

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS  
ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

**DESEMPENHO DE PONTAS DO TIPO CONE COM  
VARIAÇÃO DA TAXA DE APLICAÇÃO E  
VELOCIDADE DE PULVERIZAÇÃO NA CULTURA  
DO ALGODOEIRO**

**MONYSE FIN BARBOSA**

**SINOP  
MATO GROSSO – BRASIL  
2017**

**MONYSE FIN BARBOSA**

**DESEMPENHO DE PONTAS DO TIPO CONE COM VARIAÇÃO  
DA TAXA DE APLICAÇÃO E VELOCIDADE DE PULVERIZAÇÃO  
NA CULTURA DO ALGODOEIRO**

Orientador: **Prof Dr Thiago Martins Machado**

Trabalho de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Mato  
Grosso - UFMT - Campus  
Universitário de Sinop, como parte  
das exigências para a obtenção do  
título de Engenheira Agrícola e  
Ambiental.

**SINOP  
2017**

### **Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.**

B238d Barbosa, Monyse Fin.

Desempenho de pontas do tipo cone com variação da taxa de aplicação e velocidade de pulverização na cultura do algodoeiro / Monyse Fin Barbosa. -- 2017

28 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Thiago Martins Machado.

TCC (graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, 2017.

Inclui bibliografia.

1. Algodão. 2. Qualidade de gotas. 3. Tecnologia de aplicação. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pela autora.

**Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS  
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL  
COMISSÃO DE TRABALHO DE CURSO



## TERMO DE APROVAÇÃO DE TC

TÍTULO DO TRABALHO: DESEMPENHO DE PONTAS DO TIPO CONE COM VARIÇÃO NA TAXA DE APLICAÇÃO E VELOCIDADE NA PULVERIZAÇÃO DE DEFENSIVOS NA CULTURA DO ALGODOEIRO

ACADÊMICA: **MONYSE FIN BARBOSA**

ORIENTADOR: PROF. DR. THIAGO MARTINS MACHADO

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Thiago Martins Machado  
Orientador

Prof. Dr. Diego Augusto Fiorese  
Membro

Eng. Agrí. e Amb. Gabriel Benhossi  
Membro

DATA DA DEFESA: 18 de Novembro de 2017.

## **Dedicatória**

Dedico a minha mãe Rosinha Fin pela dedicação com os filhos e perseverança para instruir no caminho correto da vida. Exemplo de mãe e amiga. Pela sua insistência e confiança dedicados a mim. Pela sua paciência. Por todo o seu amor.

## **Agradecimentos**

Agradeço imensamente a Deus por ter me dado luz nos momentos mais difíceis ao longo da jornada.

A minha grande amiga que sempre me fortaleceu com suas palavras Camila Aparecida Antoniazzi.

Ao meu pai Marcos José Barbosa e irmão Marlon Fin Barbosa de apesar das dificuldades puderam de alguma forma colaborar.

Ao meu orientador Thiago Martins Machado por seu apoio, confiança e ensinamentos.

Ao Gabriel Benhossi pela confiança, dedicação e companheirismo.

Agradeço aos queridos Adelina Vitória, Ronan e Fernando Maia por se disponibilizarem a colaborar com o experimento.

Aos amigos que fiz na graduação Gustavo e André por todas as conversas de apoio.

A todos os colegas que contribuíram com palavras de incentivo, ajudas nas disciplinas e amizade.

O meu mais sincero Obrigada!

## SUMÁRIO

RESUMO .....	8
ABSTRACT .....	9
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1 O Algodão .....	11
2.2 Ramulária.....	11
2.3 Tecnologia de aplicação .....	12
2.4 Pontas do tipo Cone.....	13
2.5 Qualidade de Gotas na Pulverização .....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
5 CONCLUSÓES .....	26
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

## RESUMO

O algodão se destaca como matéria prima produzida no estado de Mato Grosso devido a sua adaptação ao clima, rentabilidade e seu cultivo em sucessão com a soja. Por ser uma cultura susceptível ao ataque de fungos, destacando-se a ramulária que ataca inicialmente as folhas da parte inferior da planta, são realizados altos investimentos em defensivos agrícolas tornando este cultivo oneroso. A tecnologia de aplicação consiste em aumentar a eficácia da aplicação de insumos, com o correto uso do produto no alvo e sem contaminação do meio ambiente ao redor. Com o intuito de abater os gastos e melhorar os parâmetros da aplicação, o trabalho tem por objetivo ensaiar diferentes tipos de pontas de jato cônico e pingente, variando a taxa de aplicação e velocidade na pulverização do algodoeiro. Foram utilizadas ponta de jato cone vazio da marca TeeJet Tx, cone cheio da marca MagnoJet CH100, cone oco da marca Hypro 30HCX10 e pingente Lechler associado com a cone oco da marca Hypro 30HCX10. As velocidades avaliadas foram 20 e 27 km h<sup>-1</sup>. As taxas de aplicações foram de 50 e 80 L ha<sup>-1</sup>. Os parâmetros avaliados foram: DMV, amplitude relativa (dispersão), volume, densidade e cobertura. O DMV foi satisfatório para todos os tratamentos. A ponta de jato cone cheio obteve resultados inferiores nos parâmetros densidade de gotas, DMV e dispersão. Na velocidade superior os parâmetros volume de aplicação, densidade e cobertura obtiveram resultados melhores em comparação com a velocidade mais baixa. A taxa de aplicação mais alta melhorou os parâmetros de qualidade de aplicação na densidade de gotas, cobertura e volume. O acessório pingente não obteve resultado significativo para densidade, dispersão, volume e cobertura na cultura do algodoeiro.

