

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
CAMPUS ANÁPOLIS DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS –
HENRIQUE SANTILLO
MESTRADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Efeito do volume de calda na aplicação aérea de um regulador de crescimento no algodoeiro

Mateus Prolo Massola

Anápolis
2018

Efeito do volume de calda na aplicação aérea de um regulador de crescimento no algodoeiro

Mateus Prolo Massola

Orientador: Prof. Dr. Elton Fialho dos Reis

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás - UEG, Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas – Henrique Santillo como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, Engenharia de Sistemas Agroindustriais, para obtenção do título de MESTRE.

Anápolis
2018

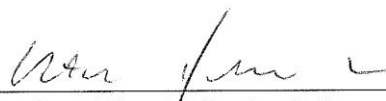
**EFEITO DO VOLUME DE CALDA NA APLICAÇÃO AÉREA DE UM
REGULADOR DE CRESCIMENTO NO ALGODOEIRO**

Por


Mateus Prolo Massola

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de
MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

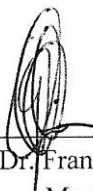
Aprovado em 28/11/2018



Prof. Dr. Elton Fialho dos Reis
Orientador
UEG/CCET



Prof. Dra. Sueli Martins Freitas Alves
Membro
UEG/CCET



Prof. Dr. Francisco Faggion
Membro
UnB/FAV

Se você esperar as condições perfeitas, nunca vai fazer nada.
Marcos Antônio Alvarenga

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Karla Regina Prolo pelo incentivo, paciência, apoio e por sempre estar presente nos momentos de dificuldades e nos momentos de alegria.

Aos meus avós maternos João Mariano Ivo Prolo e Neida Maria Prolo por me ensinarem desde sempre o valor do estudo e me motivarem a estudar e sempre fazer o melhor, independente da atividade a ser realizada.

Aos meus irmãos Bruna Cristina Prolo Massola, Paula Regina Prolo Massola, João Gabriel Prolo e aos meus cunhados Wesley Correia Cardoso e Dhiego Hutter pela torcida e companheirismo durante essa jornada.

Ao meu professor e orientador Elton Fialho dos Reis por aceitar me orientar, me mostrar sempre o lado positivo das situações, por acreditar no meu potencial, pela paciência e conhecimentos passados, meus eternos agradecimentos e admiração.

Ao professor Vandoir Holtz pela credibilidade, ensinamentos. Foram anos de aprendizado e amizade. Obrigado por apostar no meu trabalho.

A todos os colegas do mestrado, em especial Anderson Umbelino da Silva e Marcos Paulo Martins pelo tempo de convivência, brincadeiras, amizade, por toda ajuda durante o curso e paciência.

Ao Waldeir Costa, técnico de laboratório, pela paciência, tempo e ensinamentos extralaboratorias.

Ao coordenador do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, professor André Campos, pela paciência, compreensão e ajuda para assuntos internos.

A toda equipe da fazenda Campo Belo, Odair Costa, Daniel Ferreira, Wagner Silva, Hamilton Silveira, em especial ao proprietário Paulo Campos, por autorizar que o trabalho fosse desenvolvido em sua propriedade e ao piloto Eliel Gonzaga pelo tempo, dedicação e compreensão durante a realização do trabalho. Todos vocês cooperaram para que este estudo fosse realizado, além de terem contribuído para meu desenvolvimento profissional.

A Universidade Estadual Goiás (UEG) pela oportunidade de realização mestrado em Engenharia Agrícola.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo.

A todos que participaram comigo direta ou indiretamente durante a pesquisa e neste processo de aprendizagem.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1. CULTURA DO ALGODOEIRO NO BRASIL	14
2.2. USO DO REGULADOR DE CRESCIMENTO	15
2.3. VOLUME DE APLICAÇÃO.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	20
3.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	20
3.3. CULTIVAR.....	20
3.4. UNIDADE EXPERIMENTAL	20
3.5. CARACTERIZAÇÃO DA APLICAÇÃO	21
3.6. CARACTERÍSTICAS AVALIADAS EM CAMPO	21
3.6.2. Espectro de gotas da aplicação de calda de pulverização na cultura do algodão.....	23
3.6.3. Características agronômicas avaliadas	24
3.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1. Experimento com o Micronair AU5000 LD	28
4.1.1. Deposito traçador	28
4.1.2. Espectro de gotas	31
4.1.3. Características agronômicas.....	34
4.1.4. Características produtivas	37
4.2. Experimento com a ponta cônica Teejet core 45	38
4.2.1. Deposito traçador	38
4.2.2. Espectro de gotas	40
4.2.3. Características agronômicas.....	43
4.2.4. Características produtivas	45
4.3. Análise de conjunta dos experimentos com as diferentes pontas de pulverização.	46
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Condições climáticas durante a aplicação da calda de pulverização com aeronave agrícola na cultura do algodão	21
Tabela 2 – Síntese da análise de variância e teste de médias da deposição de calda de pulverização ($\mu\text{l cm}^{-2}$) no terço superior, médio e inferior da cultura e no solo entre as linhas para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha ⁻¹ em diferentes fases de desenvolvimentos do algodoeiro provenientes da pulverização aérea.....	29
Tabela 3 – Síntese da análise de variância e teste de médias da razão da deposição de calda de pulverização ($\mu\text{l cm}^{-2}$) para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha ⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do algodoeiro provenientes da pulverização aérea	30
Tabela 4 – Síntese da análise de variância e teste de médias do diâmetro da mediana volumétrica (DMV), porcentagem de gotas menores que 100 μm (PG<100) percentual de cobertura e quantidade de impactos por centímetro quadrado no terço superior da planta, para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha ⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea	32
Tabela 5 – Síntese da análise de variância e teste de médias do diâmetro da mediana volumétrica (DMV), porcentagem de gotas menores que 100 μm (PG<100), percentual de cobertura e quantidade de impactos por centímetro quadrado no terço médio da planta, para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha ⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea	33
Tabela 6 – Síntese da análise de variância e teste de médias do diâmetro da mediana volumétrica (DMV), porcentagem de gotas menores que 100 μm (PG<100) percentual de cobertura e quantidade de impactos por centímetro quadrado no solo da entre as linhas, para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha ⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea	34
Tabela 7 - Síntese da análise de variância e teste de médias da altura de planta (AP, cm), diâmetro de caule (DC, cm), porcentagem de fechamento (PF, %) e índice de área foliar (IAF, m ² m ⁻²), para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha ⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea.....	36
Tabela 8 - Síntese da análise de variância e teste de médias da massa da matéria seca da parte aérea (MSPA g planta ⁻¹) e da taxa de crescimento absoluto (cm dia ⁻¹) para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha ⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea	37
Tabela 9 – Síntese da análise de variância e teste de médias e síntese da análise de variância (quadrado médio) do Numero médio de capulho por plantas (NMCP), massa média do capulho e Produtividade (arroba por hectares) do algodoeiro para os volumes de 9, 12, 15 e 18 L ha ⁻¹ provenientes da pulverização aérea.....	38
Tabela 10 - Teste de médias da deposição de calda de pulverização ($\mu\text{l cm}^{-2}$) no terço superior, médio e inferior da cultura e no solo da entre as linhas para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha ⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea.....	39
Tabela 11 – Síntese da análise de variância e teste de médias da razão da deposição de calda de pulverização ($\mu\text{l cm}^{-2}$) para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha ⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea	40
Tabela 12 – Síntese da análise de variância e teste de médias do diâmetro da mediana volumétrica (DMV), porcentagem de gotas menores que 100 μm (PG<100) percentual de cobertura e quantidade de impactos por centímetro quadrado no terço superior da planta, para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha ⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea	41
Tabela 13 – Síntese da análise de variância e teste de médias do diâmetro da mediana volumétrica (DMV), Porcentagem de gotas menores que 100 μm (PG<100) percentual de cobertura e Quantidade de impactos por centímetro quadrado no terço médio da planta, para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha ⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea	42

Tabela 14 – Síntese da análise de variância e teste de médias do diâmetro da mediana volumétrica (DMV), porcentagem de gotas menores que 100µm (PG<100) percentual de cobertura e quantidade de impactos por centímetro quadrado no solo da entre as linhas, para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha ⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea	43
Tabela 15 – Síntese da análise de variância e teste de médias da altura de planta (AP, cm), diâmetro de caule (DC, cm), porcentagem de fechamento (PF, %) e índice de área foliar (IAF, m ² m ²) para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha ⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea.....	44
Tabela 16 – Síntese da análise de variância e teste de médias da massa da matéria seca da parte aérea (MSPA g planta) e da taxa de crescimento absoluto (cm dia) para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha ⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea	45
Tabela 17 – Síntese da análise de variância e teste de médias do número médio de capulho por plantas (NMCP), massa média do capulho e Produtividade (kg hectares) do algodoeiro para os volumes de 9, 12, 15 e 18 L ha ⁻¹ provenientes da pulverização aérea	46
Tabela 18 - Resumo da análise de variância do agrupamento dos experimentos (Micronair e Teejet core 45) para as variáveis: Diâmetro da mediana volumétrica (DMV), porcentagem de gotas menores que 100 m(PG<100), percentual de cobertura, Impactos por cm ² para o terço superior da cultura e razão da deposição	47
Tabela 19 - Valores médios do diâmetro da mediana volumétrica (DMV) em função dos diferentes volumes de aplicação e pontas de pulverização	47
Tabela 20 - Valores médios para a porcentagem de gotas menores que 100 µm (PG<100) em função dos diferentes volumes de aplicação e pontas de pulverização	48
Tabela 21 - Valores médios para a porcentagem de cobertura em função dos diferentes volumes de aplicação e pontas de pulverização	49
Tabela 22 - Valores médios para número de impactos por cm ² em função dos diferentes volumes de aplicação e pontas de pulverização	49
Tabela 23 - Resumo da análise de variância do agrupamento dos experimentos (Micronair e Teejet core 45) para as variáveis: Altura de plantas, porcentagem de fechamento da entrelinha (PF), índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento absoluto (TCA) e produtividade	50
Tabela 24 - Estatística descritiva para a Porcentagem de fechamento da entrelinha (PF) e índice de área foliar (IAF), para deposição no terço superior (SUP), médio (MED) e inferior da planta (INF) e no solo da entrelinha (SEL)	50

Lista de Figuras

Figura 1 - Curva de calibração para concentrações conhecidas do corante Alimentício Azul.....	22
Figura 2 - Etapas do processamento de imagens utilizado para calcular a porcentagem fechamento do algodão a) fotografia da parcela; b) imagem processada no software <i>AFsoft</i> para identificar as áreas cobertas pelo algodão; c) imagem binarizada pelo programa <i>ImageJ</i> ; d) interface de saída dos resultados.	25
Figura 3 - Deposição no superior, médio, inferior da planta e no solo da entrelinha correlacionada a Porcentagem de Fechamento da entrelinha (A) e Índice de Área Foliar (B).....	51

Efeito do volume de calda na aplicação aérea de um regulador de crescimento no algodoeiro

RESUMO

O principal objetivo da aplicação de produtos fitossanitários é o controle eficiente do alvo biológico, seja ele insetos, patógenos ou plantas daninhas. O volume de calda e o tipo da ponta a serem adotadas podem interferir na forma e na quantidade de produto que atinge a planta, alterando a cobertura foliar ou criando características diferenciadas para a penetração das gotas no alvo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do volume de calda na aplicação aérea do regulador de crescimento em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do algodão na deposição e espectro de gotas, em diferentes pontas de pulverização. Para isso foi realizado dois experimentos, o primeiro avaliou quatro aplicações no algodoeiro aos 40, 60, 80 e 100 dias após a emergência, utilizando como ponta de pulverização o atomizador Micronair, modelo AU-5000 LD, nas vazões de 9, 12, 15, e 18 L ha⁻¹, o segundo experimento utilizou-se uma ponta hidráulica do modelo jato cônico vazio core 45, com as mesmos volumes de calda e estádios de desenvolvimento da cultura com a aplicação aérea. Nos dois experimentos foram adotados o delineamento em blocos ao acaso no esquema de parcelas subdivididas 4 x 4, cada experimento foi composto por 16 tratamentos com quatro repetições por tratamento. Os experimentos foram realizados em uma fazenda comercial localizada no município de Nova Xavantina – MT. Foi avaliada a deposição de calda de pulverização, o espectro de gotas nos terços superior, médio e no solo entre as linhas de plantio, porcentagem de fechamento das entrelinhas, a área foliar, o índice de área foliar, altura da planta, o diâmetro do caule, taxa de crescimento absoluto, número de folhas, massa seca da parte aérea, o número médio de capulho por planta, espectro de gotas e deposição de calda de pulverização nos terços superior, médio e no solo para as aplicações do regulador, e ao fim foi verificada a produtividade da cultura do algodoeiro. Os resultados obtidos mostraram que as diferentes fases de desenvolvimento foram responsáveis na deposição de calda de pulverização no terço inferior do dossel, no espectro de gotas, na porcentagem de fechamento das linhas, na área foliar, na altura, no IAF, na altura final do algodoeiro, e não havendo influencia do volume de calda aplicado. A análise conjunta (agrupamento) dos experimentos mostrou que o atomizador rotativo proporcionou um maior DMV em relação a ponta hidráulica, e foi possível concluir ainda que o volume de calda pulverizado não influenciou nas características agrônômicas da cultura.

Palavras-chave: Aeronave agrícola, estádios de desenvolvimento, *Gossypium hirsutum* L.

ABSTRACT The main objective of the application of phytosanitary products is the efficient control of the biological target, be it insects, pathogens or weeds. The volume of the syrup and the type of the tip to be adopted can interfere in the form and amount of product that reaches the plant by changing the leaf cover or creating differentiated characteristics for the penetration of the drops in the target. The objective of this work was to evaluate the effect of the volume of syrup on the aerial application of the growth regulator at different stages of development of the cotton crop in the deposition and spectrum of drops at different spray tips. For this, two experiments were carried out, the first one evaluated four applications in cotton at 40, 60, 80 and 100 days after emergence, using the micronair atomizer, model AU-5000 LD, at the flow rates of 9, 12, 15, and 18 L ha⁻¹, the second experiment used a hydraulic tip of the empty 45-cone conical jet model, with the same volumes of syrup and stages of development of the culture with aerial application. In the two experiments, a randomized complete block design was used in the 4 x 4 subdivided plots scheme, each experiment was composed of 16 treatments with four replications per treatment. The experiments were carried out in a commercial farm located in the municipality of Nova Xavantina - MT. The spraying spray deposition, the spectrum of drops in upper, middle and soil thirds between planting lines, percentage of interlining, leaf area, leaf area index, plant height, leaf diameter and leaf area were evaluated. the number of leaves, dry shoot mass, average number of beet per plant, droplet spectrum and spray deposition in the upper, middle and upper thirds for the applications of the regulator, and The purpose of this study was to verify the productivity of the cotton crop. The results showed that the different stages of development were responsible for the deposition of spray in the lower third of the canopy, in the droplet spectrum, due to differences in the closing percentage of the lines, leaf area, height, LAI, height cotton, and there was no influence of the volume of syrup applied. The combined analysis (clustering) of the experiments showed that the rotary atomizer provided a higher DMV in relation to the hydraulic tip, and it was possible to conclude that the spray volume did not influence the agronomic characteristics of the crop.

Key words: Agricultural aircraft, stages of development, *Gossypium hirsutum* L.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.) tem grande importância econômica no Brasil devido a sua multiplicidade, é a fibra têxtil natural mais utilizada pelo homem e se caracteriza por ser uma celulose na sua forma quase pura. Além disso, a semente é rica em óleo e o bagaço pode ser aproveitado para a alimentação animal (TAIZ e ZEIGER, 2013).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial e o segundo maior exportador de algodão. A região Centro-oeste contribui com 71,99% da área plantada no Brasil. Quanto à produção, a estimativa é que em 2019 sejam colhidas 2.894,8 mil toneladas de algodão em caroço e 1.173,9 mil toneladas em pluma (CONAB, 2018).

