experimento foi realizado à campo e conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 5 tratamentos e 5 repetições, totalizando 25 unidades experimentais de acordo com a Figura 4.

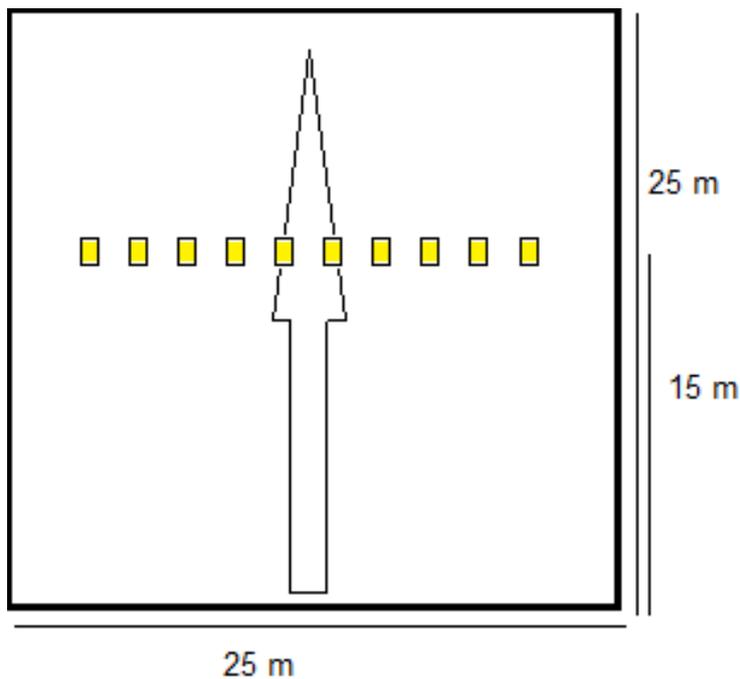
Figura 4 – Delineamento Experimental.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A área experimental foi dividida em 5 blocos de 25 metros de largura por 25 metros de comprimento. Em cada parcela ficaram dispostos transversalmente na altura da resteva da cultura 5 papéis hidrossensíveis dispostos aleatoriamente, caracterizando as repetições, conforme metodologia proposta por Nascimento et al. (2013). Esses papéis estavam à 15 metros de distância do início da parcela a fim de evitar o efeito bordadura, conforme Figura 5.

Figura 5 – Esquema da parcela



Fonte: Elaborado pelo autor

Após a pulverização, os papéis de cada uma das parcelas foram coletados e armazenados em uma sacola de papel para evitar contato com a umidade do ambiente ou das mãos. Em seguida as amostras foram escaneadas e os dados armazenados no computador.

Para avaliação do experimento os tratamentos foram semelhantes ao trabalho de Sasaki et al. (2014) onde, foi avaliado nove adjuvantes, os tratamentos eram o adjuvante mais água e a testemunha somente água.

Para a avaliação do diâmetro, da densidade e da distribuição das gotas utilizou-se a metodologia proposta por Baio et al. (2015) e Ferreira et al. (2017), no qual, os papéis hidrossensíveis são digitalizados à 1200 dpi de resolução e analisados pelo software “Gotas”.

Para avaliação estatística os resultados foram submetidos a análise de variância através do software Sisvar v.5.6 (FERREIRA, 2014).

3.3 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

A realização do experimento ocorreu no dia 16 de outubro de 2018 sendo, após a colheita da aveia branca (*Avena sativa L.*), antecedendo a semeadura da soja (*Glycine max*) como observado na Figura 6.

Figura 6 – Aplicação da calda.



Fonte: Elaborado pelo autor

A altura de corte foi de 2 centímetros, como na colheita havia plantas acamadas a resteva ficou irregular, entretanto, não foi capaz de influenciar os resultados, uma vez que as tiras de papéis hidrossensíveis ficaram dispostas sobre a resteva como é possível ver na Figura 7.

Figura 7 – Papéis hidrossensíveis.



Fonte: Elaborado pelo autor

3.4 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Para a pulverização foi utilizado um pulverizador autopropelido da marca KUHN modelo Boxer 2021 H® (FIGURA 8). O aparelho pulverizador apresenta barras de 25 metros com espaçamento entre bicos de 0,5 metros.