**Palavras-chave:** Algodão, qualidade de gotas, tecnologia de aplicação.

## ABSTRACT

Cotton stands out as a raw material produced in the state of Mato Grosso due to its adaptation to climate, profitability and its cultivation in a succession with soybean. Because it is a crop susceptible to fungi attack, especially the ramularia that attacks the leaves of the lower part of the plant, high investments are made in agricultural pesticides making this crop costly. The application technology consists in increasing the efficiency of the application of inputs, with the correct use of the product in the target and without contamination of the surrounding environment. In order to reduce costs and improve the parameters of the application, the objective of this work is to test different types of conical and pendant jet tips, varying the rate of application and speed of cotton spraying. Empty cone tip of the TeeJet Tx brand, full cone of the brand MagnoJet CH100, hollow cone of the brand Hypro 30HCX10 and Lechler pendant associated with the hollow cone of the brand Hypro 30HCX10 were used. The velocities evaluated were 20 and 27 km h<sup>-1</sup>. The application rates were 50 and 80 L ha<sup>-1</sup>. The parameters evaluated were: DMV, relative amplitude (dispersion), volume, density and coverage. DMV was satisfactory for all treatments. The full cone jet tip obtained lower results in the parameters of droplet density, DMV and dispersion. At the top speed the parameters application volume, density and coverage obtained better results compared to the lowest speed. The higher application rate improved the application quality parameters in droplet density, coverage and volume. The pendant accessory did not obtain significant results for density, dispersion, volume and coverage in the cotton crop.

**Keywords:** Application technology, cotton, drops quality.

## 1 INTRODUÇÃO

O algodão representa uma das grandes atividades agrícolas no Brasil, além de produzir matéria prima para a indústria têxtil, também têm significativo subproduto de alto valor agregado, o óleo vegetal, extraído do caroço do algodoeiro utilizado na alimentação humana, fabricação de margarina, sabão e cosméticos. Por estes motivos, é constatado o crescimento das áreas destinadas à cultura do algodoeiro ao longo dos anos (EMBRAPA, 2007).

O crescimento acelerado de novas áreas agrícolas é acompanhado pela utilização de novas tecnologias e investimentos na qualidade da fibra do algodoeiro. As práticas de manejo adequadas são importantes para esta cultura devida sua fragilidade, as doenças são responsáveis pela baixa produtividade de fibra e altos gastos com defensivos agrícolas.

Devido ao Mato Grosso possuir clima e relevo favoráveis a esta cultura o estado vem se destacando em produtividade e mecanização. Visto isso, é essencial que a tecnologia de aplicação seja melhorada para evitar gastos excessivos com defensivos agrícolas e aumentando ainda mais o rendimento médio por hectare.

Estudos de análise dos custos de produção feita pela CONAB (2017) indicam que o uso de insumos agrícolas corresponde a 58% dos custos operacionais. Observa-se a necessidade de melhoria de gestão no processo produtivo e de comercialização.

Com a intenção de melhorar a gestão no processo produtivo é de grande importância pesquisas nessa área para que se otimize o processo. Devido ao algodão ser susceptível a doenças fúngicas, é feito altos investimentos na aplicação de defensivos para antecipar possíveis casos. Por isso, é de alta relevância que a tecnologia seja melhorada a fim de abater gastos nas aplicações ao longo do cultivo gastando menos insumos com aplicações mais eficientes.

A correta seleção de pontas é um dos principais componentes na pulverização, pois é ela que irá formar tamanho de gotas de qualidade ideal de acordo com o tratamento proposto.

A velocidade de aplicação é algo pouco estudado para a cultura do algodoeiro. E a qualidade da aplicação poderá ser alterada quando avaliado juntamente com as pontas. Podendo então, aumentar a rendimento operacional sem comprometer a qualidade de aplicação.

O objetivo do trabalho foi ensaiar diferentes tipos de pontas de jato cônico e pingente em condições de campo, variando a taxa de aplicação e velocidade a fim de encontrar melhores indicadores de qualidade na pulverização do algodoeiro.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 O Algodão**

A principal região produtora de algodão, o Cerrado, possui forte relação com a produção de soja e é importante que seja tardio para que a colheita do algodão ocorra após o período chuvoso. Acaso se acontecer abertura dos frutos (maçã) no período chuvoso resultará em prejuízos nas fibras e favorecerá doenças causadas por fungos. Utilizado com intenção de integrar um sistema de rotação com a soja, o algodoeiro acabou resultando em um cultivo rentável com uso intensivo de tecnologia, capital e na formação de gestão empresarial (CONAB, 2017).

O IMEA (2017) divulgou que o custo de produção do algodão safra 2017/2018 está avaliado em R\$8.148,59 ha<sup>-1</sup> em Mato Grosso, onde na região do médio-norte os gastos com defensivos somam 40% do custo total.

De acordo com a CONAB (2017) o Mato Grosso é o maior produtor de algodão em pluma do Brasil com uma produtividade média de 1496 mil kg ha<sup>-1</sup>. Com uma área de 600,8 mil hectares destinados ao cultivo do algodão na safra 2015/16.