Segundo Almeida e Rosolem (2012) o algodoeiro possui crescimento indeterminado, isto é, continua o crescimento devido à emissão de sucessivas gemas terminais, a não ser que seja interrompido por fatores internos ou externos. Estes mesmos autores destacam que, quando o algodoeiro é cultivado em solos corrigidos, e em locais com condições climáticas favoráveis, o seu crescimento vegetativo se torna excessivo, resultando em plantas altas com densa folhagem, o que pode inviabilizar a colheita mecânica.

A manipulação da arquitetura do algodoeiro, com a utilização dos reguladores de crescimento, é uma estratégia que pode contribuir para a melhoria da produtividade do algodoeiro, com a sua aplicação, a razão entre a matéria seca da parte vegetativa e a da parte reprodutiva é mais equilibrada, contudo, para que se tenha sucesso com a aplicação dos reguladores o momento e a eficiência da primeira aplicação são decisivos (SOARES et al., 2015). Já Bogiani e Rosolem (2009) relatam que atrasos ou erros podem comprometer o efeito do regulador, sendo que nas próximas aplicações exigiam doses mais elevadas para que sejam obtidos resultados satisfatórios.

Esses reguladores podem ser de origem natural (fitohormônio) ou sintética e podem ser aplicados diretamente nas plantas (folhas, frutos, sementes), que atuam como mediadores de processos fisiológicos, provocando alterações nos processos vitais e estruturais, com a finalidade de aumentar a produção, melhorar a qualidade e facilitar a colheita (SILVA et al., 2016). O efeito dessas substâncias sobre as plantas cultivadas tem sido pesquisado com o intuito de melhorar qualitativa e quantitativamente a produtividade das culturas (FERRARI et al., 2015).

Plantas de algodão tratadas com regulador de crescimento são mais compactas, com menor número de nós, entrenós mais curtos e produzem menos ramos reprodutivos (ALVES et al., 2017). Segundo Ferrari et al., (2014) o resultado da aplicação do regulador de crescimento via foliar tem ocasionado a diminuição da altura das plantas, aumento da precocidade, facilitando os tratos culturais.

Na maioria das vezes, durante a aplicação do produto fitossanitário, dá-se muita importância ao produto e pouca atenção à técnica de aplicação. A consequência é a perda de eficácia, quando não o fracasso total do tratamento, com superdosagens ou subdosagens, que levam à perda de rentabilidade dos cultivos e a danos ao ambiente e à própria saúde humana. A maioria das aplicações de defensivos agrícolas é feita por meio de pulverização, ou seja, pela geração e emissão de partículas líquidas (ALVES et al., 2014).

A aplicação de agrotóxicos baseia-se, na maioria dos casos, na distribuição de calda formada em meios líquidos, principalmente água, contendo os ingredientes ativos em suas formulações (PETTER et al., 2013). Para a sua distribuição de forma uniforme, a formação de gotas é o artifício utilizado, assim, a maioria dos equipamentos de aplicação utiliza-se, dentre outros elementos, as pontas de energia hidráulica e atomizadores rotativos para a formação das gotas (CUNHA et al., 2016).

A utilização da aviação na área agrícola é conhecida desde os primórdios da tecnologia de aplicação aérea, com a utilização de aeronaves para a pulverização de inseticidas no controle de gafanhotos e lagartas em lavouras no Canadá e Europa (SALVADOR, 2011). No Brasil é recente o uso da aviação na área agrícola em larga escala. Empresas do setor estão buscando este recurso com o objetivo de redução de custos, melhoria da qualidade das operações, agilidade no trabalho e acesso a áreas com restrição de tráfego de máquinas para a aplicação (ANAC, 2017).

Segundo Bayer et al., (2014), a tecnologia de aplicação aérea apresenta algumas vantagens, entre as quais podem ser citadas: ausência de amassamento da cultura, rapidez da aplicação, melhor aproveitamento das condições climáticas e possibilidade de aplicação no momento oportuno.

O uso da pulverização aérea, a escolha correta da altura de voo e o volume de calda utilizado é fundamental para que a operação ocorra de forma eficiente, reduzindo o risco de deriva e impacto ambiental. Além disso, a redução do volume de calda aplicada está diretamente relacionada à redução do uso da água nas aplicações de defensivos (ANTUNIASSI, 2015).

Para Bueno et al., (2013), o volume de calda é um dos parâmetros fundamentais para o sucesso da aplicação, a definição do volume de calda depende do tipo de alvo a ser atingido, da cobertura necessária, da forma de ação do defensivo e da técnica de aplicação.

A influência do tipo da ponta no tamanho das gotas é bastante conhecida (Di PRINZIO et al., 2010) contudo, seu efeito na deposição, não o é, visto que também existem a influência da energia potencial das gotas. Chechetto et al., (2014) mostram que a combinação ideal da ponta de pulverização com a taxa de volume de calda aplicada pode maximizar a eficiência da deposição do produto no alvo.

Desta forma, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito do volume de calda na aplicação aérea de um reguladores de crescimento com diferentes tipos de mecanismos de pulverização.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CULTURA DO ALGODOEIRO NO BRASIL

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.) é uma das principais culturas exploradas no Brasil. O país ocupa a quinta colocação dentre os países produtores de algodão. Ressalte-se que a cotonicultura destaca-se no cenário nacional como cultura de expressiva importância para o agronegócio brasileiro (OLIVEIRA et al., 2012). Acrescente-se que a cotonicultura já foi a principal atividade econômica para o agronegócio da região semiárida do Nordeste Brasileiro (DANTAS et al., 2012).

A planta de algodão herbáceo apresenta estrutura organográfica singular, com dois tipos de ramificação, simpodial (frutífera) e monopodial (vegetativa). Dois tipos de macrofilo (frutíferos e vegetativos), flores completas que abrigam um terceiro verticilo floral, as brácteas, que fazem proteção extra e pode possuir, na base interna e externamente, glândulas de secreção (nectários). O sistema radicular é do tipo pivotante, bastante desenvolvido e vigoroso em condições normais para o pleno crescimento da planta (BELTRÃO e AZEVEDO, 2008).

A tecnologia de produção de algodão adotada nas condições do cerrado brasileiro, especialmente na região Centro-Oeste do País, onde se encontra maior parte da produção nacional, é responsável pela geração de, em média, quatro empregos para cada hectare cultivado (BELTRÃO; AZEVEDO, 2008). Ressalte-se ainda que a cultura de algodão oferta emprego o ano inteiro, pois exige uma estrutura complexa, por isso requer um contingente maior de pessoas envolvidas.

A fibra, principal produto de algodão, possui mais de quatrocentas aplicações industriais, dentre as quais, pode-se citar: confecções de fios para tecelagem de vários tipos de tecido, preparação de algodão hidrófilo para enfermagem, confecção de feltro, cobertores e estofamentos, obtenção de celulose dentre outros (MELO, 2004).

O algodoeiro é produzido em mais de 60 países, todavia, somente cinco deles, China, Índia, Estados Unidos, Paquistão, e Brasil, são responsáveis por aproximadamente 80% da produção mundial. Apesar da qualidade e multiplicidade de uso de suas sementes (óleo, proteína, celulose, fertilizante) o algodoeiro é cultivado essencialmente para a produção de fibras. Além disso, é também a segunda cultura mais importante na produção de óleo (PAIVA et al., 2016).

2.2. USO DO REGULADOR DE CRESCIMENTO

A utilização de reguladores de crescimento que proporcionam alterações na arquitetura de plantas vem sendo incrementada na cultura do algodoeiro há anos (FERRARI et al., 2015; ECHER & ROSOLEM, 2017). No Brasil, os produtos comerciais recomendados como reguladores de crescimento na cultura de algodoeiro, para redução da altura de plantas, têm mecanismos e modos de ação semelhantes, ou seja, interferem na biossíntese do ácido giberélico, inibindo-a, o que resulta em redução do crescimento e alterações fisiológicas (ALBRECHT et al., 2009).

Os reguladores de crescimento são substâncias químicas sintéticas que alteram o balanço hormonal das plantas, sendo que, em pequenas quantidades, promovem modificações nos processos fisiológicos, incluindo aumento ou diminuição das atividades metabólicas que resultam no crescimento, tais como alongamento e divisão celular, respiração, fotossíntese, síntese de proteínas, de lipídeos e de outras macromoléculas além de outros aspectos (LAMAS, 2001).

O momento em que é realizada a primeira aplicação na cultura é extremamente importante, pois havendo atraso, o efeito pode ser comprometido, sendo necessárias doses elevadas para que sejam obtidos resultados satisfatórios, e que podem não ser alcançados (LAMAS et al., 2000). Geralmente os reguladores de crescimento podem ser aplicados de maneira parcelada ao longo de todo o ciclo da cultura, ou por meio do monitoramento da altura das plantas (FERRARI et al 2008; LAMAS, 2001).

No caso da aplicação em função da altura da planta, independentemente do regulador utilizado, recomenda-se que a primeira aplicação seja realizada quando 50% das plantas apresentem os primeiros botões florais (estádio fenológico B1) e que apresentem alturas inferiores a 0,40 m (CASTALDO et al., 2015). Entretanto, a grande maioria dos cultivares disponíveis no mercado apresenta crescimento bastante vigoroso e, dependendo das condições edafoclimáticas no referido estágio de desenvolvimento para a primeira aplicação, pode apresentar alturas superiores a 0,5 m (NAGASHIMA et al., 2007), o que poderia levar a um controle ineficiente do crescimento das plantas. Portanto, em cultivos adensados, poderia ser utilizada a mesma estratégia adotada no controle das pragas e doenças iniciais do algodoeiro.

O regulador de crescimento vegetal Cloreto de Mepiquat, pertence ao grupo dos amônios quaternários, que inibe a ação da *ent-caureno sintase*, uma das enzimas envolvidas na biossíntese do ácido giberélico, tendo a função de interferir em certos processos fisiológicos da cultura de algodão (KITICK et al., 1973; CRUZ et al., 1982; VIEIRA & SANTOS 2005; SOARES et al., 2015). Apresenta em sua composição, o Cloreto de 1,1 demetilpiperidínio, com fórmula molecular $C_7H_{16}NCl$ e massa molecular de 149,66 g.mol⁻¹, de coloração branca para amarelo leve, temperatura de fusão de 223°C, pouca toxicidade (LAMAS, 2001). Ele é absorvido pela planta por meio das

folhas, sendo translocado de forma ascendente e descendente através do xilema e floema, e distribuído uniformemente por toda a planta e não sendo degradado na planta (REDDY et al., 1996; GARCIA et al., 2010). A movimentação no interior da planta é rápida, e cerca de 70 a 90% penetra na planta em um período inferior a oito horas após a pulverização, sendo móvel no interior da planta, distribuído rapidamente para áreas de crescimento, tais como folhas e ramos novos (NICHOLS et al., 2003).

Inúmeros trabalhos avaliaram o efeito de reguladores de crescimento aplicados via tratamento de sementes em plantas de algodão durante os estádios iniciais de desenvolvimento (NAGASHIMA et al., 2005; FERRARI et al., 2009; ALMEIDA & ROSOLEM 2012; FERRARI et al., 2014; ECHER & ROSOLEM 2017). No entanto, trabalhos que avaliem os efeitos dos reguladores de crescimento nas plantas ao longo do ciclo da cultura são escassos.

2.3. VOLUME DE APLICAÇÃO

Outro fator importante na aplicação é o volume de calda. Prática comum era aplicar volumes superiores a 200 L ha⁻¹. Entretanto, existe tendência de reduzir o volume de calda, visando diminuir os custos de aplicação e aumentar a eficiência da pulverização (ANTUNIASSI et al., 2017). O uso de menor volume de água misturada ao ingrediente ativo aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores, diminuindo os custos da aplicação. No entanto, requer aprimoramento da tecnologia de aplicação empregada no campo para a obtenção de boa cobertura do alvo desejado (CUNHA et al. 2008).

Por comodidade, os usuários das máquinas aplicadoras costumam manter as mesmas regulagens (baixas pressões e baixos volumes de calda) que proporcionam os melhores resultados nas aplicações de herbicidas sistêmicos, para realizar as aplicações dos demais produtos fitossanitários. Também deve ser considerada, neste contexto, a evolução dos produtos fitossanitários e das pontas de pulverização. As pontas de pulverização de jato cônico, atualmente disponíveis apresentam capacidade de abrir o ângulo do jato próximo do seu máximo, mantêm a distribuição uniforme das gotas sobre o alvo e produzem gotas de tamanho adequado, com baixas pressões de operação, possibilitando, dessa forma, redução do volume de calda nas pulverizações agrícolas (MAIA et al., 2013).

Para Vitória et al., (2014) a redução do orifício de saída das pontas, para obter menor volume de aplicação, aumenta o risco de deriva em virtude da diminuição do tamanho das gotas geradas. Em geral, gotas menores são mais eficazes, devido a maior cobertura do alvo, no combate a pragas e doenças, porém pouco seguras sob o ponto de vista ambiental. Assim, Araújo et al., (2013) afirma que há a necessidade de estudos que viabilizem e otimizem a redução de volume de

pulverização nas aplicações de produtos sistêmicos, permitindo a utilização de pontas e volumes de calda adequados para uma boa cobertura, sem a ocorrência de deriva. O volume de aplicação é a quantidade de calda necessária para proporcionar a máxima cobertura em função do equipamento ou técnica de pulverização, devendo ser utilizado até o limite em que se inicia o escorrimento, caracterizado como alto volume. Sendo este elemento perceptível aos olhos do responsável pelo trabalho de pulverização, é o mínimo de volume utilizado que proporcione o efeito biológico desejado, ou seja, eficiência de controle, como baixo volume (FIORIN et al., 2011).

A seleção do volume de líquido no qual um agrotóxico é aplicado é deixado a critério do usuário. Algumas recomendações contidas nos rótulos das embalagens de agrotóxicos, fornecem uma faixa muito ampla, entre 5 a 200 L ha⁻¹. Na prática, o mesmo volume é aplicado contra uma grande variedade de pragas ou doenças e é determinado, normalmente, pela vazão das pontas do pulverizador utilizado na aplicação. Alguns fabricantes de agrotóxicos indicam a concentração do produto na calda, mas quando isso é feito, é necessário também especificar o volume de calda que será gasto. Quando se reduz o volume de calda, o desejo é cobrir a área alvo completamente e com grande rapidez (ANTUNIASSI et al., 2017).

Não há um volume fixo de calda a ser utilizado por hectare, podendo este variar de acordo com vários fatores entre os quais podemos citar, o porte das plantas, o espaçamento entre linhas, densidade de semeadura, as condições climáticas, a praga a ser controlada e o estágio de desenvolvimento da planta (MINGUELA & CUNHA, 2010). Carvalho et al., (2017), afirmam que o volume de pulverização a ser utilizado será sempre consequência da aplicação eficaz e nunca uma condição pré-estabelecida.

2.4. ESPECTRO DE GOTAS

As gotas produzidas pelas pontas de pulverização apresentam vários tamanhos, formando um espectro de gotas que é quantificado por meio de um conjunto de parâmetros como a Amplitude Relativa, o diâmetro mediano numérico (DMN) e o diâmetro mediano volumétrico (DMV) (BAESSO et al., 2014). O DMV é o diâmetro de gotas que divide em duas partes a massa de gotas pulverizadas, sendo a soma da parte das gotas maiores igual à soma da parte das gotas menores (NASCIMENTO et al., 2013).

Gotas com tamanho entre 50 e 100 µm, classificadas como muito fina, proporcionam grande suscetibilidade em elevar a deriva, porém, apresentam capacidade de serem transportadas para o interior do dossel das culturas, já gotas grandes conferem maior resistência em sofrer deriva e têm uma trajetória vertical, apresentando assim, maior deposição em alvos localizados na horizontal (CHECHETTO et al., 2013).