Figura 8 – Pulverizador KUHN – BOXER 2021 H.



FONTE: Elaborado pelo autor

A velocidade de trabalho foi de 12 km/h, com pressão de 45 psi, resultando em uma vazão de 80 L/ha, de acordo com as especificações da ponta de pulverização, as gotas produzidas apresentam classificação de tamanho muito grossa.

As pontas de pulverização utilizadas foram do modelo Jacto® ADI 110 020 (FIGURA 9), de jato tipo leque plano padrão produzindo gotas grossas e muito grossas. De acordo com o fabricante, apresenta ótimo padrão de deposição de cobertura, menor risco de deriva e evaporação em condições climáticas desfavoráveis. Excelente para a aplicação de herbicidas pré-emergentes e pós-emergentes sistêmico e pré-emergentes podendo trabalhar entre 0,4 metros e 0,8 metros de altura do alvo (JACTO, 2014).

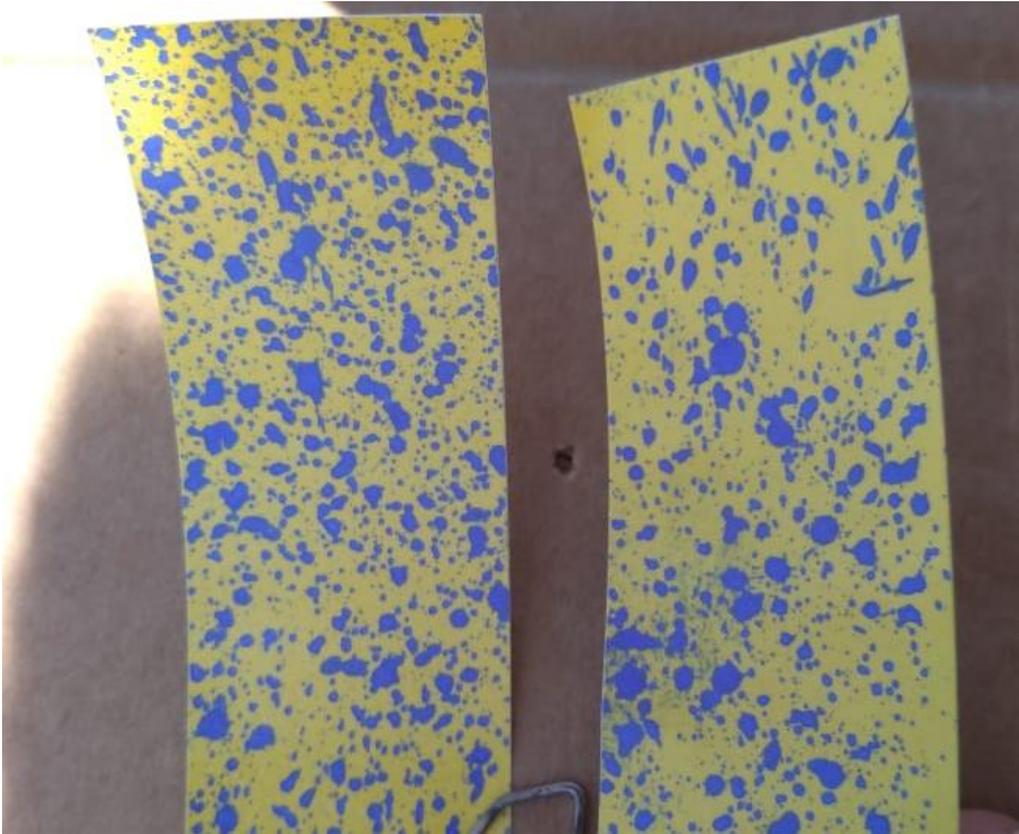
Figura 9 – Ponta modelo Jacto AVI 110020.



Fonte: Elaborado pelo autor

Para a coleta das amostras se empregou a utilização do papel sensível a água (76 x 26 mm) da marca Teejet® (FIGURA 10). Que são papéis amarelos que apresentam um revestimento que se colore com o contato de substâncias aquosas.

Figura 10 – Papel Hidrossensível.