Devido os gastos com insumos ter grande participação, é essencial um bom manejo na lavoura visto que a região do Cerrado têm condições que favorecem a manifestação de pragas, fazendo as aplicações dos defensivos com maior eficácia a produtividade e a qualidade do algodão não serão prejudicadas.

### **2.2 Ramulária**

O crescimento na área destinada ao cultivo do algodão nos últimos anos é consequência do uso de novas tecnologias e investimentos no melhoramento genético de plantas aumentando sua produção e tornando seu cultivo mais rentável. Um dos empecilhos para o sucesso desta atividade são as doenças que causam baixa produtividade e qualidade das fibras do algodão e, desta forma, elevados gastos com o uso de insumos agrícolas para o combate das doenças, tornando este cultivo oneroso.

Uma das principais doenças do algodoeiro é a ramulária causada pelo fungo *Ramularia areola* Atk. Por ter um clima favorável, o cerrado brasileiro é favorável ao

desenvolvimento deste patógeno. O que justifica o uso da pulverização intensa para o controle químico evitando maiores perdas ou baixa qualidade na fibra do algodão (Chitarra, 2008).

Segundo SUASSUNA et al. (2006) nos primeiros indícios da doença no algodoeiro, a ramulária era identificada no final do ciclo da cultura. Porém com a intensificação do cultivo do algodão essa doença passou a ser um agravante devido o seu aparecimento quando as folhas novas sombreiam as folhas mais velhas, aliada a umidade alta. Os primeiros sintomas da doença são manchas branco-azulada nas folhas mais velhas. Podendo, ao longo do tempo, ocasionar lesões, esporulação do patógeno, de coloração branca e feição pulverulenta.



Figura 1. Sintomas da macha de ramulária na folha do algodoeiro. Fonte: Suassuna et al (2006).

A doença da ramulária causa a desfolha precoce e acentuada no algodão, ocasionando uma redução da área foliar fotossintetizante o que pode acarretar em perda de até 35% no rendimento da planta. Para melhor controle da ramulária é necessário aplicações de fungicidas nos indícios da doença, podendo realizar 3 a 4 vezes durante todo ciclo do algodão em intervalos de 15 dias (FACUAL, 2006).

### **2.3 Tecnologia de aplicação**

Segundo MATUO et. al. (1998), o objetivo da engenharia da aplicação é aumentar a eficácia da aplicação dos agrotóxicos, fazendo o uso de conhecimentos científicos para uma correta aplicação de um produto biologicamente ativo no alvo, de maneira econômica e com a mínima contaminação de outras áreas.

De acordo com ANDEF (2004) a aplicação se baseia na deposição de gotas sobre um alvo, com densidade e tamanho adequados ao objetivo selecionado. E a pulverização é o processo físico-mecânico que transforma um líquido em partículas ou gotas.

O controle fitossanitário enfrenta diversos problemas devido o algodoeiro apresentar várias espécies de insetos-praga desde a fase de emergência até a maturação, resultando em perdas de produtividade e qualidade do produto. O sucesso da produção depende de práticas eficientes, possibilitando a sustentabilidade do tratamento fitossanitário (CAVALIERI, 2013).

Além de escolher corretamente o produto a ser aplicado, é de importância saber a forma mais adequada de aplicar esse produto, a fim de garantir que o mesmo alcance o alvo com eficiência, reduzindo as perdas (CUNHA et al., 2008).

Neste sentido, os produtores dão relevância ao produto fitossanitário a ser aplicado e pouca importância à tecnologia de aplicação (CARVALHO et. al.; 2014).

A CONAB (2017) com dados de custos de produção dos municípios de Sorriso, Campo Novo dos Parecis, Campo Verde e Rondonópolis no estado de Mato Grosso, revela que os defensivos agrícolas são responsáveis por mais de 40% dos custos operacionais no cultivo do algodão no ano-safra 2016/17.

Segundo BALASTREIRE (1987) a pulverização deve ser evitada no evento de ventos fortes para impedir o fenômeno da deriva, que é responsável pelo arraste das partículas da pulverização para distante do alvo desejado.

Saab et. al. (2002) avaliou o efeito de tamanho de gotas em diferentes taxas de aplicação de agrotóxicos em folhas de videira usando pontas de jato plano e volumes de 312 a 569 L ha<sup>-1</sup> e concluiu que o aumento do volume propicia maior depósito de gotas sem alteração no nível de perdas.

## **2.4 Pontas do tipo Cone**

As pontas são responsáveis por transformar a calda da pulverização em gotas. E devido a isto, deve-se escolher seu formato de acordo com a aplicação pretendida, as pontas com jato cônico são utilizadas quando se pretende maior quantidade em volume por área (Balastreire, 1987).

Segundo CUNHA et al. (2004) as pontas de jato cônico vazias apresentaram gotas de menor tamanho por isso, proporcionaram maior densidade de gotas depositadas sobre o alvo.

Nas pontas com jato cônico o núcleo possui orifícios em ângulo fazendo com que a calda adquira um movimento circular ou espiral, posteriormente a calda passa através do orifício circular do disco se abrindo em formato cônico. Por esta característica proporcionam uma melhor cobertura foliar de uma cultura (ANDEF, 2004).

No mercado existem várias configurações para pontas cone, as principais são de jato cone cheio e jato cone vazio.