Em aplicações de agrotóxicos com aeronaves agrícolas, as gotas formadas com tamanho iguais ou menores que 100 µm tendem a evaporar antes de atingir o alvo, já as que têm diâmetro maior que 200 µm não apresentaram redução significativa até atingir o alvo desejado (GULART et al., 2013). Para Gandolfo et al., (2014) quando uma ponta é analisada, quanto maior for o percentual de gotas finas que fazem parte do espectro produzido, certamente maior será o risco de deriva, sendo esse conceito utilizado na fundamentação de uma nova classificação para a definição de espectro de gotas para aplicações aéreas.

2.5. ANÁLISE DE DEPOSIÇÃO

O processo mais empregado para estudar a dinâmica das pulverizações com agrotóxicos tem sido a análise das deposições, com a qual tem se tomado as decisões na escolha de técnicas de aplicação e equipamentos de pulverização. A análise da deposição dos agrotóxicos é baseada na recuperação e detecção das substâncias, da própria superfície das plantas, de alvos artificiais ou por equipamentos específicos de amostragem. A marcação das caldas de pulverização antes da dispersão, com traçadores facilmente detectáveis, tem se tornado uma prática largamente empregada. O custo das análises, a disponibilidade de equipamento analítico e a precisão desejada para os resultados representam fatores importantes na escolha de um determinado traçador para realização dos ensaios (ALVES et al., 2014).

Estudos sobre padrões de deposição de pulverizações indicam grande variabilidade de deposição dos agrotóxicos ao longo das faixas de aplicação, o que diminui a eficácia dos tratamentos (CONSTANTIN et al., 2012; COSTA et al., 2012; CONTIERO et al., 2016).

De maneira geral, a deposição é menor nas partes mais baixas e internas do dossel das culturas. No caso de fungicidas, esta desuniformidade proporciona baixa eficácia no controle das doenças. Este problema se acentua nas aplicações em que se utilizam bicos de jato plano que, em geral, produzem menor número de gotas por área e menor turbulência (GULART et al., 2013).

Palladini et al., (2005) descreveram que a seleção de um produto para ser utilizado como traçador nessas avaliações deve possuir características, tais como: ser altamente sensível nas detecções; ter possibilidade de ser utilizado nas análises quantitativas, com rapidez; ser solúvel quando misturado à calda, com efeito físico mínimo na pulverização e evaporação das gotas; ter propriedades distintas para diferenciar de outras substâncias; ser estável; atóxico e ter custo moderado.

As pesquisas de pulverizações, conforme Prado et al., (2010), sempre são realizadas para desenvolver e melhorar as técnicas de aplicações dos produtos fitossanitários, através das avaliações de depósitos e das perdas por deriva. Porém, quando essas determinações são realizadas, utilizando os próprios produtos fitossanitários, os custos são altos e necessitam de equipamentos sofisticados

para as análises e de pessoas treinadas para o trabalho. Assim, o uso de corantes como traçadores é muito atrativo pela facilidade de remoção, utilizando somente a água diretamente das folhas ou dos alvos coletores.

Alves et al., (2014), verificou que as soluções dos corantes Azul Brilhante, Azul Comercial, Amarelo Tartrasina e Amarelo Crepúsculo, nas concentrações de 0,15%, mantiveram o mesmo valor da tensão superficial da água. Os resultados mostraram que o uso desses produtos é adequado como traçadores, pois se enquadram dentro dos objetivos da utilização de produto traçador que, na ausência de espalhantes, não proporcionam alterações na tensão superficial das soluções.

As leituras dos valores de densidade óptica para a obtenção da curva padrão dos corantes Azul Brilhante, Azul Comercial, Amarelo Tartrasina e Amarelo Crepúsculo, nas concentrações de 0,15%, mostraram coeficientes de determinação (R^2) acima de 0,9983 (PALLADINI et al., 2005). Desses corantes, o Azul Brilhante apresentou a maior amplitude de linearidade com valores entre 0,246 e 31,25 ppm, proporcionando uma razão de 128 vezes na detecção entre o maior e o menor depósito. Assim, pela possibilidade de detectar depósitos em menor quantidade e em maior amplitude, de não alterar a tensão superficial da água e de apresentar segurança quanto à toxicidade, pois é um produto registrado como corante alimentício, o Azul Brilhante foi o produto com as melhores características para a utilização como traçador nas avaliações de pulverizações.

Neste sentido, no que se refere ao tipo de alvo a ser utilizado, a grande maioria dos pesquisadores tem preferido fazer uso de substratos artificiais para coleta das gotas, porque em sempre é possível extrair o traçador dos alvos naturais. Não existem alvos artificiais padrão, podendo variar conforme o tipo do traçador utilizado, o método analítico empregado e, sobretudo, a finalidade dos resultados (OLIVEIRA et. al., 2012; BAIIO et al., 2015) resumiram as vantagens e desvantagens de trabalhar com alvo natural ou artificial para avaliar a pulverização, afirmando que depende das circunstâncias do uso e das prioridades da pesquisa. As superfícies naturais devem ser preferidas, mas sua complexidade e variabilidade natural afetam a retenção e o espalhamento da pulverização. Um dos exemplos é a retenção e o espalhamento sempre menores em folhas jovens, quando comparados aos obtidos nas folhas velhas. Os alvos artificiais são uniformes, e podem ser localizados precisamente em posições predeterminadas, mas não reproduzem, necessariamente, os alvos naturais.

Desta forma, Nascimento et al., (2013) afirmam que a avaliação de uma pulverização pode ser feita por meio de um estudo da deposição de gotas sobre superfícies-alvo, que podem ser naturais ou artificiais. Existem vantagens e desvantagens quanto ao tipo de alvo a ser utilizado, no entanto, as superfícies naturais são mais utilizadas, por representarem melhor as condições reais de uma aplicação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado na fazenda Campo Belo, localizada no município de Nova Xavantina, MT, com altitude de 540 m, latitude 14° 51' 08" S e longitude 52° 32' 11" W. Segundo a classificação Köppen, o clima, é caracterizado como Aw – Savana tropical, com duas estações bem definidas, com chuvas intensas no verão e inverno seco (SILVA et al., 2008). A precipitação média anual é de 1.498 mm e a temperatura média é de 25,1 °C (CLIMATE, 2018).

3.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram dois experimentos simultâneos, adotando o delineamento em blocos ao acaso para os dois experimentos, com os tratamentos arrançados em parcelas subdivididas 4x4, com 4 repetições, sendo que as parcelas foram distribuídas de acordo com as fases de desenvolvimento da cultura, 40, 60, 80 e 100 dias após a emergência (DAE) e nas subparcelas os volumes de calda, com as vazões de 9, 12, 15 e 18 L ha⁻¹. Os dois experimentos se diferenciam pelas pontas de pulverização utilizadas, para o primeiro foi utilizado os atomizadores Micronair, modelo AU-5000 LD e o segundo foi utilizado a ponta cônica modelo core 45 fabricada pela Teejet.

3.3. CULTIVAR

A cultivar utilizada foi a FMT 523 (ciclo médio e porte médio), tolerante à ramulária (*Ramularia areola*). A semeadura foi realizada no dia 20/12/2017, com sementes tratadas com o produto comercial STANDAK[®] TOP (fungicidas e inseticidas protetores) na dosagem de 450 ml do p.c. para 100 Kg de sementes. O espaçamento utilizado entre linhas foi de 0,76 metros com 16 plantas por metro linear, totalizando 210.526,0 plantas por hectare (cultivo adensado). Foi utilizada adubação de cobertura nitrogenada, aplicada 30 dias após a semeadura, na dosagem 50 kg ha⁻¹.

3.4. UNIDADE EXPERIMENTAL

A área experimental foi constituída de quatro blocos com um total de 16 parcelas experimentais para cada experimento, cada parcela com largura de 15 metros (largura da faixa de deposição da aeronave) e 1800 m de comprimento. A área útil das unidades experimentais foi de 27.000 m².

3.5. CARACTERIZAÇÃO DA APLICAÇÃO

A aplicação da calda de pulverização foi realizada com uma aeronave agrícola, IPANEMA modelo EMB-202A de propriedade da fazenda, motor do modelo Lycoming IO-540-K1J5, 320HP, 2.700 RPM, 6 cilindros, com velocidade de 169 Km h⁻¹ (105 milhas por hora), e altura de voo média em relação à cultura de 2,5 m.

O regulador de crescimento utilizado é à base de cloreto de mepiquat (produto comercial PIX HC com 50 g L⁻¹ de i.a.) sendo aplicado na dosagem de 15 g ha⁻¹ do ingrediente ativo, sem adjuvante, com a primeira aplicação quando as plantas atingiram 0,40 m de altura (ECHER & ROSOLEM, 2017), aos 40, 60, 80 e 100 dias após a emergência das plântulas (DAE). O produto apresentava efeito de controle máximo de 20 dias conforme a recomendação do fabricante.

Durante a aplicação da calda de pulverização (Água e cloreto de mepiquat) foi monitorada a temperatura do ar, umidade relativa do ar e a velocidade do vento com a utilização de termo-higro-anemômetro digital portátil marca Skill-Tec modelo SKTHAR-85, com erro de 0,1(°C, % e m/ s⁻¹). obtendo as médias que são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Condições climáticas durante a aplicação da calda de pulverização com aeronave agrícola na cultura do algodão

	Temperatura do ar (°C)			Umidade relativa do ar (%)			Velocidade do vento (m s ⁻¹)		
	Mínima	Máxima	Média	Mínima	Máxima	Média	Mínima	Máxima	Média
1 Aplicação	27,1	32,0	29,76	41,0	47,0	43,80	1,09	1,86	1,34
2 Aplicação	29,2	33,0	29,78	38,9	46,4	43,43	1,04	1,96	1,46
3 Aplicação	28,9	34,2	30,55	39,8	49,6	42,89	1,02	1,78	1,56
4 Aplicação	26,3	35,3	31,02	37,1	48,0	41,24	1,11	1,76	1,64

3.6. CARACTERÍSTICAS AVALIADAS EM CAMPO

3.6.1. Depósito do traçador

Para análise de deposição foi utilizado uma solução traçadora adicionada à calda, constituída do corante Azul Brilhante (FD&C Blue n.1) catalogado internacionalmente pela Food, Drug & Cosmetic, na proporção de 36 gramas por hectare, conforme metodologia adaptada de Palladini et al., (2005). A solução traçadora foi removida das folhas da cultura no terço superior e médio, ainda foram coletadas no solo entre as linhas da cultura.

Para a avaliação da deposição nos terços superior, médio da cultura, foram coletadas ao acaso cinco folhas de cada terço da planta, em cinco plantas diferentes por parcela, respeitando a área útil, e para o solo da entrelinha, foi colocado uma placa de vidro de 0,10 x 0,10 m (LACERDA

et al., 2018). As folhas foram armazenadas de acordo com o terço correspondente de cada parcela, em sacos de plástico, e em seguida transportados para o laboratório de práticas mecanizadas da Universidade do Estado de Mato Grosso, onde foi removido o depósito lavando as folhas com 100 mL de água deionizada para cada parcela. Desta solução formada, foi quantificado o corante por absorbância em espectrofotometria, que consiste na determinação da concentração de uma substância pela medida da absorção relativa da luz (SANTOS et al., 2010; HOLTZ et al., 2014; TERRA et al., 2014; CASTRO et al., 2017).

A determinação da quantidade do traçador depositada, em cada amostra, foi realizada com espectrofotômetro da marca Bioespectro, modelo SP-220, com lâmpada de tungstênio com vapor de halogênio e cubetas de quartzo com caminho óptico de 10 mm, no comprimento de onda de 630 nm para o azul brilhante. Os dados foram transformados em mg L^{-1} , de acordo com coeficiente angular da curva-padrão da calda contendo o traçante. As concentrações em mg L^{-1} foram transformadas em volume por unidade de área ($\mu\text{L cm}^{-2}$).

Após a retirada do depósito das folhas, as mesmas foram fotografadas sobre superfície de cor branca e quantificadas sua área foliar. A máquina fotográfica utilizada foi da marca Sony, modelo Cyber-Shot, com resolução de 7,2 megapixels, à altura de 0,45 m. A área foliar foi medida utilizando o programa computacional “*ImageJ*” (NIH, 2012).

Para obtenção do depósito na planta e no solo da entrelinha, foi feita a curva de calibração do espectrofotômetro, a partir de soluções com concentrações conhecidas do corante, que gerou uma equação de regressão (Figura 1).

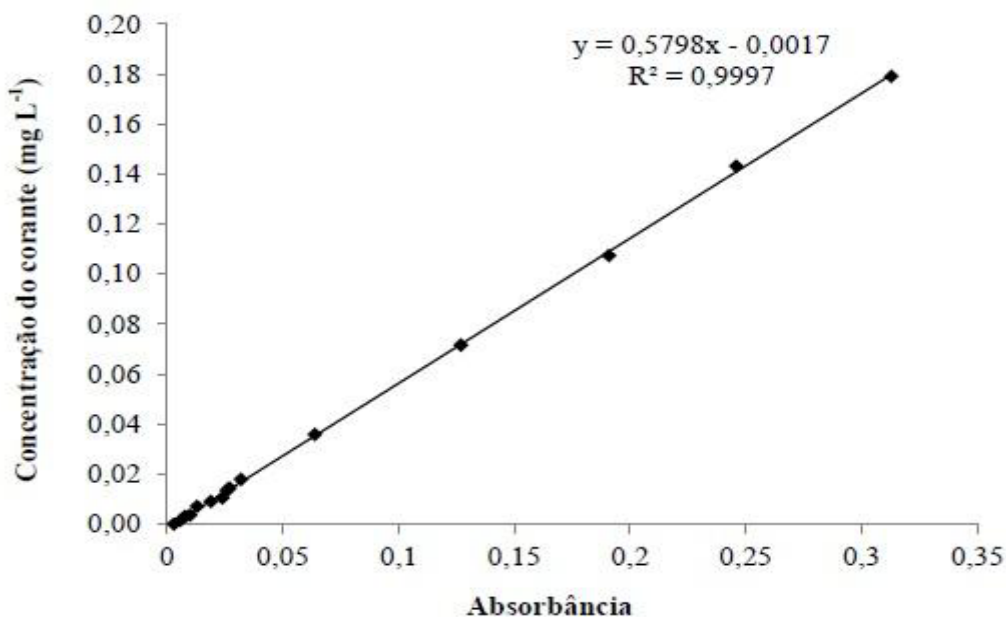


Figura 1 - Curva de calibração para concentrações conhecidas do corante Alimentício Azul

Os dados de absorvância foram transformados em concentração (mg L^{-1}) e de posse da concentração inicial (mg L^{-1}) e do volume de diluição das amostras (100 mL), determinou-se o volume retido nos terços superior, médio e no solo da cultura, de acordo com a Equação 4. A partir deste resultado, dividiu-se o mesmo pelo valor da área foliar e da placa de vidro correspondente a amostra avaliada, obtendo-se, assim, a quantidade em $\mu\text{L cm}^{-2}$, para as quatro aplicações por experimento.

$$C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f \quad \text{Equação} \quad (1)$$

Em que:

C_i = concentração inicial na calda de aplicação (mg L^{-1});

V_i = volume retido pelo alvo (mL);

C_f = concentração detectada em densidade óptica (mg L^{-1});

V_f = volume de diluição da amostra de cada folha (mL).

3.6.2. Espectro de gotas da aplicação de calda de pulverização na cultura do algodão

Para a obtenção do espectro de gotas proporcionado pelas pontas foram utilizadas etiquetas de papel hidrossensível, com dimensões de 76 x 26 mm, da marca Syngenta. Foram colocadas nove etiquetas por parcela, em alturas definidas de acordo com a altura da cultura em cada tratamento, utilizando-se três hastes metálicas, colocada em meio à linha de cultivo, sendo que a primeira ficou 200 m do início da parcela e as demais de modo aleatório dentro da parcela, posteriormente foram fixados às etiquetas no terço superior, médio e no solo da entrelinha da cultura do algodoeiro nas diferentes aplicações, para os dois experimentos.