Fonte: Elaborado pelo autor

O software para análise dos dados coletados é o programa “Gotas” (EMBRAPA), o qual permite fazer uma avaliação do volume aplicado, dispersão e densidade de gotas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os dados da estação da UFFS campus Cerro Largo, no momento da pulverização a temperatura estava 23°C, umidade relativa do ar 76% e velocidade do vento 3 Km/h. Para a dessecação, é ideal que a umidade relativa do ar esteja acima de 60%, temperatura inferior a 30°C e ventos abaixo de 8 Km/h (MAPA, 2002).

Para os valores do fator de dispersão de tamanho de gotas, não houve diferença significativa entre os tratamentos, portanto, a utilização dos adjuvantes Langer®, Orix®, Dash® e Antideriva® não causa interferência na dispersão das gotas conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Índice de Dispersão dos Tratamentos

| TRATAMENTO | PRODUTO | DISPERSÃO |
|------------|-------------|-----------|
| T1 | TESTEMUNHA | 0.815 a |
| T2 | DASH® | 0.854 a |
| T3 | ORIX® | 0.984 a |
| T4 | LANGER® | 0.853 a |
| T5 | ANTIDERIVA® | 0.972 a |
| CV (%) | | 12.19 |

*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Já para a taxa de cobertura de produto sobre a amostra, houve diferença significativa entre os tratamentos em que, a utilização de óleo mineral (Orix®) e óleo vegetal (Langer®) apresentaram baixa taxa de cobertura não diferindo da testemunha conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Taxa de Cobertura dos Tratamentos

| TRATAMENTOS | PRODUTO | COBERTURA (%) |
|-------------|-------------|---------------|
| T1 | TESTEMUNHA | 13.58 b |
| T2 | DASH® | 29.63 a |
| T3 | ORIX® | 13.99 b |
| T4 | LANGER® | 14.26 b |
| T5 | ANTIDERIVA® | 26.99 a |

CV (%)

8.02

*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O adjuvante (Dash®) e redutor de deriva (Antideriva®), apresentam resultados superiores de porcentagem de cobertura.

Os resultados do trabalho de Melo, et al (2016) atesta que a utilização de adjuvante surfatante apresenta maior taxa de cobertura se comparado com adjuvantes à base de óleo mineral e óleo vegetal.

Coma utilização de óleos há um aumento da tensão superficial e viscosidade dificultando sua desintegração em gotas pelo bico de pulverização, o que diminui seu ângulo de contato, no entanto, quando a dose de óleo é superestimada há o aumento no diâmetro de gotas e, quando a dose não é excedida não há aumento significativo no espectro, a gota apenas fica mais viscosa e aderente à superfície alvo (SANDERSON et al., 1997).

Portanto a utilização do adjuvante redutor de deriva se demonstra importante para ter uma melhor cobertura e uniformidade sobre o alvo, essa maior deposição de produto é devido justamente pelo contato do maior número de gotas, uma vez que, adjuvantes redutores de deriva atuam sobre a gota (McMULLAN, 2000).

A utilização de adjuvante surfatante também se demonstra eficiente, no entanto, a maior cobertura do produto sobre a amostra se deve devido à quebra de tensão superficial da gota, uma vez que o adjuvante surfatante Dash® não atua sobre o aspecto redutor de deriva.

Os tratamentos com óleo mineral e óleo vegetal apresentaram resultados inferiores sobre a cobertura de gotas na amostra, isso ocorre porque os adjuvantes Langer® e Orix® não têm efeito redutor de deriva ou efeito de quebra de tensão superficial.

Em relação ao diâmetro médio volumétrico (DMV) observou-se que o surfatante (Dash®) apresentou o maior valor dentre os tratamentos avaliados conforme a Tabela 5.

Tabela 5 – Diâmetro Médio Volumétrico.

| TRATAMENTOS | PRODUTO | DMV (μ) |
|-------------|------------|------------------|
| T1 | TESTEMUNHA | 380.70 c |
| T2 | DASH® | 497.70 a |

| | | |
|---------------|-------------|-----------|
| T3 | ORIX® | 402.52 cb |
| T4 | LANGER® | 398.80 cb |
| T5 | ANTIDERIVA® | 436.16 b |
| CV (%) | | 4.81 |

*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados corroboram com Chechetto e Antuniassi (2012) no qual, observaram que os tratamentos que receberam adjuvantes a base de óleo vegetal, óleo mineral e redutor de deriva o DMV não diferiu, e a utilização de surfatante Dash aumentou consideravelmente o DMV das gotas.