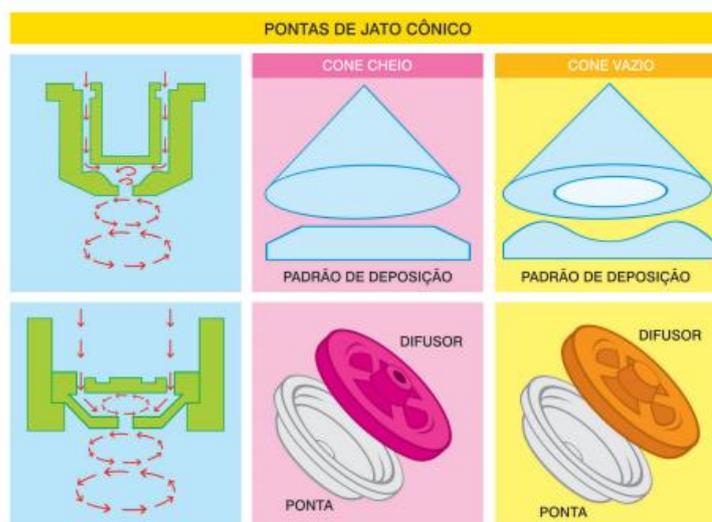


Figura 2. Desenho de deposição do cone cheio e cone vazio. Fonte: Manual ANDEF 2004.

Segundo catálogo da Hypro (2005) a ponta do tipo jato oco são indicadas para aplicação de fungicidas e inseticidas, ideal para aplicação produtos de contato ou sistêmicos, suas gotas são atomizadas produzindo gotículas de tamanho fino e ângulo padrão de 80°, podendo trabalhar a uma faixa de pressão entre 3 a 6 bar.

## 2.5 Qualidade de Gotas na Pulverização

Segundo Viana et al. (2010) a amplitude relativa (AR), o diâmetro médio volumétrico (DMV) e a porcentagem de gotas com diâmetros menores que 100  $\mu\text{m}$  são os principais parâmetros para determinação da população de gotas. Estes parâmetros determinam o potencial de deriva, tamanho e homogeneidade das gotas produzidas pelo bico utilizado na pulverização. Os valores de DMV e amplitude relativa necessitam ser avaliados conjuntamente para caracterizar a pulverização.

A amplitude relativa (AR) é determinada pela equação a seguir, tal que:  $D_{v0,1}$  – diâmetro de gota onde 10% do volume pulverizado é composto por gotas de tamanho inferior a esse valor,  $D_{v0,5}$  - diâmetro de gota onde 50% do volume é constituído por

gotas inferiores a esse valor (DMV),  $D_{v0,9}$  – diâmetro de gota onde 90% do volume é composto por gotas inferiores a esse valor.

$$AR = \frac{D_{v0,9} - D_{v0,1}}{D_{v0,5}}$$

O DMV classifica o tamanho de gotas produzidas, dividindo a massa de gotas em duas partes, sendo a somatória dos volumes menores que o DMV é igual à somatória dos volumes superiores que o DMV. O tamanho de gotas determina a capacidade da pulverização de alcançar o alvo, gotas de menores tamanhos resultam em maiores coberturas (gotas  $\text{cm}^2$ ), da mesma forma que resultam em maior penetração. Em contrapartida, gotas de tamanhos pequenos são susceptíveis à evaporação e deriva (ANTUNIASSI, BAIO. 2004).

A taxa de aplicação é a quantidade de volume de calda que é aplicado por hectare e esta influencia na deposição das gotas, pois define a quantidade de gotas produzidas. Estudos com velocidades mais altas são relevantes devido que o produtor poderá ter seu rendimento operacional elevado sem comprometer a aplicação.

Taxa de aplicação não possui um valor pré-estabelecido devido ser dependente de outros fatores como: tipo de ponta empregada, condições do clima, produto a ser pulverizado, entre outros. O volume de aplicação é consequência da aplicação e não o objetivo, ou seja, o importante é a cobertura desejada no alvo pretendido (ANDEF, 2004).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na fazenda Ribeiro do Céu pertencente ao Grupo Terra Santa Agro S/A localizada no município de Nova Mutum - MT nas coordenadas médias 13°95'S e 55°78'W, com temperatura de 27,8 °C, velocidade do vento de 5,5 Km h<sup>-1</sup> e umidade relativa de 30%, dados da estação meteorológica da fazenda. Utilizando um pulverizador autopropelido da marca John Deere modelo 4730 com 245 Hp e capacidade de tanque para 3000 litros, com uma barra de pulverização de trinta metros composta por 60 bicos de espaçamento 0,5 m.

A cultivar utilizada no experimento foi a 967 da Bayer, com espaçamento de 0,76 metros, estando em uma altura média de 1,30 m. A pulverização foi realizada com o fungicida de contato Mertin da marca Syngenta na dose 0,5 L ha<sup>-1</sup> para o combate da ramulária.

A tabela 1 apresenta as pontas utilizadas e a figura 3 mostra o formato do pingente Lechler associado com a ponta cone oco da marca Hypro 30HCX10.

Pontas	Tipo de jato	Marcas
P1	Cone vazio	TeeJet Tx
P2	Cone cheio	MagnoJet CH100
P3	Cone oco	Hypro 30HCX10
P4	Cone oco	Pingente Lechler e ponta Hypro 30HCX10

Tabela 1. Pontas utilizadas e tipo de jato cônico.



Figura 3. Disposição do Pingente Lechler associado com a ponta Hypro 30HCX10.