Logo após a aplicação as etiquetas foram coletadas e protegidas dentro de envelopes de papel, devidamente identificados, sendo então levados para o laboratório de práticas mecanizadas (LAPAM) da Universidade do Estado de Mato Grosso, onde foram escaneadas utilizando a resolução de 600 dpi, em scanner marca Epson, modelo TX200. A análise das etiquetas de papel hidrossensível foi feita utilizando o programa computacional “*Image Tool*” versão 3.0, levando em consideração o fator de espalhamento encontrado por Chain et al., (1999).

3.6.3. Características agronômicas avaliadas

3.6.3.1. Altura de plantas (AP)

A altura das plantas foi determinada entre a superfície do solo e a extremidade apical da haste principal (AP, m), medida com uma régua graduada em milímetro, em quinze plantas para cada parcela, foi determinado aos 60, 80, 100 e 120 dias após a emergência das plântulas (DAE) como serão as mesmas medidas para mensurar a taxa de crescimento absoluto foi medido aos 40 DAE para com o intuito de analisar a efeito do regulador de crescimento nos diferentes volumes.

3.6.3.2. Diâmetro do caule (DC)

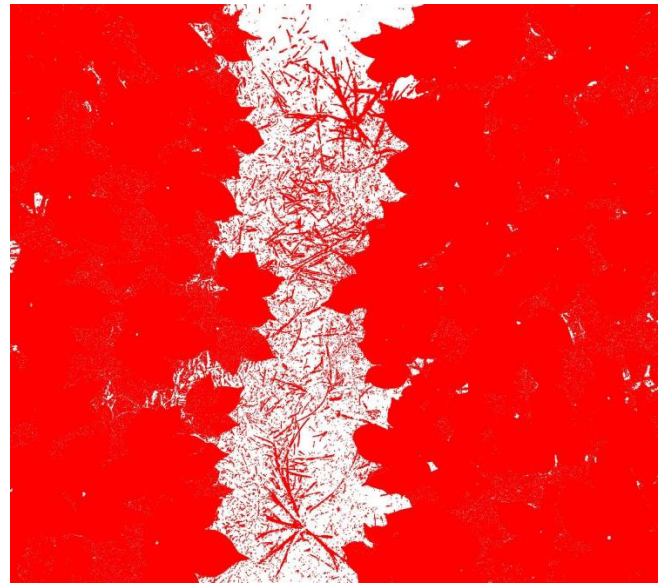
O diâmetro do caule (DC, m) foi determinado com um paquímetro digital, utilizando a média de 32 plantas amostradas em dois metros da parcela útil de forma aleatória.

3.6.3.3. Porcentagem de fechamento (PF)

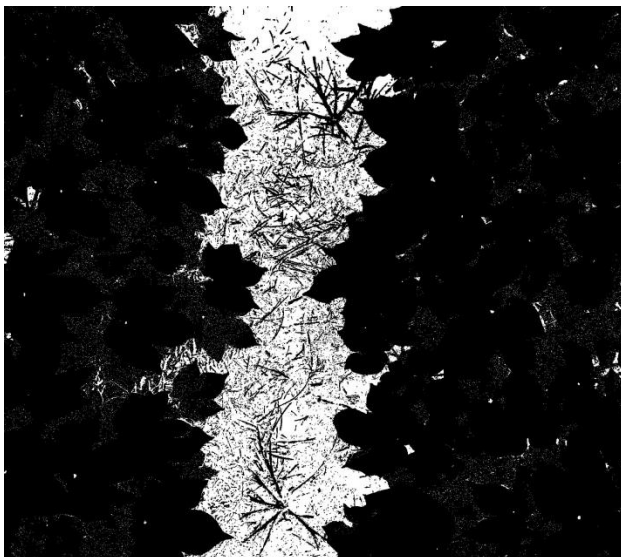
A porcentagem de fechamento (PF, %) foi quantificada nas parcelas nos dias de aplicação, por meio de imagens digitais, que foram adquiridas com uma máquina fotográfica, com resolução mínima de 7,2 megapixels. A área não coberta pelas folhas foi identificada com o uso do programa computacional “*AFSofit*” desenvolvido e disponibilizado pela EMBRAPA (2012) e o percentual de fechamento com o programa computacional de processamento e análise de imagem em Java, “*ImageJ*” (NIH, 2012), conforme a Figura 2.



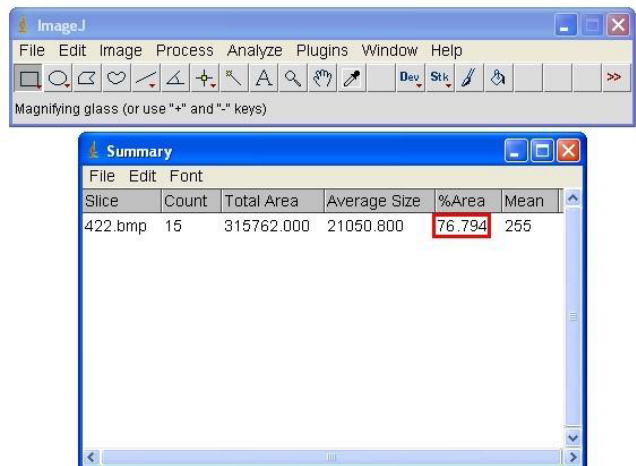
a



b



c



d

Figura 2 - Etapas do processamento de imagens utilizado para calcular a porcentagem fechamento do algodão a) fotografia da parcela; b) imagem processada no software *AFsoft* para identificar as áreas cobertas pelo algodão; c) imagem binarizada pelo programa *ImageJ*; d) interface de saída dos resultados.

3.6.3.4. Índice de área foliar

O índice de área foliar foi determinado pela relação entre o somatório da área das folhas de uma planta e a superfície do solo que ela ocupa (IAF, $m^2 m^{-2}$), sendo obtido de forma direta como descrito por Holtz et al., (2014). A área foliar média de cada planta utilizando o programa

computacional “*ImageJ*”, sabendo estande final de plantas, transformou-se em área media foliar das plantas por hectare, conforme Equação 2.

$$IAF = \frac{AF \cdot ST}{10000} \quad \text{Equação (2)}$$

Em que: IAF refere-se ao índice de área foliar, AF é média da área foliar das plantas de algodão (m²) e ST o estande final das plantas por hectare, o qual foi determinado aos 40, 60, 80 e 100 DAE.

3.6.3.5. Massa de matéria seca de parte aérea

A massa de matéria seca de parte aérea (MSPA, g planta⁻¹) foi obtida pelo valor da média da massa seca de três plantas coletadas aleatoriamente na parcela. Após a coleta as plantas foram levadas à estufa com circulação de ar à temperatura de 65°C até atingir massa constante (RISSINI, 2011).

3.6.3.6. Taxa de crescimento absoluto

A taxa de crescimento absoluto (TCA, cm dia⁻¹) foi calculada com base nas determinações da altura após o tempo de efeito do regulador de crescimento, como descrito por Soares (2010). O cálculo da TCA foi realizado com uso da Equação 2:

$$TCA = \frac{CA_2 - CA_1}{DAE_2 - DAE_1} \quad \text{Equação (3)}$$

Em que: CA refere-se ao crescimento absoluto (centímetros) e DAE ao número de dias após a emergência, o qual foi determinado aos 60, 80, 100 e 120 DAE.

3.6.3.7. Número médio de capulhos por planta

O número médio de capulhos por planta (CP) foi determinado pela relação entre número de capulhos contados e o número de plantas em dois metros lineares da área útil da parcela, aos 140 DAE.

3.6.3.8. Massa média do capulho

A massa do capulho (MC, g capulho⁻¹) foi obtida pela média de 20 capulhos coletados aleatoriamente na parcela, sendo localizados na primeira posição do terço médio das plantas amostradas conforme descrito na metodologia adaptada de Soares (2010), aos 160 DAE.

3.6.3.9. Produtividade

A produtividade (P, Kg ha⁻¹) foi obtida pelo total da colheita manual de algodão em caroço realizada em 1 m² da área útil da parcela. Após a pesagem, as mesmas foram embaladas em sacos de papel e levadas à estufa, 65°C até atingir massa constante (RISSINI, 2011). Posteriormente, as massas foram pesadas em balança digital com precisão de três casas decimais, em seguida foi corrigida a umidade para 4% b.u. e extrapoladas para Kg ha⁻¹, aos 160 DAE.

3.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância aplicando-se o teste F, a 5% de probabilidade e quando significativos, suas médias foram comparadas pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Posteriormente, foi realizada a análise de agrupamento de experimentos (análise conjunta) a fim de verificar similaridade ou diferenças entre os experimentos, utilizando o teste de F a 5% de probabilidade. Para as análises estatísticas foi utilizado o Software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento com o Micronair AU5000 LD

4.1.1. Deposito traçador

A análise de variância da deposição de calda mostrou influência significativa para a fonte de variação estágio de desenvolvimento da cultura, no terço inferior e no solo da entre as linhas. A maior quantidade de calda depositada no terço inferior foi encontrado para o algodão com 60 dias após a emergência das plantas, apresentando maior valor comparado com as demais fases de desenvolvimentos da cultura, conforme Tabela 2.

A maior deposição no terço inferior encontrada nas primeiras fases de desenvolvimentos possivelmente ocorreu pela área descoberta que a cultura se encontrava, que pode ser comprovado observando a sua menor altura, além de ter numericamente a menor IAF e porcentagem de fechamento da entrelinha.

Da mesma forma, Madalosso et al. (2010), em estudo específico com ferrugem asiática, verificaram que a porcentagem de fechamento da entrelinha, está correlacionada diretamente com a deposição de calda no terço inferior, verificando assim que nos maiores espaçamentos entre linhas ocorreram menores valores da ferrugem asiática acumulada, explicado pela maior exposição das folhas do terço médio e inferior à penetração e a cobertura de gotas pulverizada. Já Fiorin et al., (2011) avaliando aplicações realizadas antes do fechamento na cultura sobre a entre linha, concluíram que aplicação neste momento encontra condições mais favoráveis para a penetração, com aumento da taxa de deposição no terço inferior, possibilitando maior proteção do tecido vegetal. Holtz et al. (2014) e Galloti et al. (2006) que concluíram que a menor porcentagem de fechamento da entre as linhas de cultivo permite melhor distribuição de calda de pulverização, facilitando o manejo das doenças do baixeiro.

Trabalhos desenvolvidos por Tropaldi et al. (2011), observaram que não houve diferença de depósito das caldas aplicadas sobre alvos artificiais. Entretanto, grandes variações ocorreram quando as caldas foram aplicadas sobre plantas de algodão em diferentes estádios de desenvolvimento. Isto demonstra que as características morfológicas das plantas podem influenciar diretamente sobre a deposição de caldas no alvo e não o uso de diferentes volumes, independentemente do terço avaliado, portanto o volume avaliado neste trabalho não influenciou a deposição da calda de pulverização sobre as plantas de algodão, do ponto de vista operacional.

Tabela 2 – Síntese da análise de variância e teste de médias da deposição de calda de pulverização ($\mu\text{l cm}^{-2}$) no terço superior, médio e inferior da cultura e no solo entre as linhas para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha⁻¹ em diferentes fases de desenvolvimentos do algodoeiro provenientes da pulverização aérea

Vol	Superior					Médio				
	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média
09	0,598	0,904	0,805	0,905	0,803	0,581	0,746	0,791	0,881	0,750
12	0,702	0,909	0,841	0,902	0,838	0,890	0,819	0,861	0,895	0,866
15	0,807	0,914	0,846	0,902	0,867	0,780	0,829	0,824	0,740	0,793
18	0,826	0,912	0,757	0,747	0,810	0,780	0,748	0,743	0,699	0,743
Média	0,733	0,909	0,812	0,864		0,758	0,786	0,805	0,804	

Vol	Inferior					Solo				
	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média
09	0,601	0,886	0,087	0,087	0,415	0,780	0,869	0,079	0,008	0,409
12	0,785	0,891	0,023	0,097	0,449	0,684	0,918	0,098	0,007	0,451
15	0,890	0,896	0,028	0,042	0,464	0,789	0,960	0,083	0,002	0,483
18	0,908	0,794	0,039	0,098	0,460	0,808	0,944	0,092	0,008	0,488
Média	0,796A	0,867A	0,044B	0,081B		0,815A	0,922A	0,088B	0,006C	

Tratamentos	Superior	Médio	Inferior	Solo
Bloco	0,084	0,056	0,043	0,078
Estádio de desenvolvimento	0,091688 ^{NS}	0,007733 ^{NS}	3,168825*	3,470690*
Resíduo 1	0,000385	0,000349	0,00578	0,00963
Volume	0,013701 ^{NS}	0,051648 ^{NS}	0,007806 ^{NS}	0,005115 ^{NS}
Estágio*volume	0,020631 ^{NS}	0,023926 ^{NS}	0,029089 ^{NS}	0,004610 ^{NS}
Resíduo 2	0,000192	0,000174	0,000289	0,000313
Média	0,8298	0,7879	0,4470	0,4455

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A análise de variância para a razão da deposição de calda mostrou influência significativa para a fonte de variação estágio de desenvolvimento da cultura, como apresentados na tabela 3. Ainda é possível observar que as médias da razão da deposição seguem uma tendência de maior razão da deposição nas fases mais avançadas de desenvolvimento, com destaque para a primeira fase que obteve 1,032 de razão de deposição o que se aproxima da distribuição do terço superior ao inferior uniformemente, devido a baixa quantidade de folhas.

A menor razão de deposição pode ocorrer devido a uma menor deposição no terço superior ou a uma maior deposição no terço inferior, bem como aos dois fatores, foi o que ocorreu nos primeiros estádios de desenvolvimento. No presente estudo, não foram constatadas diferenças significativa da deposição no terço superior, isso porque a menor razão de deposição ocorreu pela maior deposição no terço inferior.

Tabela 3 – Síntese da análise de variância e teste de médias da razão da deposição de calda de pulverização ($\mu\text{l cm}^{-2}$) para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do algodoeiro provenientes da pulverização aérea

Vol	Razão				
	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	MÉDIA
09	1,131	1,113	11,345	10,195	5,946
12	0,969	1,112	10,144	40,13	13,096
15	0,949	1,112	23,429	33,143	14,670
18	1,010	1,252	21,516	21,513	8,056
MÉDIA	1,032C	1,147C	13,344B	26,245A	
Bloco			23,432		
Estádio de desenvolvimento			2455,45*		
Resíduo 1			0,000321		
Volume			6,052353 ^{NS}		
Estágio*volume			2,872107 ^{NS}		
Resíduo 2			0,000493		
Média			11,2539		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao volume de calda aplicado na cultura do algodoeiro em diferentes fases de desenvolvimento não foi verificada diferenças significativas. Isto denota que não houve influência da área foliar ao longo do desenvolvimento da cultura quanto à razão da deposição. Isto corrobora com o proposto por Oliveira et al., 2011, onde mostra que o volume de calda influencia na aplicação de forma quantitativa e não qualitativa. A deposição de calda nos alvos com os volumes entre 9 e 18 L ha⁻¹, verificada neste estudo, permite inferir que haverá a mesma eficiência de controle, porém com maior rendimento operacional para o volume de 9 L ha⁻¹, economizando tempo e recursos ao longo do processo. O uso de menor volume de calda aumenta a autonomia e a capacidade operacional das aeronaves agrícolas, podendo ser o principal componente do desempenho operacional em diversas culturas.