Trabalho realizado por Martini, et al (2015) também demonstra que os tratamentos que utilizaram o adjuvante Dash® apresentaram maior DMV em comparação aos tratamentos que utilizaram óleos.

A utilização de surfatante (Dash®) diferenciou significativamente entre os tratamentos, obtendo o maior resultado de DMV sobre a amostra devido ao maior contato superficial com o alvo, o que favorece a absorção do produto ativo. Uma vez que tem a capacidade de reduzir a tensão superficial da gota, diminuindo o ângulo de contato entre as gotas e o alvo, proporcionando maior molhamento e espalhamento sobre a superfície alvo (WAGNER., et al 2003).

Portanto os melhores resultados de percentual de cobertura e diâmetro médio volumétrico foram com a utilização de adjuvante surfatante. Assim, para a pulverização de dessecante com baixo volume de calda a utilização de tal adjuvante pode trazer benefícios. A utilização de redutor de deriva também oferece resultados satisfatórios, uma vez que, apresenta uma boa taxa de cobertura, pois as gotas apresentam maior resistência à deriva.

5 CONCLUSÃO

Nas condições em que o trabalho foi realizado conclui-se que:

A utilização dos adjuvantes avaliados não interfere na dispersão das gotas.

A taxa de cobertura é melhor quando utiliza-se surfatante Dash® e o redutor de deriva

O adjuvante Dash® teve melhor resultado sobre o diâmetro médio volumétrico.

O adjuvante Dash® obteve o melhor resultado na pulverização nas condições climáticas apresentadas no trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, Cleyton B. de; CUNHA, João P. A. R. da. **Aspectos qualitativos da avaliação de pulverizadores hidráulicos de barra na região de Uberlândia, Minas Gerais**. Jaboticabal: Eng. Agríc. maio/jun. 2010. v.30, n.3, p.555-562. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v30n3/19.pdf>> Acesso em:17/abril/2018.
- ALVARENGA, Cleyton B. de; et al. **Efeito do déficit de pressão de vapor d'água no ar na pulverização hidropneumática em alvos artificiais**. Uberlândia: Biosci. J. jan/feb. 2014. V.30, n.1, p.182-193. Disponível em:<<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/17986>> Acesso em: 17/abril/2018.
- ANTUNIASSI, Ulisses Rocha. **Qualidade em tecnologia de aplicação de defensivos**. V Congresso Brasileiro de Algodão. FCA/UNESP. Disponível em:<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba5/354.pdf> Acesso em:18/abril/2018.
- BAIO, F.H.R. et al. **Papel hidrossensível e alternativo fotográfico em ensaios de deposição de gotas**. Brazilian journal of Biosystems Engineering. v.9.p339-347, 2015.
- BAUER, F. C.; RAETANO, C. G. **Distribuição Volumétrica de Calda Produzidas pelas Pontas – Pulverização XR, TP e TJ sob Diferentes Condições Operacionais**. Viçosa - MG: Planta Daninha, 2004. v.22, n.2, p.275-284. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/pd/v22n2/21230.pdf>> Acesso em:30/abril/2018.
- CAMPOS, H.B.N. Teste dos adjuvantes. **Revista Cultivar Máquinas**. Porto Alegre, n. 164, p. 18-21, jul. 2016.
- COSTA, A.G.F. et al. **Efeito da Intensidade do Vento, da Pressão e de Pontas de Pulverização na Deriva de Aplicações de Herbicidas em Pré-Emergência**. Viçosa-MG: Planta Daninha, 2007. v. 25, n. 1, p. 203-210. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/pd/v25n1/a23v25n1.pdf>>Acesso em:18/abril/2018.
- CUNHA, J. P. A. R. et al. **Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas**. Viçosa-MG: Planta Daninha, 2003. v. 21, n. 2, p. 325-332.
- CUNHA, J. P. A. R. et al. **Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio**. Brasília: Pesq. agropec. bras., out. 2004. v.39. n.10. p.977-985.

FERREIRA, Daniel Furtado. **Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons**. Ciênc. agrotec. 2014, vol.38, n.2 pp. 109-112. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>> Acesso em: 28/10/2018.