As velocidades avaliadas foram: V1 – 20 km h<sup>-1</sup> e V2 – 27 km h<sup>-1</sup>. Os volumes de aplicações foram de T1 – 50 L ha<sup>-1</sup> e T2 – 80 L ha<sup>-1</sup>. E a altura da barra usada em relação à altura da cultura do algodão foi de 0,5 metros.

Inicialmente as pontas foram submetidas as pressões de pulverização de 3 bar para conferir informações obtidas pelos fabricantes sobre os intervalos de vazão de cada uma, garantindo que seus limites não ultrapassariam o volume de aplicação almejado. Utilizando câmaras de borrachas para o direcionamento da pulverização e borrachinhas para o acoplamento nos bicos foi conseguido todo volume de calda expelido pelas pontas em baldes de plástico resistente, coletando essa calda no tempo de um minuto seguindo a metodologia de Matuo (1990). Após a coleta de calda o volume foi pesado, considerando a densidade igual a da água, para a comparação dos volumes registrados em cada ponta, não podendo ter variação de mais de 10%. Esse procedimento foi realizado com o uso de EPIs.

Para determinar o espectro das gotas de pulverização, foram usados papéis hidrossensíveis da marca Syngenta. Os papéis foram dispostos nas linhas de plantio no dossel das plantas (terços superior, médio e inferior) utilizando fita dupla-face com o auxílio de pregadores para fixação dos papéis nas folhas do algodoeiro para melhor aproximação da realidade da aplicação.



Figura 4. Papéis hidrossensíveis nos terços superior, médio e inferior do algodão.

Segundo Baesso et al. (2014) deve-se alocar as etiquetas nas posições em que se deseja analisar o espectro de gotas da pulverização. Após o procedimento, as etiquetas necessitam ser identificadas e fotografadas ou escaneadas para em seguida, fazer seu processamento.

Após a pulverização os papéis foram colhidos e dispostos em um caderno com a devida identificação de cada tratamento, escaneados por uma impressora da marca Hp multifuncional 600x600 dpi ImageRET 3600 para posterior análise pelo programa Gotas desenvolvido pela Embrapa (2000) para análise de deposição de agrotóxicos.

O delineamento adotado foi em faixas no esquema de parcelas subdivididas com 4 repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste de Scoot-knott aplicado a 5% de probabilidade para a comparação de médias. Para a determinação estatística fez-se o uso do programa Sisvar, versão 5.6.

O esquema a seguir mostra como as faixas foram divididas em campo.

V1T1	V2T1	V1T2	V2T2
↑	↓	↑	↓
P1 P2 P3 P4	P4P3P2P1	P1 P2 P3 P4	P4P3P2P1

Figura 5. Esquema da disposição em faixas e tratamentos realizados.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após analisadas as amostras e feito estatísticas, obteve os resultados a seguir:

Tabela 2. Análise de variância, aplicado a 5% de probabilidade para comparação de médias pelo teste de Scott-Knott.

PONTAS	DISPERSÃO (AR)	VOLUME (L ha <sup>-1</sup> )	DENSIDADE (gotas cm <sup>-2</sup> )	COBERTURA (%)	DMV (µm)
P1	0,66 a	11,72 a	46,18 b	3,44 a	192,03 a
P2	0,72 b	12,93 a	32,02 a	3,30 a	246,49 b
P3	0,60 a	11,77 a	51,47 b	3,55 a	196,82 a
P4	0,62 a	10,71 a	46,56 b	3,22 a	199,83 a
<b>Velocidades</b>					
V1	0,65 a	8,02 a	30,21 a	2,30 a	211,80 a
V2	0,65 a	15,54 b	57,91 b	4,46 b	205,78 a
<b>Taxas</b>					
T1	0,58 a	7,23 a	25,17 a	2,04 a	213,43 a
T2	0,73 b	16,33 b	62,95 b	4,72 b	205,78 a
<b>Altura</b>					
Superior	0,70 b	16,83 c	61,83 c	4,80 c	215,45 a
Médio	0,65 a	11,87 b	45,74 b	3,44 b	205,40 a
Inferior	0,61 a	6,64 a	24,60 a	1,90 a	205,52 a
<b>Teste F</b>					
P	3,106*	0,72 <sup>ns</sup>	3,15*	0,21 <sup>ns</sup>	27,63*
V	0,008 <sup>ns</sup>	50,04*	34,49*	48,13*	1,55 <sup>ns</sup>
Ta	25,88*	73,03*	64,17*	73,71*	3,71 <sup>ns</sup>
Alt	3,74*	20,61*	25,20*	22,20*	1,25 <sup>ns</sup>
PxV	0,52 <sup>ns</sup>	4,48*	1,79 <sup>ns</sup>	3,67*	3,94*
PxTa	0,24 <sup>ns</sup>	1,89 <sup>ns</sup>	3,37*	2,43 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>
VxTa	3,98 <sup>ns</sup>	1,40 <sup>ns</sup>	4,42*	1,95 <sup>ns</sup>	2,46*
PxVxTa	1,65 <sup>ns</sup>	3,33*	1,22 <sup>ns</sup>	2,80 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>
AltxP	1,26 <sup>ns</sup>	0,2 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	0,68 <sup>ns</sup>	1,08 <sup>ns</sup>
AltxV	0,48 <sup>ns</sup>	2,02 <sup>ns</sup>	2,26 <sup>ns</sup>	2,12 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>
AltxTa	1,61 <sup>ns</sup>	5,05*	6,64*	5,63*	1,42 <sup>ns</sup>
AltxPxV	0,61 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	1,11 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>
AltxPxTa	1,27 <sup>ns</sup>	1,07 <sup>ns</sup>	2,03*	1,34 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>
AltxVxTa	2,35 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	3,17*
AltxPxVxTa	1,27 <sup>ns</sup>	2,87*	2,95*	2,77*	0,48 <sup>ns</sup>
CV %	27,28	54,17	64,22	55,26	13,85

Pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade de erro, as médias seguidas de mesma letra não diferem entre si. Ns: não significativo. \*Significativo à 5% de probabilidade de erro. CV: Coeficiente de variação.