Esses resultados indicam que, nos estádios de desenvolvimento mais avançados, as folhas ficam melhor distribuídas ao longo da haste principal da planta, enquanto, nos estádios de desenvolvimento iniciais, a maioria das folhas estão dispostas na parte superior da planta em busca da maior quantidade de radiação solar. Este foi possivelmente o fator que mais favoreceu a deposição do terço inferior. Desse modo, pode ser recomendada a aplicação nestas fases de desenvolvimento por apresentarem menores porcentagens de fechamento da entrelinha do algodão, com respaldo indicativo de melhor e maior efeito do regulador de crescimento das plantas. Contudo, deve-se analisar se as cultivares possuem características peculiares em relação à sua arquitetura e variam conforme, arranjo espacial e população, de forma que é necessária uma análise detalhada

para cada cultivar em função destes fatores, para que seja possível adequar o estágio de desenvolvimento ideal em benefício da qualidade da aplicação dos reguladores de crescimento.

4.1.2. Espectro de gotas

O espectro de gotas no terço superior da cultura (Tabela 04) não apresentou interação significativa entre os diferentes volumes de caldas e estádios de desenvolvimento da cultura. Já o volume de aplicação apresentou de forma isolada efeito significativo no DMV, na porcentagem de gotas menores que 100 μ m, no percentual de cobertura e na quantidade de impactos por centímetro quadrado. O conhecimento do espectro de gotas é importante para garantir uma boa aplicação e ao mesmo tempo, eficácia biológica e segurança ambiental, de acordo com as condições meteorológicas, ainda produzir um tamanho de gotas que possibilite bom equilíbrio entre cobertura de plantas, penetração no dossel e deposição de gotas nas folhas (OLIEVEIRA et al., 2015; CUNHA et al., 2016).

Assim, nota-se que os resultados encontrados neste trabalho para a porcentagem de gotas menores que 100 μ m sugerem que o Micronair AU5000 LD oferece segurança contra a deriva. A interpretação dos dados de porcentagem do volume de gotas com diâmetro inferior a 100 μ m, permitem estimar o potencial de deriva da aplicação. Quanto menor for essa porcentagem, menor o risco de deriva do agrotóxico durante a aplicação. De acordo com Cunha et al., (2004), porcentagem inferior a 15% do volume pulverizado em gotas menores que 100 μ m seria mais adequada para uma aplicação segura. Contudo, Antuniassi et al., (2017) afirmaram que gotas menores são desejáveis para uma melhor cobertura e distribuição uniforme. Cunha et al., (2017) acrescentou que a porcentagem de gotas menores de 100 μ m deve ser avaliada com muita cautela, porque existe um limite estreito entre o tamanho de gotas que promove boa cobertura e suscetibilidade a deriva.

Tabela 4 – Síntese da análise de variância e teste de médias do diâmetro da mediana volumétrica (DMV), porcentagem de gotas menores que 100µm (PG<100) porcentual de cobertura e quantidade de impactos por centímetro quadrado no terço superior da planta, para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea

Vol	DMV					PG<100				
	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média
09	180	160	190	188	180c	20,10	21,83	23,25	24,78	22,78 c
12	190	199	165	197	188c	15,12	15,79	17,28	14,76	16,76 b
15	210	195	200	205	203b	11,10	13,84	13,30	10,71	12,71 b
18	230	220	234	241	231a	8,14	9,75	9,28	8,73	8,73 a
Média	203	194	197	208		13,61	15,30	15,77	14,74	
Vol	% Cobertura					Impactos cm ⁻²				
	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média
09	0,78	0,76	0,71	0,73	0,74c	9,7	10,8	11,0	9,8	10,3c
12	1,10	1,12	1,1	1,14	1,11b	16,6	15,9	14,8	16,7	16,0b
15	1,25	1,28	1,3	1,28	1,27b	14,7	18,9	13,0	17,2	15,9b
18	1,83	1,79	1,84	1,75	1,80a	19,8	20,4	21,0	22,8	21,0a
Média	1,24	1,23	1,23	1,22		15,2	16,5	14,9	16,6	
Tratamentos		DMV			PG<100	% Cobertura		Impactos cm ²		
Bloco		42,3			3,2	0,213		0,876		
Estádio de desenvolvimento		618,00 ^{NS}			13,87 ^{NS}	0,00073 ^{NS}		12,009 ^{NS}		
Resíduo 1		32,321			0,9886	0,0122		0,0986		
Volume		8282,00*			535,98*	3,084600*		304,4091*		
Estágio*volume		528,88 ^{NS}			6,2488 ^{NS}	0,004356 ^{NS}		8,9825 ^{NS}		
Resíduo 2		1,32			0,133	0,963		0,12335		
Média		200,25			14,86	1,235		15,818		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nos resultados encontrados para a área coberta pela calda de pulverização, bem como a quantidade de gotas retidas no papel hidrossensível, as médias foram maiores nos maiores volumes. Estes resultados estão de acordo Correa et al., (2004), que verificaram que ocorre um desequilíbrio na distribuição da calda aplicada ao longo da planta, sendo que o terço superior recebe mais de 3,2 vezes a dose necessária para controle da doença e o terço inferior recebe em torno de 1/5 desta dose, repetindo os resultados encontrados por Bayer et al. (2018); Bayer et al., (2011) encontraram cobertura de pulverização com 50% ou mais na camada superior de 0,30 m do dossel e 20% ou menos, abaixo desta camada. Estes resultados sugerem a necessidade de se aumentar a dose (PINTO et al., 2016) ou o volume de calda aplicada (BAYER et al. 2011).

Na região mediana do algodoeiro (Tabela 5), observa-se que os estádios de desenvolvimento não influenciaram nas características do espectro de gotas.

Tabela 5 – Síntese da análise de variância e teste de médias do diâmetro da mediana volumétrica (DMV), porcentagem de gotas menores que 100µm (PG<100), percentual de cobertura e quantidade de impactos por centímetro quadrado no terço médio da planta, para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea

Vol	DMV					PG<100				
	40 DAE	60 DEA	80 DEA	100 DEA	Média	40 DAE	60 DEA	80 DEA	100 DEA	Média
09	175	175	185	179	177 c	22,13	24,45	27,25	25,68	24,87 a
12	180	180	178	199	186 c	14,91	16,91	18,72	15,32	16,46 b
15	205	205	203	209	201 b	12,01	13,01	14,87	11,11	12,75 c
18	215	215	219	229	218 a	9,40	8,90	9,70	9,32	9,33 d
Média	193	190	196	204		14,61	15,81	17,63	15,35	

Vol	% Cobertura					Impactos por cm ²				
	40 DAE	60 DEA	80 DEA	100 DEA	Média	40 DAE	60 DEA	80 DEA	100 DEA	Média
09	0,61	0,78	0,77	0,63	0,69 c	10,1	9,8	11,2	10,8	10,4c
12	1,09	1,02	1,11	1,23	1,11 b	16,6	15,9	15,8	16,5	16,2 b
15	1,20	1,18	1,13	1,23	1,18 b	15,7	18,9	14,1	16,4	16,2 b
18	1,78	1,81	1,90	1,95	1,86 a	19,7	19,9	21,2	21,9	20,6 a
Média	1,17	1,19	1,22	1,26		15,5	16,1	15,5	16,4	

Tratamentos	DMV	PG<100	% Cobertura	Impactos cm ²
Bloco	54,3	3,12	1,3	1,6
Estádio de desenvolvimento	376,91 ^{NS}	26,45 ^{NS}	0,024033 ^{NS}	2,9158 ^{NS}
Resíduo 1	21,321	0,9886	0,0122	0,0986
Volume	5777,583*	714,63*	3,7079*	279,7958*
Estágio*volume	100,91 ^{NS}	5,0212 ^{NS}	0,023567 ^{NS}	8,9825 ^{NS}
Resíduo 2	3,12	0,543	0,9543	6,5936
Média	200,25	15,85	1,2137	15,90

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na região do solo da entrelinha da planta (Tabela 6), nota-se que na aplicação aos 100 dias após a emergência não apresentou diferenças significativas na interação entre os volumes de calda e os estádios de desenvolvimento da cultura não houve a detecção em todos os parâmetros. Fato esse pode ser explicado que neste estágio de desenvolvimento a planta havia fechado totalmente a entrelinha, em relação às folhas dos demais terços o que não é adequado para promover boa distribuição, porém pode-se afirmar que a quantidade de gotas que seja detectado na entrelinha seja próximo de zero, assim pode-se afirmar que a aplicação de um produto que de absorção foliar não sofreu a endoderiva, que a deriva por escorrimento.

Novamente, é possível observar que houve um aumento do DMV com o incremento do volume de calda aplicado. Ressalta-se que essa é uma região muito importante quando se pensa em

endoderiva (perda de produto no solo), visto que a contaminação ambiental é uma das preocupações da tecnologia de aplicação. Nota-se também uma redução significativa na porcentagem de gotas com diâmetro menores que 100µm quando se aumentou o volume de calda pulverizada reduziu à porcentagem de gotas propensas a deriva. O aumento do volume de calda, em geral, aumentou o percentual de cobertura das gotas pulverizadas e a quantidade de impactos por centímetro quadrado.

Tabela 6 – Síntese da análise de variância e teste de médias do diâmetro da mediana volumétrica (DMV), porcentagem de gotas menores que 100µm (PG<100) percentual de cobertura e quantidade de impactos por centímetro quadrado no solo da entre as linhas, para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea

Vol	DMV					PG<100				
	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média
09	190	180	191	n.d.	187c	18,56	19,13	20,50	n.d.	19,39 c
12	191	199	175	n.d.	188c	13,24	14,91	16,81	n.d.	14,98 b
15	200	198	202	n.d.	200b	11,10	13,84	14,45	n.d.	13,13 b
18	232	231	229	n.d.	230a	9,42	10,51	10,18	n.d.	10,03 a
Média	203	202	199	n.d.		13,08	14,59	15,48	n.d.	
Vol	% Cobertura					Impactos por cm ²				
	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média
09	0,82	0,92	0,81	n.d.	0,85b	10,2	11,5	10,9	n.d.	10,8c
12	1,10	1,12	1,01	n.d.	1,07b	15,7	14,8	13,6	n.d.	14,7b
15	1,07	1,02	1,04	n.d.	1,04b	16,9	19,1	14,9	n.d.	16,9b
18	1,72	1,85	1,92	n.d.	1,83a	20,1	19,6	22,1	n.d.	20,6a
Média	1,17	1,22	1,19	n.d.		15,7	16,2	15,3	n.d.	
Tratamentos				DMV	PG<100	% Cobertura	Impactos cm ²			
Bloco				39,1	2,90	32,3	3,5			
Estádio de desenvolvimento				291,11 ^{NS}	42,25 ^{NS}	2,033 ^{NS}	2,54 ^{NS}			
Resíduo 1				25,951	2,318	2,32	2,3276			
Volume				6767,53*	994,63*	12,779*	265,658*			
Estágio*volume				101,11 ^{NS}	3,312 ^{NS}	2,32 ^{NS}	7,5425 ^{NS}			
Resíduo 2				4,72	3,353	4,24	7,436			
Média				201,28	14,38	1,195	15,74			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. n.d.: não foi detectado nos papeis hidrossensíveis.

4.1.3. Características agronômicas

Na avaliação da altura das plantas, foram encontradas diferenças significativas nas diferentes fases de desenvolvimento do algodão, mas não foi estatisticamente significativa pelo volume de

calda aplicado nem foi verificada a interação dos fatores, indicando que esses dois fatores apresentam uma relação de não dependência, assim solidificando as informações apresentadas, que o volume de calda não influencia na eficácia da aplicação do regulador de crescimento.

A variação na altura de planta ocorre em função de vários fatores como o espaçamento entre e dentro das fileiras de plantas, disponibilidade hídrica, temperatura, fertilidade do solo, fotoperíodo e época de semeadura, entre outras condições. Desta forma, as maiores alturas registradas devem ser avaliadas com cautela, pois podem significar melhores condições de produtividade ou maior probabilidade de acamamento. As maiores alturas foram encontradas para as fases de desenvolvimentos no final do ciclo juntamente com os maiores diâmetros, tendo valores máximos de 121,4 e 1,51 cm respectivamente.

As diferenças encontradas para a área foliar não foram suficiente para compensar integralmente a ocupação do espaço pela planta, uma vez que foi verificada diferença significativa no índice de área foliar (IAF), sendo encontrado menor valor para as menores fases de desenvolvimento. A redução IAF ocorreu em função da fase de desenvolvimento em que a planta se encontrava. Corroborando com as afirmações de Rosolem et al. (2013), a área foliar do algodão é determinada pelo tamanho, número de folhas e pelo estágio da fenologia em que o algodoeiro se encontra.

No presente estudo, as médias do IAF não apresentaram relação com o volume de calda aplicado (Tabela 5), mas próximo ao intervalo ideal descrito por Silva et al. (2006). Estes autores afirmaram que para se obter melhor eficiência na interceptação de luz pelo dossel e para que não ocorra problemas de falhas no fechamento da cultura, ou de sombreamento excessivo das folhas, o IAF da algodão deve estar entre 3,5 e 4,5. Em termos de aplicação de agrotóxico, os valores encontrados neste trabalho podem ser considerados favoráveis à aplicação de produtos fitossanitários tendo variação do menor estágio de desenvolvimento para o maior de 1,6 a 4,8, respectivamente. O IAF superior a 5,0 a partir dos estádios reprodutivos é desfavorável à penetração das gotas de uma pulverização no interior do dossel da cultura, conforme Cavalieri et al. (2015), o que não ocorreu no presente trabalho.

Tabela 7 - Síntese da análise de variância e teste de médias da altura de planta (AP, cm), diâmetro de caule (DC, cm), porcentagem de fechamento (PF, %) e índice de área foliar (IAF, m²m⁻²), para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea

Vol	Altura de Planta					Diâmetro do caule				
	60 DAE	80 DAE	100 DAE	120 DAE	Média	60 DAE	80 DAE	100 DAE	120 DAE	Média
09	63,89	86,9	105,9	121,5	94,54	0,90	1,09	1,49	1,52	1,25
12	64,79	85,9	106,5	121,7	94,72	0,89	1,07	1,51	1,52	1,23
15	63,89	84,1	107,2	121,4	94,14	0,92	1,11	1,48	1,52	1,22
18	65,39	86,8	106,4	121,1	94,92	0,91	1,13	1,49	1,51	1,25
Média	64,4 D	85,9 C	106,5B	121,4A		0,91B	1,13 B	1,49 A	1,51 A	

Vol	Porcentagem de fechamento					Índice de área foliar				
	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média
09	33,81	54,10	81,32	100,0	67,30	1,2	2,8	3,0	4,8	3,0
12	31,27	56,77	83,31	100,0	66,48	1,6	2,1	3,1	4,7	2,9
15	32,12	54,89	82,32	100,0	68,32	1,7	1,9	3,3	4,6	2,9
18	31,32	55,10	81,92	100,0	67,23	1,8	2,4	2,9	5,0	3,0
Média	31,32D	55,10C	81,92B	100,0A		1,6D	2,3C	3,1B	4,8A	

Tratamentos	Altura de Planta	Diâmetro do caule	Porcentagem de fechamento	Índice de área foliar
Bloco	53,21	3,12	1,3	1,6
Estádio de desenvolvimento	2721,91*	26,45*	0,02403*	2,9158*
Resíduo 1	12,321	0,9886	0,0122	0,0986
Volume	8952,583 ^{NS}	714,63 ^{NS}	3,7079 ^{NS}	279,7958 ^{NS}
Estádio*volume	4130,91 ^{NS}	5,0212 ^{NS}	0,023567 ^{NS}	8,9825 ^{NS}
Resíduo 2	32,12	0,543	0,9543	6,5936
Média	86,22	0,95	70,21	3,30

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos mostram que a taxa de crescimento absoluto para os estádios de desenvolvimento da cultura apresentaram valores máximos aos 60, 80 e 100 DAE (1,08; 1,07 e 1,03 cm dia⁻¹), e diminuem aos 120 DAE (tabela 8). Essa variação está de acordo com o esperado, uma vez que qualquer incremento na altura ao longo de um determinado período está diretamente relacionado ao regulador de crescimento aplicado no período anterior. A taxa de crescimento absoluto (TCA) varia ao longo do ciclo vegetal, pois depende de dois outros fatores: altura final da planta para a contagem de dias após a semeadura.