FERREIRA, M.C. et al. **Distribuição Volumétrica e Diâmetro de Gotas de Pontas de Pulverização de Energia Hidráulica para Controle de Corda-de-Viola**. Viçosa - MG: Planta Daninha, 2011. v.29, n.3, p.697-705. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/pd/v29n3/24.pdf>>Acesso em:24/abril/2018.

FERREIRA, S.L. **Cobertura proporcionada pela mistura de diferentes inseticidas e adjuvantes na cultura da soja**. VI Congresso Estadual de Iniciação Científica e Tecnológica do IF Goiano IF Goiano - Campus Urutaí. 2017.

FORNAROLLI, Donizeti A. **Influência do horário de aplicação no comportamento de atrazine e misturas aplicadas em pós-emergência na cultura do milho**. Viçosa-MG: Planta daninha, 1999. vol.17, n.1, pp.119-130. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-83581999000100011&script=sci_abstract&tlng=pt>Acesso em:17/abril/2018.

JACTO. **Catálogo de pontas hidráulicas modelo avi**. 2014. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/1-jacto.com.br/files/product_files_0_1492535269_Folheto_Jacto_AVI_PT_930001872.pdf> Acesso em: 28/outubro/2018.

MAPA. **Tecnologia de dessecação de plantas daninhas no sistema plantio direto**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2002 Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/238257/1/CT200210.pdf>> Acesso em: 28/outubro/2018.

MARTINI, A.T. et al. **Influência de adjuvantes e pontas de pulverização na deriva de aplicação de glyphosate**. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 33, n. 2, p. 375-386, 2015

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

MELO, A.A. et al. **Efeito de adjuvantes na cobertura de gotas de inseticida**. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Departamento de Defesa Fitossanitária, Santa Maria, RS, Brasil, 2016.

MOTA, Alisson Augusto Barbieri. **Quantificação do ar incluído e espectro de gotas de pontas de pulverização em aplicações com adjuvantes**. 2011. 74 f.

Tese (doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp - Campus de Botucatu, Curso de Agronomia, São Paulo, 2011.

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

NASCIMENTO, A.B. et al. **Determinação do tamanho da amostra de papéis hidrossensíveis em experimentos ligados à tecnologia de aplicação.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.34, n.6, p. 2687-2696, 2013

OLIVEIRA, Rone Batista de. **Caracterização funcional de adjuvantes em soluções aquosas.** 2011. 134 f. Tese (doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp - Campus de Botucatu, Curso de Agronomia, São Paulo, 2011.

PERESSIN, V.A. et al. **Aplicação em jato dirigido em cana-de-açúcar. II: Espaçamento entre bicos turbo floodjet para a aplicação de herbicidas.** Planta Daninha: 1996. vol.14, n.2, p.86-92. Disponível em:<
<http://www.scielo.br/pdf/pd/v14n2/a01v14n2.pdf>> Acesso em:23/abril/2018.

CHECHETTO, R.G.; ANTUNIASSI, U.R. **Espectro de gotas gerado por diferentes adjuvantes e pontas de pulverização.** Energ. Agric., Botucatu, vol. 27, n.3, julho-setembro, 2012, p.130-142

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

SASAKI, R.S. et al. **Adjuvantes nas propriedades físicas da calda, espectro e eficiência de eletrificação das gotas utilizando a pulverização eletrostática.** Departamento de Engenharia Agrícola (DEA), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG, Brasil. 2014.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Conceitos e aplicações dos adjuvantes.** Passo Fundo: Embrapa, 2006. 10 p. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 56). Disponível em:<http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do56.htm> Acesso em:24/abril/2018.

VELLOSO, A.R. de O.; GASSEN, D. N.; JACOBSEN, L. A. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas com pulverizadores de barra.** Passo Fundo. Embrapa, 1984. 50p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 5). Disponível em:<
<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107849/1/1984-velloso-tecnologia-de-aplicacao-de-defensivos.pdf>> Acesso em: 20/abril/2018.

WAGNER, P. et al. **Quantitative assessment to the structural basis of water repellency in natural and technical surfaces.** Journal of Experimental Botany, Oxford, v. 54. n. 385, p. 1295-1303, 2003.