Podemos verificar pelos resultados que pontas não apresentaram resultados significativos nos parâmetros volume e cobertura, a velocidade não apresentou significância para os parâmetros dispersão e DMV. A taxa de aplicação e as alturas não apresentaram significativos resultados para DMV.

Para comparação do parâmetro de dispersão quanto menor o valor tendendo a zero mais homogêneo é considerada a aplicação (COSTA, 2009). Diante disto, observa-se que a ponta 2 (P2) obteve o pior, e pelo resultado estatístico as pontas P1, P3 e P4 não se diferenciaram.

De acordo com ANDEF (2004) as gotas da pulverização são classificadas de acordo com os tamanhos, e cada intervalo possui uma melhor recomendação na aplicação de defensivos.

Tabela 3. Classificação de gotas de pulverização segundo ANDEF (2004)

Classe de Pulverização	DMV ( $\mu\text{m}$ )	Recomendação
Muito fina	<100	Fungicidas,
Fina	100 – 175	Inseticidas e
Média	175 – 250	Herbicidas de contato.
Grossa	250 – 375	Dessecação
Muito Grossa	375 – 450	com herbicidas
Extremamente grossa	>450	sistêmicos.

Observando a interação entre pontas e velocidades apresentaram diferença estatística nos parâmetros dispersão, cobertura e DMV. A interação ponta e taxas de aplicação nota-se diferença no parâmetro densidade de gotas, e a interação velocidades e taxas de aplicação nota-se diferenças além na densidade de gotas no DMV. A interação pontas, velocidades e taxas de aplicação apresentou diferença estatística apenas no parâmetro volume.

Verificando a interação altura, ponta e taxa de aplicação apenas o parâmetro densidade foi significativo. E na interação altura, volume e taxa de aplicação apenas o DMV.

Analisando os resultados do DMV (Tabela 2) de cada ponta os resultados estão dentro do recomendado pela ANDEF (2004) para fungicida, com classificação de tamanho de gotas Média.

Tabela 4. Desdobramento da interação Pontas e Velocidades em relação ao DMV.

Pontas	DMV ( $\mu\text{m}$ )	
	V1	V2
P1	183,53 A	200,53 A
P2	245,73 C	247,25 B
P3	209,90 B	183,74 A
P4	208,04 B	191,62 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, à 5% de probabilidade de erro.

De acordo com a Tabela 4 a velocidade não interferiu no tamanho de gotas da pulverização de modo a acarretar a qualidade estando nos intervalos recomendados para fungicidas.

ZAIDAN (2012) em um trabalho analisou diferentes pontas na pulverização terrestre, em um volume de aplicação de 120 L ha<sup>-1</sup> verificou melhora na deposição de gotas na parte superior da planta em velocidade de deslocamento alta na pulverização.

A tabela a seguir mostra a análise do desdobramento das alturas superior, médio e inferior de cada interação entre velocidade e taxa de aplicação para o DMV.

Tabela 5. Desdobramento da interação altura dentro de cada nível de velocidade e taxa de aplicação em relação ao DMV.

Tratamento	DMV ( $\mu\text{m}$ )		
	Altura		
	Superior	Médio	Inferior
V1T1	235,05 A	197,30 B	228,31 B
V1T2	209,11 A	212,32 A	188,69 A
V2T1	201,69 A	205,87 A	212,37 A
V2T2	215,93 A	199,61 A	199,22 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, à 5% de probabilidade de erro.

Observando a Tabela 5 os valores de DMV não estão fora do intervalo de tamanho de gotas indicados para fungicida.

A Tabela 6 demonstra que a análise do desdobramento de velocidade dentro de cada interação entre altura (superior, médio e inferior) e taxa de aplicação (T1 e T2) para o DMV não superaram os limites recomendados para a pulverização de fungicidas.

Tabela 6. Desdobramento da interação taxa de aplicação dentro de cada nível de altura e velocidade em relação ao DMV.

Altura/Velocidade	DMV ( $\mu\text{m}$ )	
	T1	T2
Sup V1	235,05 B	209,11 A
Sup V2	201,69 A	215,93 A
Med V1	197,30 A	212,32 A
Med V2	212,37 A	199,61 A
Inf V1	228,31 A	188,69 A
Inf V2	205,87 A	199,22 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, à 5% de probabilidade de erro.

O parâmetro de volume se faz necessário para ter conhecimento da quantidade da aplicação chega ao alvo desejado, e devido a isto se a aplicação será suficiente para combater doenças e pragas relacionadas à cultura cultivada.

A Tabela 7 mostra a análise de desdobramento das alturas dentro de cada nível da interação ponta, velocidade e taxa de aplicação para o volume aplicado. Podendo ser observado que tratamentos a maior taxa de aplicação de 80 L ha<sup>-1</sup> (T2) obtiveram os maiores valores volumétricos.