Tabela 8 - Síntese da análise de variância e teste de médias da massa da matéria seca da parte aérea (MSPA g planta⁻¹) e da taxa de crescimento absoluto (cm dia⁻¹) para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea

Vol	MSPA					TCA				
	60 DAE	80 DAE	100 DAE	120 DAE	Média	60 DAE	80 DAE	100 DAE	120 DAE	Média
09	5,76	12,56	20,17	30,80	17,331	1,03	1,15	0,95	0,78	0,98
12	6,09	12,62	20,16	31,16	17,499	1,03	1,06	1,03	0,76	0,97
15	5,79	12,74	21,17	30,76	17,644	1,08	1,01	1,16	0,71	0,99
18	6,09	12,54	20,87	31,75	17,806	1,08	1,07	0,98	0,73	0,99
Média	5,99D	12,64C	20,01B	31,12A		1,08A	1,07A	1,03A	0,75B	
Tratamentos				MSPA		TCA				
Bloco				46,4		0,65				
Estádio de desenvolvimento				143,6*		6,432*				
Resíduo 1				3,51		0,973				
Volume				0,3923 ^{NS}		0,089 ^{NS}				
Estádio*volume				0,378 ^{NS}		0,5 ^{NS}				
Resíduo 2				13,69		0,321				
Média				21,83		1,22				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.1.4. Características produtivas

De maneira geral, a planta comportou-se como esperado, não tendo efeito significativo no número de capulhos quando aplicado diferentes volumes do regulador de crescimento, ou seja, o volume de calda não é responsável pela quantidade de capulhos que a planta produziu, logo qualquer volume que aplicar não tem efeito significativos na produtividade.

Tabela 9 – Síntese da análise de variância e teste de médias e síntese da análise de variância (quadrado médio) do Numero médio de capulho por plantas (NMCP), massa média do capulho e Produtividade (arroba por hectares) do algodoeiro para os volumes de 9, 12, 15 e 18 L ha⁻¹ provenientes da pulverização aérea

Volumes	Quadrado médio		
	NMCP	Massa do Capulho	Produtividade
09	19,10	0,021	4121,31
12	20,12	0,023	4290,72
15	20,10	0,020	4101,35
18	20,14	0,020	4209,54
Bloco	0,001866	0,33	92,00
Volume	0,001866 ^{NS}	0,002	51,032 ^{NS}
Resíduo1	0,001866	0,42	454,00
CV	5,15	22,53	14,410
Média	0,08742	0,0212	4230,73

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.2. Experimento com a ponta cônica Teejet core 45

4.2.1. Deposito traçador

O volume de calda de pulverização para a ponta Teejet core 45 e os estádios de desenvolvimento da cultura não apresentaram interação significativa para a deposição da calda de pulverização, conforme apresentado na Tabela 10. Já os estádios de desenvolvimento da cultura apresentaram influencia significativa para a deposição na parte inferior e no solo entre as linhas de plantio. A deposição apresentou menores valores para o terço inferior e no solo entre as linhas da cultura para os estádios finais de desenvolvimento. Essa redução na deposição é relacionada ao maior índice de área foliar e cobertura das plantas ao longo do ciclo do desenvolvimento.

Diante desses resultados, e do ganho em capacidade operacional de uma aeronave agrícola, verifica-se que há viabilidade no uso de taxas de aplicação reduzidas, próximas a 9 L ha⁻¹, nos estádios mais avançados da cultura do algodoeiro. Tal redução requer constante acompanhamento das condições meteorológicas, de modo a garantir a deposição do produto fitossanitário sobre o alvo, minimizando assim as perdas para o ambiente. Resultados semelhantes para deposição de calda de pulverização em dessecação de plantas infestantes, Sousa et al. (2011), relataram que a taxa de 80 L ha⁻¹ proporcionou a mesma deposição quando comparada a de 130 L ha⁻¹.

Tabela 10 - Teste de médias da deposição de calda de pulverização ($\mu\text{l cm}^{-2}$) no terço superior, médio e inferior da cultura e no solo da entre as linhas para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea

Vol	Superior					Médio				
	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média
09	0,680	0,986	0,887	0,987	0,885	0,615	0,749	0,764	0,700	0,707
12	0,784	0,991	0,923	0,984	0,920	0,629	0,773	0,854	0,608	0,716
15	0,889	0,996	0,928	0,984	0,949	0,798	0,774	0,799	0,714	0,771
18	0,908	0,994	0,839	0,829	0,892	0,864	0,768	0,767	0,760	0,789
Média	0,815	0,991	0,894	0,946		0,726	0,766	0,796	0,695	
Vol	Inferior					Solo				
	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média
09	0,578	0,863	0,044	0,064	0,387	0,578	0,663	0,014	0,008	0,315
12	0,762	0,868	0,040	0,074	0,436	0,662	0,668	0,020	0,004	0,338
15	0,767	0,873	0,035	0,029	0,426	0,667	0,673	0,025	0,006	0,342
18	0,685	0,771	0,036	0,075	0,391	0,585	0,671	0,016	0,005	0,319
Média	0,698B	0,844A	0,039C	0,061C		0,623A	0,668A	0,018B	0,005B	
Tratamentos		Superior			Médio	Inferior	Solo			
Bloco		0,14			0,23	0,343	0,43548			
Estádio de desenvolvimento		0,08958 ^{NS}			0,34733 ^{NS}	4,14325*	3,45490*			
Resíduo 1		0,00895			0,0423	0,04538	0,034963			
Volume		0,0089231 ^{NS}			0,4234238 ^{NS}	0,03436 ^{NS}	0,043115 ^{NS}			
Estádio*volume		0,06731 ^{NS}			0,062226 ^{NS}	0,0589 ^{NS}	0,4304610 ^{NS}			
Resíduo 2		0,07843			0,064234	0,0543289	0,400313			
Média		0,911			0,745	0,4103	0,3285			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A análise de variância para a razão da deposição de calda mostrou influência significativa para a fonte de variação estágio de desenvolvimento da cultura, como apresentados na tabela 11. A razão de deposição entre o terço superior e inferior é um índice que expressa a diferença na cobertura entre os terços do dossel da cultura. No presente estudo, foram constatadas diferenças significativas da deposição nos terços superior e inferior, portanto ambos fatores auxiliaram para uma melhor razão de deposição para a cultura do algodoeiro.

Tabela 11 – Síntese da análise de variância e teste de médias da razão da deposição de calda de pulverização ($\mu\text{l cm}^{-2}$) para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea

Volumoes	Razão				
	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	MÉDIA
09	1,176	1,143	20,159	15,422	9,475
12	1,029	1,142	23,075	13,297	9,636
15	1,159	1,141	26,514	33,931	15,686
18	1,326	1,289	23,306	11,053	9,243
MÉDIA	1,172B	1,179B	23,263A	18,426A	
Bloco	53,897				
Estádio de desenvolvimento	3245,87*				
Resíduo 1	0,0891				
Volume	7,89753 ^{NS}				
Estádio*volume	3,709107 ^{NS}				
Resíduo 2	0,897493				
Média	11,01				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Este estudo fornece resultados que ajudam a compreender as características das aplicações aéreas sobre diferentes volumes. Esses resultados podem ser considerados como uma referência antes de escolher o volume de calda a aplicar para a cultura do algodão, e também ajudar a planejar estratégias para reduzir o potencial de deriva de calda, bem como aumentar a penetração das gotas.

4.2.2. Espectro de gotas

A análise de variância para o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), porcentagem de gotas menores que 100 μm (PG<100) percentual de cobertura e quantidade de impactos por centímetro quadrado no terço superior da planta mostrou influência significativa para a fonte de variação volume de calda, como apresentados na tabela 12. O diâmetro das gotas diminuiu com o incremento da vazão, apresentando com capacidade de perdas por deriva. A redução do volume de calda aplicada pelas pontas cônicas core 45 proporcionou menor quebra do líquido, o que gera gotas de tamanho maior.

A densidade das gotas é expressa em número de gotas por centímetro quadrado e constitui o parâmetro mais fácil de ser determinado, sendo um dos parâmetros para se estabelecer a qualidade de uma aplicação.

O impacto de gotas é crescente com o aumento do volume pode ser compreendida pela ocorrência de um menor DMV, assim depositando um maior número de gotas. As gotas com DMV menores possuem maior capacidade de cobertura, pois proporcionam maior quantidade de gotas para um mesmo volume aplicado, assim como maior número impacto por unidade de área, o que

aumenta a probabilidade de gotas atingirem o alvo nos terços meio e inferior das culturas quando ocorre espaços vazios entre as folhas (Tabela 12).

Tabela 12 – Síntese da análise de variância e teste de médias do diâmetro da mediana volumétrica (DMV), porcentagem de gotas menores que 100 μm (PG<100) percentual de cobertura e quantidade de impactos por centímetro quadrado no terço superior da planta, para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea

Vol	DMV					PG<100				
	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média
09	139	129	143	150	140 a	17,34	20,77	19,77	18,59	19,12c
12	119	104	109	114	111 b	23,64	29,48	28,33	22,81	26,07bc
15	99	108	74	106	96 b	32,21	33,63	36,81	31,44	33,52b
18	89	69	99	97	88 b	42,81	46,50	49,52	52,78	47,90a
Média	111	102	106	116		29,00	32,59	33,61	31,41	
Vol	% Cobertura					Impactos por cm ²				
	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média
09	1,66	1,62	1,51	1,55	1,59c	20,66	23,00	23,43	20,87	21,99c
12	2,34	2,39	2,34	2,43	2,37b	35,36	33,87	31,52	35,57	34,08b
15	2,66	2,73	2,77	2,73	2,72b	31,31	40,26	27,69	36,64	33,97b
18	3,90	3,81	3,92	3,73	3,84a	42,17	43,45	44,73	48,56	44,73a
Média	2,64	2,64	2,64	2,61		32,38	35,15	31,84	35,41	
Tratamentos	DMV				PG<100	% Cobertura	Impactos cm ²			
Bloco	65,8				5,87	2,43	2,6			
Estádio de desenvolvimento	846,81 ^{NS}				43,875 ^{NS}	0,8973 ^{NS}	2,0898 ^{NS}			
Resíduo 1	31,897				0,8976	0,8022	0,9089			
Volume	6678,678*				8768,3*	6,9779*	247,7098*			
Estádio*volume	167,87 ^{NS}				4,8912 ^{NS}	0,92367 ^{NS}	9,897 ^{NS}			
Resíduo 2	2,76				0,8943	0,99543	7,896			
Média	200,25				15,85	1,2137	15,90			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O diâmetro da media volumétrica, porcentagem de gotas menores que 100 μm , a cobertura e a densidade de gotas verificadas no terço médio, demonstrou médias semelhantes quanto aos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, diferindo apenas quanto a variação do volume de calda, com acréscimo do volume, é possível observar que diminui o diâmetro da mediana volumétrica, gerados pelas pontas cônicas core 45, de 83 μm para o volume de 18 L ha⁻¹. Efeito esse pode ser explicado pelo fato que para as pontas que oscilam a pressão de trabalho, independentemente do modo de aplicação aéreo ou terrestre, o aumento da pressão força a passagem do líquido pelo orifício no mesmo intervalo de tempo, assim, existe maior energia na hora de desfragmentar esse líquido na transformação em gotículas (CUNHA et al., 2006).

Tabela 13 – Síntese da análise de variância e teste de médias do diâmetro da mediana volumétrica (DMV), Porcentagem de gotas menores que 100µm (PG<100) percentual de cobertura e Quantidade de impactos por centímetro quadrado no terço médio da planta, para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea

Vol	DMV					PG<100				
	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média
09	149	132	139	151	142a	18,54	21,43	20,91	19,93	20,20d
12	119	104	109	120	113b	25,41	29,98	30,31	24,16	27,46c
15	101	103	84	108	99bc	39,10	35,33	41,64	30,92	36,74b
18	80	71	91	90	83b	52,11	49,01	50,91	51,45	50,87a
Média	112	102	105	117		33,79	33,93	35,94	31,61	

Vol	% Cobertura					Impactos por cm ²				
	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média
09	1,41	1,43	1,50	1,45	1,44c	21,67	22,22	21,13	22,54	21,89c
12	2,34	2,30	2,41	2,53	2,39b	34,21	30,47	32,21	37,71	33,65b
15	2,70	2,60	2,47	2,52	2,57b	39,82	42,87	29,91	36,54	37,28b
18	3,89	3,89	3,91	3,90	3,89a	52,23	49,59	45,32	50,61	49,43a
Média	2,58	2,55	2,57	2,60		36,98	36,28	32,14	36,85	

Tratamentos	DMV	PG<100	% Cobertura	Impactos cm ²
Bloco	64,3	4,2	2,1	1,1
Estádio de desenvolvimento	876,91 ^{NS}	12,45 ^{NS}	0,8973 ^{NS}	4,898 ^{NS}
Resíduo 1	32,21	0,9886	0,0122	0,0986
Volume	5879,83*	984,63*	5,0979*	2679,7897*
Estádio*volume	176,91 ^{NS}	6,0212 ^{NS}	0,023567 ^{NS}	9,825 ^{NS}
Resíduo 2	2,12	0,543	0,9543	5,8976
Média	200,25	15,85	1,2137	15,90

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A análise de variância para o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), porcentagem de gotas menores que 100µm (PG<100) percentual de cobertura e quantidade de impactos por centímetro quadrado no terço superior da planta mostrou influência significativa para a fonte de variação volume de calda, como apresentados na tabela 14. As médias do diâmetro da mediana volumétrica (DMV) variaram de 83 a 133 µm, estes valores diminuíram com o incremento do volume de aplicação, isso ocorreu porque a redução do volume de aplicação foi feita por meio da diminuição da pressão.

Tabela 14 – Síntese da análise de variância e teste de médias do diâmetro da mediana volumétrica (DMV), porcentagem de gotas menores que 100µm (PG<100) percentual de cobertura e quantidade de impactos por centímetro quadrado no solo da entre as linhas, para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea

Vol	DMV					PG<100				
	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média
09	128	130	141	s.e.	133a	18,31	21,00	20,07	s.e.	19,79c
12	112	111	110	s.e.	111b	22,99	26,04	29,03	s.e.	26,02bc
15	92	107	89	s.e.	96b	35,11	33,63	31,73	s.e.	33,49b
18	83	90	78	s.e.	83b	46,90	47,09	30,21	s.e.	41,40a
Média	103	109	104	s.e.		30,82	31,94	27,76	s.e.	

Vol	% Cobertura					Impactos por cm ²				
	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média
09	1,56	1,62	1,66	s.e.	1,61c	21,06	23,00	23,43	s.e.	22,49c
12	2,34	2,39	2,34	s.e.	2,35b	33,32	33,87	31,52	s.e.	32,90 ab
15	2,70	2,23	2,77	s.e.	2,56b	30,01	40,26	11,09	s.e.	27,12b
18	3,50	3,11	2,92	s.e.	3,17a	43,10	40,00	20,00	s.e.	34,36 a
Média	2,52	2,33	2,42	s.e.		31,87	34,28	21,51	s.e.	

Tratamentos	DMV	PG<100	% Cobertura	Impactos cm ²
Bloco	54,3	3,12	1,3	1,6
Estádio de desenvolvimento	376,91 ^{NS}	26,45 ^{NS}	0,024033 ^{NS}	2,9158 ^{NS}
Resíduo 1	21,321	0,9886	0,0122	0,0986
Volume	5777,583*	714,63*	3,7079*	279,7958*
Estádio*volume	100,91 ^{NS}	5,0212 ^{NS}	0,023567 ^{NS}	8,9825 ^{NS}
Resíduo 2	3,12	0,543	0,9543	6,5936
Média	202,321	15,85	1,2137	15,90

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. s.e.: não foi detectado nos papeis hidrossensíveis.