De acordo com SOUZA et al (2007) a deposição de gotas é maior nas folhas mais altas e diminui para as folhas médias e inferiores, onde ocorre maior frequência de doenças fúngicas no algodoeiro.

Tabela 7. Desdobramento da interação altura dentro de cada nível de ponta, velocidade e taxa de aplicação em relação ao volume.

Tratamentos	Volume (L ha <sup>-1</sup> )		
	Superior	Médio	Inferior
P1V1T1	3,75 A	1,15 A	1,56 A
P1V1T2	11,65 A	10,06 A	2,23 A
P1V2T1	14,29 A	7,40 A	12,05 A
P1V2T2	36,41 B	30,60 B	9,54 A
P2 V1T1	4,60 A	3,50 A	3,13 A
P2 V1T2	24,38 B	12,39 A	3,64 A
P2 V2T1	31,10 B	13,99 A	6,91 A
P2 V2T2	17,70 A	20,86 A	12,91 A
P3 V1T1	2,56 A	2,32 A	2,48 A
P3 V1T2	23,26 B	18,01 B	6,44 A
P3 V2T1	11,74 A	10,54 A	7,19 A
P3 V2T2	29,26 B	17,30 A	10,11 A
P4 V1T1	5,65 A	1,23 A	2,13 A
P4 V1T2	14,44 A	20,03 A	11,81 A
P4 V2T1	10,55 A	9,34 A	4,44 A
P4 V2T2	28,00 B	11,10 A	9,74 A

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, à 5% de probabilidade de erro.

A tabela seguinte apresenta a variável densidade (gotas cm<sup>-2</sup>) e o desdobramento de altura dentro de cada nível de ponta, velocidade e taxa de

aplicação. A densidade está relacionada com o volume aplicado e diretamente com o bico usado na pulverização e sua competência em transformar a calda em um número de gotas maior para alcançar o alvo desejado de forma homogênea.

Tabela 8. Desdobramento da interação altura dentro de cada nível de ponta, velocidade e taxa de aplicação em relação a densidade.

Tratamentos	Densidade (gotas cm <sup>-2</sup> )		
	Superior	Médio	Inferior
P1V1T1	10,59 A	4,13 A	6,17 A
P1V1T2	59,09 A	46,55 A	18,55 A
P1V2T1	61,75 A	32,74 A	42,75 A
P1V2T2	122,30 B	116,00 B	33,58 A
P2 V1T1	7,58 A	6,35 A	3,94 A
P2 V1T2	62,14 A	35,12 A	13,47 A
P2 V2T1	84,71 B	32,51 A	18,64 A
P2 V2T2	58,90 A	35,00 A	25,90 A
P3 V1T1	4,61 A	4,11 A	5,60 A
P3 V1T2	122,89 B	56,45 A	23,12 A
P3 V2T1	60,73 A	40,08 A	40,43 A
P3 V2T2	118,26 B	98,01 B	43,39 A
P4 V1T1	15,23 A	4,63 A	3,35 A
P4 V1T2	55,58 A	100,78 B	54,98 A
P4 V2T1	56,08 A	44,01 A	13,32 A
P4 V2T2	112,81 B	51,48 A	46,45 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, à 5% de probabilidade de erro.

Pela Tabela 8 observa-se que a altura média do tratamento P4V1T2 obteve um valor de densidade maior que a altura superior justificando que a P4 é a ponta e o pingente que possui um designer que pulveriza a calda de baixo para cima. Nos demais tratamentos a densidade nas alturas superiores foram maiores que os médios e inferiores.

O pingente (P4) teve um comportamento de arrancar algumas maçãs do algodão que não foi contabilizado e um envergamento de sua estrutura quando a velocidade foi elevada para V2. Desta forma, não correspondeu a posição ideal para o experimento. Além disto, apresentou um problema operacional no fechamento da barra do pulverizador podendo danificar os pingentes.

A Tabela 9 apresenta as recomendações de densidade de gotas para agrotóxicos segundo a ANDEF (2004). E comparando com os resultados de densidade da Tabela 8 o tratamento P1V1T1, P2V1T1, P3V1T1 e P4V1T1 ficaram muito abaixo do recomendado, não correspondendo a densidade mínima indicada para fungicida que pode variar de 50 a 70 gotas  $\text{cm}^{-2}$ .

Tabela 9. Parâmetros de densidade de gotas aconselháveis para agrotóxicos (ANDEF, 2004).

Densidade (gotas $\text{cm}^{-2}$ )	Pulverização
20 – 30	Média – Grossa
50 – 70	Média – Fina
70 - 100	Fina

A Tabela 10 exhibe a porcentagem de cobertura e o desdobramento de altura dentro de casa nível de ponta, velocidade e taxa de aplicação.

Tabela 10. Desdobramento da interação Altura dentro de casa nível de Ponta, Velocidade e Taxa de Aplicação em relação a Cobertura.