4.2.3. Características agronômicas

A análise de variância para altura de planta, diâmetro de caule, porcentagem de fechamento e índice de área foliar mostrou influência significativa para a fonte de variação estágio de desenvolvimento da cultura, como apresentados na tabela 15. O crescimento vegetativo promoveu o desenvolvimento rápido da área foliar e com isso a formação da estrutura da planta para o seu desenvolvimento ao longo do ciclo de forma normal, apresentando maiores valores com incremento do desenvolvimento em campo.

Os tratamentos apresentaram alturas similares entre as plantas não apresentando influencia do volume de calda aplicado, logo os diferentes volumes de caldas apresentaram as mesmas características no desenvolvimento da cultura. Entretanto, é constatado um padrão de crescimento de acordo com os estádios de desenvolvimento da cultura, apresentando uma diferença significativa

entre a altura, atingindo altura máxima de 121,16, sendo essa a altura ideal para a realização da colheita mecanizada, mostrando a eficácia do regulador de crescimento.

O crescimento do diâmetro foi incrementado em todos os estádios de desenvolvimento avaliados. Entretanto, os maiores aumentos dessa variável foram observados aos 60 dias após a emergência, após esse período, houve um aumento no diâmetro, porém não proporcionalmente ao período de tempo.

Tabela 15 – Síntese da análise de variância e teste de médias da altura de planta (AP, cm), diâmetro de caule (DC, cm), porcentagem de fechamento (PF, %) e índice de área foliar (IAF, m² m²) para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea

Vol	Altura de Planta					Diâmetro do caule				
	60 DAE	80 DAE	100 DAE	120 DAE	Média	60 DAE	80 DAE	100 DAE	120 DAE	Média
09	63,89	83,78	105,78	121,38	93,70	0,87	1,01	1,39	1,51	1,20
12	64,79	84,69	106,27	121,39	94,28	0,82	1,03	1,47	1,55	1,22
15	63,89	85,89	106,97	121,09	94,46	0,92	1,10	1,49	1,51	1,26
18	65,39	86,59	106,17	120,79	94,74	0,93	1,03	1,51	1,51	1,25
Média	64,49D	85,23C	106,30B	121,16A		0,89B	1,04B	1,47A	1,52A	
Vol	Porcentagem de fechamento					Índice de área foliar				
	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média	40 DAE	60 DAE	80 DAE	100 DAE	Média
09	31,81	53,51	80,23	100	66,39	1,1	2,9	3,2	4,7	2,98
12	32,42	57,67	84,13	100	68,56	1,4	2,4	3,3	4,8	2,98
15	33,52	58,49	80,72	100	68,18	1,9	2,0	3,4	4,9	3,05
18	30,53	59,31	82,19	100	68,01	1,7	2,2	3,1	5,1	3,03
Média	32,07D	57,25C	81,82B	100A		1,53D	2,38C	3,25B	4,88A	
Tratamentos	Altura de Planta		Diâmetro do caule		Porcentagem de fechamento		Índice de área foliar			
Bloco	57,3		3,12		1,3		1,6			
Estádio de desenvolvimento	3423,91*		26,45*		0,02403*		2,9158*			
Resíduo 1	16,321		0,9886		0,0122		0,0986			
Volume	5952,583 ^{NS}		714,63 ^{NS}		3,7079 ^{NS}		279,7958 ^{NS}			
Estádio*volume	1030,91 ^{NS}		5,0212 ^{NS}		0,023567 ^{NS}		8,9825 ^{NS}			
Resíduo 2	33,12		0,543		0,9543		6,5936			
Média	87,25		0,95		70,21		3,30			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A análise de variância para a massa da matéria seca da parte aérea e da taxa de crescimento absoluto mostrou influência significativa para a fonte de variação estágio de desenvolvimento da cultura, como apresentados na tabela 16. A produção de massa seca das plantas do algodoeiro foi

lenta até os 60 DAE, isso pode ser explicada pela forma de roseta adquirida pela planta, com pequeno número de folhas expandidas e entrenós curtos. A partir dos 60 DAE, os colmos e ramos começam a contribuir de forma mais intensa, com maior quantidade de folhas totalmente expandidas. A máxima produção de matéria seca da planta inteira ocorreu aos 120 dias com 31,24 g por planta de algodoeiro.

Quanto a taxa de crescimento absoluto (TCA), os valores médios são maiores no início do período vegetativo e decresce com a evolução do ciclo. O valor médio da TCA para os diferentes volumes de calda não apresentou diferença, indicando que independente de volume de calda aplicado, o regulador de crescimento foi eficiente na regulação de altura de planta.

Tabela 16 – Síntese da análise de variância e teste de médias da massa da matéria seca da parte aérea (MSPA g planta) e da taxa de crescimento absoluto (cm dia) para os volumes de 9, 12, 15, e 18 L ha⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro provenientes da pulverização aérea

Vol	MSPA					TCA				
	60 DAE	80 DAE	100 DAE	120 DAE	Média	60 DAE	80 DAE	100 DAE	120 DAE	Média
09	5,91	12,71	20,32	30,95	17,47	1,08	0,99	1,10	0,78	1,24
12	6,17	12,77	20,31	31,31	17,64	1,12	1,00	1,08	0,76	1,23
15	6,02	12,89	20,32	30,91	17,53	1,08	1,10	1,05	0,71	1,13
18	6,18	12,59	20,92	31,80	17,87	1,05	1,06	0,98	0,73	1,22
Média	6,07D	12,74C	20,46B	31,24A		1,08A	1,04A	1,05A	0,74B	
Tratamentos				MSPA		TCA				
Bloco				42,34		0,49				
Estádio de desenvolvimento				186,6*		4,328*				
Resíduo 1				2,41		0,3523				
Volume				0,1843 ^{NS}		0,322 ^{NS}				
Estádio*volume				0,436 ^{NS}		0,2 ^{NS}				
Resíduo 2				23,166		0,321				
Média				22,03		1,27				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.2.4. Características produtivas

A análise de variância para o número médio de capulhos por plantas, massa média do capulho e produtividade mostrou que não houve influência significativa para a fonte de variação volume de calda e estágio de desenvolvimento da cultura, como apresentados na tabela 17. Segundo Silva et al., (2011), o crescimento e o desenvolvimento do algodão são dependentes do arranjo de plantas e das características da cultivar, o qual ocasiona mudanças nas características morfológicas e fisiológicas da planta e da cultura como um todo, a arquitetura, a posição dos frutos e o número de

frutos por planta. Neste contexto, a aplicação do regulador de crescimento em diferentes volumes de calda não afetou o número de capulhos nem a produtividade (tabela 17), logo pode ser utilizado qualquer volume de calda em condições semelhantes a do dessa pesquisa.

Tabela 17 – Síntese da análise de variância e teste de médias do número médio de capulho por plantas (NMCP), massa média do capulho e Produtividade (kg hectares) do algodoeiro para os volumes de 9, 12, 15 e 18 L ha⁻¹ provenientes da pulverização aérea

Volumes	Quadrado médio		
	NMCP	Massa do Capulho	Produtividade
09	20,31	0,023	4221,31
12	20,12	0,021	4190,72
15	20,31	0,022	4201,35
18	20,41	0,022	4189,54
Bloco	0,14234	0,43	92,00
Volume	0,1866 ^{NS}	0,002	52,032 ^{NS}
Resíduo1	0,1866	0,432	454,00
CV1	5,15	25,53	15,00
Média	0,08742	0,022	4200,73

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{NS}: não significativo (P>0,05); *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; **Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. CV: coeficiente de variação.

4.3. Análise de conjunta dos experimentos com as diferentes pontas de pulverização.

Para que os experimentos possam ser agrupados é preciso que os quadrados médios dos resíduos não sejam muito diferentes entre si, como descrito por Pimentel-gomes (1973), que a relação entre o maior quadrado médio resíduo e o menor, não poderá ultrapassar 6 vezes, para esse estudo, a diferença entre os quadrados médios dos resíduos foram 1,5 vezes, assim possibilitando a análise conjunta (agrupamento) dos experimentos.

A análise de variância conjunta dos experimentos indicou não existir interação tripla entre os fatores pontas de pulverização, volume de calda e estádios de desenvolvimento do algodoeiro, no entanto, ocorreu interação significativa entre os fatores pontas de pulverização e volume de aplicação para o diâmetro da mediana volumétrica, porcentagem de gotas menores que 100 µm, cobertura e quantidade de impactos por cm². Não foi observada diferença estatística para razão da deposição no agrupamento dos experimentos (Tabela 18).

Tabela 18 - Resumo da análise de variância do agrupamento dos experimentos (Micronair e Teejet core 45) para as variáveis: Diâmetro da mediana volumétrica (DMV), porcentagem de gotas menores que 100 m(PG<100), percentual de cobertura, Impactos por cm² para o terço superior da cultura e razão da deposição

Volumes	Quadrado médio				
	DMV	PG <100	%Cobertura	Impactos.cm ²	Razão
Bloco	3,855	1,2332	3,1232	52,133	3,312
Ponta	83,2123*	31,2333*	32,321*	31,233*	0,0412
Estádio	0,000012	0,123222	0,012312	0,002331	0,0312
Ponta x Estádio	0,000322	0,012312	0,021312	0,001231	0,0312
Resíduo 1	0,000768	0,002512	0,000321	0,021223	1,31
Volume	0,000012	0,012312*	0,312312*	0,032123	0,0043
Ponta x Volume	0,023122*	0,031233*	0,032123*	0,031232*	0,0312
Estádio x Volume	0,000123	0,003212	0,034234	0,000312	0,3123
Ponta x Estádio x Volume	0,000234	0,003123	0,031231	0,000231	0,0312
Resíduo 2	0001854	0,003123	0,031231	0,003123	1,21

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

O diâmetro da mediana volumétrica apresentou interação significativa para os tipos de pontas e volume de caldas, conforme Tabela 18, logo foram feitos os desdobramentos, conforme apresentado na tabela 19. O sistema de geração das gotas para o Micronair e teejet core 45 são diferentes, mas apresentam semelhanças no diâmetro da mediana volumétrica das gotas. Portanto, para obter variações do volume de calda de pulverização foi alterado as pressões e isso interferiu no tamanho das gotas para a ponta Teejet core 45, porem as características do espectro de gotas é única para cada tipo de ponta utilizada neste trabalho. Em todas as condições, o Micronair AU 5000 LD gerou gotas de maior tamanho, com DMV médio de 200,5 µm, contudo, os efeitos dos diferentes volumes de calda no espectro de gotas não foram semelhantes entre elas. Para o atomizador rotativo Micronair AU 5000 LD com o incremento do volume houve um aumento no DMV, atingindo valor Máximo de 231, tendo o efeito contrario para a ponta hidráulica Teejet core 45.

Tabela 19 - Valores médios do diâmetro da mediana volumétrica (DMV) em função dos diferentes volumes de aplicação e pontas de pulverização

Volumes	DMV	
	Micronair	TeeJet core 45
9	180 cA	140,3 aB
12	188 cA	111,5 bB
15	203 bA	96,8 cB
18	231 aA	88,5 cB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 5%). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de F do agrupamento de experimentos (P > 5%).

A ponta de jato cônico vazio foi relativamente mais sujeitas à deriva que o Micronair, independentemente da vazão. Portanto, seu uso deve ser feito com critério, evitando-se situações climáticas adversas. Mesmo com a redução da vazão de calda, existe risco de perda de agrotóxico para o ambiente. Já os atomizadores AU5000 LD têm menor risco potencial de deriva, principalmente em baixas vazões. De qualquer forma, empregando-se pontas core 45 é preciso atentar muito para as condições de velocidade de vento, principalmente acima de 3 m s⁻¹, pois em vazões acima de 12 litros por hectares, mais de 26,07% do volume pulverizado está sujeito ao arrastamento provocado pelo vento (tabela 20).

Tabela 20 - Valores médios para a porcentagem de gotas menores que 100 µm (PG<100) em função dos diferentes volumes de aplicação e pontas de pulverização

Volumes	PG <100	
	Micronair	TeeJet core 45
9	22,78 aA	19,12 dA
12	16,76 bB	26,07 cA
15	12,71 cB	33,52 bA
18	8,73 dB	47,90 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 5%). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de F do agrupamento de experimentos (P > 5%).

A ponta core 45 proporcionou maior cobertura em relação ao Micronair AU5000 LD, em todos os volumes aplicados. Nesse caso, a maior cobertura porcentual pela ponta core pode ser atribuída à manutenção do espectro de gotas na faixa de volume utilizado (9 a 18 litros por hectare).

A isonomia de porcentagem de cobertura dos alvos com os volumes de 9 e 12 L ha⁻¹ (Tabela 21), verificada neste estudo, permite inferir que haverá a mesma eficiência de controle, porém com maior rendimento operacional para o volume de 12 L ha⁻¹, além de economia de tempo e monetária ao longo do processo. O uso de menor volume de calda aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores, podendo ser o principal componente do desempenho operacional em diversas culturas (BUENO et al., 2013).

Tabela 21 - Valores médios para a porcentagem de cobertura em função dos diferentes volumes de aplicação e pontas de pulverização

Volumes	% Cobertura	
	Micronair	TeeJet core 45
9	0,74 cB	1,59 cA
12	1,11 bB	2,37 bA
15	1,27 bB	2,72 bA
18	1,80 aB	3,84 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 5\%$). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de F do agrupamento de experimentos ($P > 5\%$).

Segundo Bayer et al., (2011), a seleção apropriada das pontas de pulverização aérea 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. A ponta de jato cônico core 45 apresentou gotas de menor diâmetro em relação ao micronair, resultando em um maior número de impactos por área (Tabela 22). Segundo CUNHA et al. (2004), essa ponta proporciona maior densidade de gotas depositadas sobre o alvo, para um mesmo volume de aplicação. No entanto, há risco de contaminação ambiental em função da deriva e, por isso, têm se buscado alternativas que minimizem tais problemas.

Tabela 22 - Valores médios para número de impactos por cm^2 em função dos diferentes volumes de aplicação e pontas de pulverização

Volumes	Impactos por cm^2	
	Micronair	TeeJet core 45
9	10,3 cB	31,99 bA
12	16,0 bB	30,08 bA
15	15,9 bB	33,97 bA
18	21,0 aB	44,73 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 5\%$). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de F do agrupamento de experimentos ($P > 5\%$).

Na Tabela 23, apresentam-se a análise de variância do agrupamento dos experimentos para a altura de planta (AP), porcentagem de fechamento da entrelinha (PF), índice de área foliar (IAF) taxa de crescimento absoluto (TCA) e produtividade. Não houve interação para nenhuma fonte de

variação nesta análise de agrupamentos, indicando a independência entre os fatores nas características agronômicas da cultura.

Tabela 23 - Resumo da análise de variância do agrupamento dos experimentos (Micronair e Teejet core 45) para as variáveis: Altura de plantas, porcentagem de fechamento da entrelinha (PF), índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento absoluto (TCA) e produtividade

FV	Quadrado médio				
	AP	PF	IAF	TCA	Produtividade
Bloco	0,63942	0,89423	0,01232	0,2133	0,312
Ponta	0,68650	0,43409	0,02321	0,0533	0,321
Estádio	0,64875	0,50822	0,02312	0,0331	0,523
Ponta x Estádio	0,42332	0,96432	0,00312	0,0231	0,761
Resíduo 1	0,98720	0,94232	0,00321	0,0023	0,831
Volume	0,89273	0,60892	0,02312	0,0123	0,839
Ponta x Volume	0,9230	0,42333	0,02123	0,0232	0,971
Estádio x Volume	0,23440	0,76212	0,34234	0,0312	0,411
Ponta x Estádio x Volume	0,42360	0,65123	0,31231	0,0231	0,312
Resíduo 2	0,6454	0,43123	0,31231	0,0323	0,311

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

Percebe-se que houve correlação negativa entre fechamento das entrelinhas e a deposição do terço inferior, e no solo da entrelinha com os tratamentos que tiveram a maior porcentagem de fechamento da entrelinha e maior IAF. HOLTZ et al. (2014) afirmam que, quanto maior a porcentagem de fechamento da entrelinha, menor será quantidade de depósitos no terço inferior da cultura, conseqüentemente poderá ser menor a ação do produto aplicado (Tabela 24).