Tratamentos	Cobertura (%)		
	Superior	Médio	Inferior
P1V1T1	0,47 A	0,34 A	1,06 A
P1V1T2	3,61 A	3,07 A	0,74 A
P1V2T1	4,32 A	2,19 A	3,51 A
P1V2T2	10,30 B	8,94 B	2,71 A
P2 V1T1	1,13 A	0,85 A	0,72 A
P2 V1T2	6,19 B	3,30 A	1,01 A
P2 V2T1	8,08 B	3,55 A	1,72 A
P2 V2T2	4,38 A	5,47 A	3,17 A
P3 V1T1	0,64 A	0,57 A	0,66 A
P3 V1T2	7,35 B	5,06 B	1,89 A
P3 V2T1	3,74 A	3,13 A	2,40 A
P3 V2T2	8,53 B	5,66 A	2,99 A
P4 V1T1	1,59 A	0,38 A	0,51 A
P4 V1T2	4,22 A	6,18 A	3,61 A
P4 V2T1	3,32 A	2,89 A	1,23 A
P4 V2T2	8,31 B	3,42 A	3,05 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, à 5% de probabilidade de erro.

Analisando os resultados da Tabela 9 observam-se valores de cobertura maiores para a taxa de  $80 \text{ L ha}^{-1}$  em todas as pontas avaliadas. Ressaltando que a velocidade interferiu significativamente os valores de cobertura visto que os valores de alguns tratamentos, com mesma ponta e taxa de aplicação, são superiores a V2. Em discordância a P2 na taxa T2 na altura superior não confere este comportamento em comparação a T1.

## 5 CONCLUSÓES

Para o DMV todas as pontas em todos os tratamentos obtiveram resultados satisfatórios para recomendação de fungicida.

A ponta cone cheio (P2) obteve resultados inferiores na análise de dispersão, densidade de gotas e DMV em relação às demais pontas.

Na velocidade  $27 \text{ km h}^{-1}$  (V2) o volume de aplicação, densidade e cobertura obtiveram melhores resultados em comparação com a velocidade V1.

Com a taxa de aplicação a  $80 \text{ L ha}^{-1}$  (T2) melhoraram os resultados da qualidade de aplicação relacionados com o volume, densidade de gotas e cobertura.

A utilização do pingente como acessório não teve resultado significativo para densidade das gotas, volume, dispersão e cobertura na cultura do algodoeiro.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDEF – Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários**. 1º edição. São Paulo, 2004.

ANTUNIASSI, U. R.; BAILO, F. H. R. Tecnologia de aplicação de defensivos. **Boletim de Pesquisa de Soja**, v. 8, p. 165-177, 2004.

BALASTREIRE, L. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987.

BAESSO, MURILO MESQUITA et al. Pesticide application technologies. **Revista Ceres**, v. 61, p. 780-785, 2014.

CAVALIERI, J. D. Pontas e velocidade de deslocamento na deposição de gotas da pulverização na cultura do algodão. 2013.

CARVALHO, L. R.; E. F., REIS; I. R. TEIXEIRA; HOLTZ, V. Avaliação de estandes e pontas de pulverização para o controle de mofo branco na cultura do feijão. **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, 2014.

CHITARRA, L. G. Identificação e controle das principais doenças do algodoeiro. **Embrapa Algodão-Folderes/Folhetos/Cartilhas (INFOTECA-E)**, 2008.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **A Cultura do Algodão: análise dos custos de produção e da rentabilidade nos anos-safra 2006/07 a 2016/17**. Compêndio de Estudos Conab. Brasília v.8, 2017.

CUNHA, J. P. et al. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. **Eng. Agríc.**, v. 28, n. 2, 2008.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C.; COURRY, J. R. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Viçosa, MG, 2004.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Programa de Calibração de Pulverização - Gotas**. 2000 Disponível em:< [https://www.embrapa.br/busca-de-](https://www.embrapa.br/busca-de)

[produtos-processos-e-servicos/-/produto-servico/1421/gotas---programa-de-calibracao-de-pulverizacao---gotas](#) >. Acesso 16 de Agosto de 2017.

FACUAL, Fundo de Apoio à Cultura do Algodão. **Algodão – Pesquisa e Resultados para o Campo**. Editora Coan. v. 2. Cuiabá, 2006.

FERREIRA, D. F. SISVAR: pacote computacional. **Manual do sistema SISVAR para análises estatísticas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000.

HYPRO. Catálogo de Pontas de Pulverização. 2005. Disponível em: <  
<http://www.setapulverizacao.com.br/artigos/CatalogoBicosPulverizacaoHypro.pdf>>  
Acesso 15 de novembro de 2017.

MATUO, T.; GUEDES, J.V.C; DORNELLES, S.H.B. Fundamentos da tecnologia de aplicação de agrotóxicos. **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**. Santa Maria: Departamento de Defesa Sanitária: Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998.

SAAB, O. J. G. A. et al. Efeito do tamanho de gota e volume de aplicação na deposição de agrotóxicos em folhas de videiras. **Ciências Agrárias**, v. 23, p. 221-228, 2002.

SOUZA, R. T.; DE CASTRO, R. D.; PALLADINI, L. A. Depósito de pulverização com diferentes padrões de gotas em aplicações na cultura do algodoeiro. **Eng. Agríc.**, v. 27, 2007.

SUASSUNA, N. D. et al. Manejo de doenças do algodoeiro. **Embrapa Algodão-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2006.

VIANA, R. G. et al. Volumetric distribution and droplet spectrum by low drift spray nozzles. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 439-446, 2010.

ZAIDAN, S. E. Influência nos diferentes tipos de pontas de pulverização nas aplicações terrestres em alta velocidade na cultura da soja (*Glycine max*). **Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**. Piracicaba, 2012.