Tabela 24 - Estatística descritiva para a Porcentagem de fechamento da entrelinha (PF) e índice de área foliar (IAF), para deposição no terço superior (SUP), médio (MED) e inferior da planta (INF) e no solo da entrelinha (SEL)

Parâmetros	PF	SUP	MED	INF	SEL	IAF	SUP	MED	INF	SEL
Média	67,43	0,870	0,767	0,428	0,393	2,98	0,870	0,767	0,428	0,393
Mínimo	31,69	0,774	0,742	0,041	0,005	1,56	0,774	0,742	0,041	0,005
Máximo	100	0,950	0,800	0,855	0,795	4,84	0,950	0,800	0,855	0,795
D. padrão	29,84	0,075	0,026	0,432	0,421	1,40	0,075	0,026	0,432	0,421
Variância	890,99	0,005	0,000	0,187	0,177	1,969	0,005	0,000	0,187	0,177
C.V (%)	44,26	8,68	3,47	100,89	107,28	47,09	8,68	3,47	100,89	107,28
C. Per	1	0,206	0,295	-0,862	-0,892	1	0,360	0,320	-0,804	-0,867

C.V.- Coeficiente de variação; C. Per - Correlação de Person em Relação à Porcentagem de Fechamento da entrelinha e aos Índice de área foliar.

A Figura 3A mostra a correlação negativa da porcentagem de fechamento da entrelinha com a deposição de calda nos terços superior, médio, inferior e no solo entre as linhas, sendo possível visualizar que, quando maior a porcentagem de fechamento na entrelinha, menor é a deposição no terço inferior e no solo entre as linhas, não afetando a deposição de calda no terço superior e médio da cultura. O IAF é um índice utilizado na avaliação do crescimento das plantas, pois o aumento na área foliar oferece elevação na capacidade fotossintética das plantas, porém quando esse índice é elevado, pode afetar na deposição de defensivos agrícolas, como observado neste trabalho, que, quando aumenta o valor para IAF, há uma redução da deposição nos terços inferiores e no solo entre as linhas, fato esse pode ter ocorrido, pois quando há IAF elevado, os espaços vazios (espaços intra-foliares) dificultam a passagem das partículas de gotas para os terços inferiores (Figura 3B).

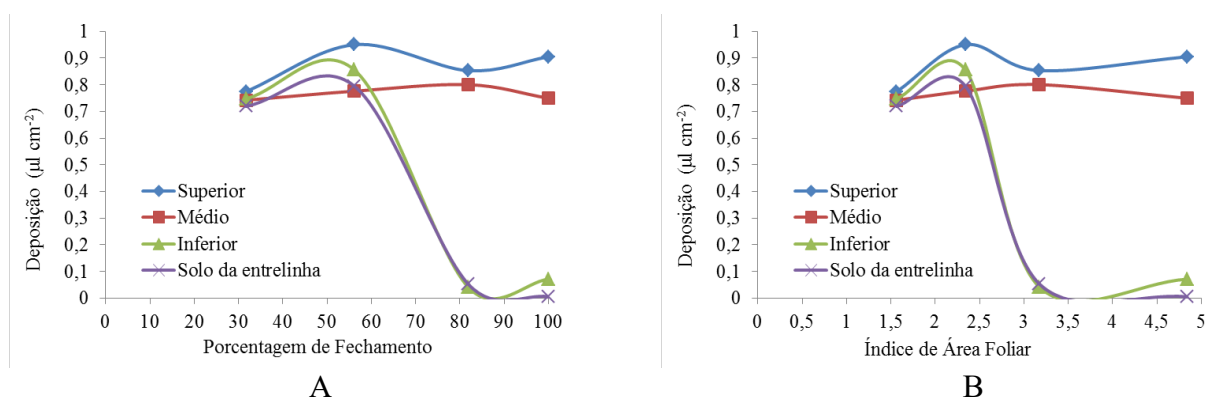


Figura 3 - Deposição no superior, médio, inferior da planta e no solo da entrelinha correlacionada a Porcentagem de Fechamento da entrelinha (A) e Índice de Área Foliar (B).

Neste trabalho, foi avaliada a eficiência do controle das características agrônômicas e da deposição e cobertura do alvo e a produtividade do algodoeiro em condições adequadas de aplicação, incluindo temperatura do ar, umidade e velocidade do vento. Segundo Antuniassi et al., (2017) o grande desafio a ser vencido pela tecnologia de aplicação consiste em fazer com que as gotas atravessem a camada superior de folhas das plantas e cheguem com condições de se distribuir, depositar e cobrir, adequadamente, todo o dossel da cultura. Daí a importância da avaliação da aplicação em diferentes fases de desenvolvimento.

5. CONCLUSÕES

Os estádios de desenvolvimento do algodão influenciaram na deposição de calda no terço inferior, com o maior depósito nos primeiros estádios de desenvolvimento, bem como a distribuição de calda de pulverização quantificada pela razão de deposição.

Os diferentes volumes de calda de pulverização utilizados nesse trabalho não influenciaram significativamente o regulador de crescimento nos diferentes estágios de desenvolvimento na cultura do algodão.

A análise conjunta dos experimentos mostrou que a ponta Micronair proporcionou maior DMV e menor percentual de gotas com potencial de deriva.

As características agronômicas da cultura do algodão avaliadas não foram influenciadas pelo volume de calda aplicado e nem pelo tipo de ponta utilizada.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Estatísticas de aeronaves**. 2017. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estat26.asp>>. Acesso em: 13 junho 2017.
- ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.L.; ÁVILA, M.R.; BARBOSA, M.C.; RICCI, .T.; ALBRECHT, A. Jr. P. Aplicação de biorregulador na produtividade do algodoeiro e qualidade de fibra. **Scientia Agraria**.v. 10, p. 191-198, 2009.
- ALMEIDA, A.Q.; ROSOLEM, C.A. Cotton root and shoot growth as affected by application of mepiquat chloride to cotton seeds. **Acta Scientiarum Agronomy**. v. 34, p. 61-65, 2012.
- ALVES, G.S.; CUNHA, J.P.A.R.; PALLADINI, L.A. Seleção de traçadores para estudos de eficiência das aplicações de produtos fitossanitários. **Planta Daninha**, v. 32, p. 861-870, 2014.
- ALVES, G.S.; TARTAGLIA, F.L.; ROSA, J.C.; FERREIRA, M.M.; CARVALHO, J.S.; ALVES, W.W.A. Crescimento, produtividade e qualidade de fibra de algodão colorido influenciados pela população de plantas, **Revista Ceres**, Viçosa, v. 64, n.1, p. 068-076, 2017.
- ANTUNIASSI, U.R.; CARVALHO, F.K. ; MOTA, A. A. B. ; CHECHETTO, R. G. . Recomendações de boas práticas na aplicação aérea de produtos fitossanitários. **Revista Plantio Direto**, v. 27, p. 5-9, 2017.
- ANTUNIASSI, U.R. Evolution of Agricultural Aviation in Brazil. **Outlooks on Pest Management**, v. 26, p. 12-15, 2015.
- ARAÚJO, D.; RAETANO, C.G.; RAMOS, H.H.; SPÓSITO, M.B.; PRADO, E.P. Interferência da redução no volume de aplicação sobre o controle da mancha preta (*Guignardia citricarpa Kieley*) em frutos de laranja ‘Valência’. **Summa Phytopathologica**, v.39, n.3, p.172-179, 2013.
- BAESSO, M. M.; TEIXEIRA, M. M.; RUAS, R. A. A.; BAESSO, R. C. E. Tecnologias de aplicação de agrotóxicos. **Revista Ceres**, v.61, p.780-785, 2014.
- BAIO ,F. H. R.; SCARPIN, I.M.; SILVA, E. E. Papel hidrossensível e alternativo fotográfico em ensaios de deposição de gotas. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9, n.4, p.339-347, 2015.
- BAYER, T.; CABEZAS-GUERRERO, M.F. ; GADANHA JUNIOR, C.D. ; LOECK, A.E. . Systems and rates of aerial application of fungicides in irrigated rice. **Revista Brasileira De Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, p. 143-147, 2018.
- BAYER, T.; LOECK, A.E.; GUERRERO, M.F.C.; ELIAS, M.C.; Aplicação aérea de fungicidas com diferentes equipamentos e volumes sobre a produtividade, qualidade de grãos e controle de doenças em arroz irrigado, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.8, p.1377-1383, 2014.
- BAYER, T.; COSTA, I.D.; LENZ, G. ; ZEMOLIN, C. R. ; MARQUES, L. N. ; STEFANELO, M. S. . Equipamentos de pulverização aérea e taxas de aplicação de fungicida na cultura do arroz irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 192-198, 2011.
- BELTRÃO, N.E.M.; AZEVEDO, D.M.P. (Ed.). **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 2 v.

- BOGIANI, J.C.; ROSOLEM, C.A. Sensibilidade de cultivares de algodoeiro ao cloreto de mepiquat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.10, p.1246-1253, 2009.
- BUENO, M. R. ; ALVES, G.S. ; PAULA, A. D. M. ; Cunha, J.P.A.R. Volumes de calda e adjuvante no controle de plantas daninhas com glyphosate. **Planta Daninha**, v. 31, p. 705-713, 2013.
- CASTALDO, J. H. ; NOLLA, A.; ALBRECHT, L.P. ; SORACE, M. ; MARTINS, A. P. C. . Sistema de cultivo do algodoeiro em espaçamento adensado. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 4, p. 455-470, 2015.
- CAVALIERI, J. D. ; MADUREIRA, R.P. ; RAETANO, C. G. ; MOREIRA, L. L. Q. . Spraying systems and traveling speed in the deposit and spectrum of droplets in cotton plant. **Engenharia Agrícola**, v. 35, p. 1042-1052, 2015.
- CASTRO, E. B.; CARBONARI, C. A. ; VELINI, E. D. ; BEN, R. ; BELAPART, D. ; GOMES, G. L. G. C. ; MACEDO, G. C. . Deposição da calda e eficácia de controle de glyphosate e saflufenacil associados a adjuvantes. **Revista Brasileira De Herbicidas**, v. 16, p. 103, 2017.
- CARVALHO, F. K. ; CHECHETTO, R. G. ; MOTA, A. A. B. ; ANTUNIASSI, U. R. . Characteristics and challenges of pesticide spray applications in Mato Grosso, Brazil. **Outlooks on Pest Management**, v. 28, p. 4-6, 2017.
- CHAIM, A.; MAIA, A. H. N.; PESSOA, M. C. P. Y. Estimativa da deposição de agrotóxicos por análise de gotas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.963-969,1999.
- CHECHETTO, R.G.; MOTA, A.A.B.; ANTUNIASSI, U.R.; CARVALHO, F.K.; VILELA, C.M.; SILVA, A.C.A.E. Caracterização da taxa de aplicação e pontas de pulverização utilizadas no Estado de Mato Grosso. **Revista Magistra**, v. 26, p. 89-97, 2014.
- CHECHETTO, R. G. ; ANTUNIASSI, U. R. ; MOTA, A. A. B. ; CARVALHO, F. K. ; SILVA, A. C. A. ; VILELA, C. M. . Influência de pontas de pulverização e adjuvantes no potencial de redução de deriva em túnel de vento. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 34, p. 37-46, 2013.
- CHECHETTO, R. G.; GANDOLFO, M. A.; VOLTAN, D. S. Avaliação da retenção de calda de pulverização na cultura do milho com diferentes adjuvantes. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 21, n. 1, p. 30-37, jul., 2012.
- CLIMATE. **Climate-Data.org**. Clima: Nova Xavantina – MT, Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/43173/>> Acesso em: 25 de julho de 2017.
- CONAB. Conselho Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**, nono levantamento, junho 2018 / Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília: Conab, 2018.
- CONTIERO, R. L. ; BIFFE, D.F.; CONSTANTIN, J. ; OLIVEIRA JR, R.S. ; BRAZ, G. B. P. ; LUCIO, F. R. ; SCHLEIER, J. J. . Effects of nozzle types and 2,4-D formulations on spray deposition. *Journal of Environmental Science and Health. Part B. Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, v. 51, p. 1-6, 2016.
- CONSTANTIN, J.; SALES, J. G. C. ; MACIEL, C.D.G. . Característica da deposição e distribuição da calda de pulverização na cultura da soja em estágio fenológico V6. **Engenharia Agrícola**, v. 32, p. 530-541, 2012.

- COSTA, A.C.P.R.; MARTINS, D. ; COSTA, N.V. ; PEREIRA, M.R.R.; RODRIGUES-COSTA, A.C.P. Aspectos quantitativos da deposição de gotas de pulverização em plantas de amendoim e *Brachiaria plantaginea*. **Planta Daninha**, v. 30, p. 201-209, 2012.
- CORREA, H.G.; BENEZ, S.H.; BERTON, R.S. SAES, L.A. Depósitos de calda obtidos com a aplicação aérea de defensivos na cultura da banana. **Bragantia** , v.63, n.1, p.121-128. 2004
- CUNHA, J.P.A.R.; MARQUES, R.S.; ALVES, G.S. Deposição da calda na cultura da soja em função de diferentes pressões de trabalho e pontas de pulverização. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, p. 589-596, 2016.
- CUNHA, J. P. A. R.; DOS REIS, E. F.; DE OLIVEIRA SANTOS, R. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1360-1366, 2006.
- CUNHA, J.P.A.R.; BARIZON, R.R. M. ; FERRACINI, V.L. ; ASSALIN, M.R. ; ANTUNIASSI, U. R. . Spray drift and pest control from aerial applications on soybeans. **Engenharia Agrícola**, v. 37, p. 493-501, 2017.
- CUNHA, J.P.A.R.; MOURA, E.A.C. ; SILVA JUNIOR, J.L. ; ZAGO, F.A. ; JULIATTI, F.C. . Efeitos de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola**, v. 28, p. 283-291, 2008.
- CUNHA, J.P.A.R.; MARQUES, R. S. ; ALVES, G.S. . Deposição da calda na cultura da soja em função de diferentes pressões de trabalho e pontas de pulverização. **Revista Ceres**, v. 63, p. 589-596, 2016.
- CUNHA, J.P.A.R.; TEIXEIRA, M.M.; VIEIRA, F.V.; FERNANDES, H.F.; COURRY, J.R.;Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.39, n.10, p.977-985. 2004.
- CRUZ, L.S.P., SABINO, N.P., TOLEDO, N.M.P. Efeitos do Cloreto de Mepiquat empregado como fitoregulador sobre o algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.). **Planta Daninha**, Campinas, v.5, n.1, p.15-22, 1982.
- DANTAS, A. C. A.; BARROSO, P. A. V.; HOFFMANN, L. V.; ALVES, M. F.; ANDRADE, F. P. SSR markers to detect gene flow from upland to mocó cotton. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 1, p. 163-169, 2012.
- Di PRINZIO, A.; BEHMER, S.; MAGDALENA, J.; CHERSICLA, G. Effect of pressure on the quality of pesticide application in orchards. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Chillán v.70, p.674-678, 2010.
- ECHER, F.R. & ROSOLEM, C.A . Regulação do crescimento vegetal: um método para ajustar as taxas de cloreto de mepiquat no algodão. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, p. 286-295, 2017.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Laboratório de Imagem**. Softwares Gratuitos. *Afssoft*. 2012. Disponível em: <<http://labimagem.cnpdia.embrapa.br/Ferramentas.aspx?ferramenta=2> > Acesso em: 13 ju n. 2017.

- FERRARI, J.V.; FURLANI JUNIOR, E.; FERRARI, S.; LUQUES, A.P.P.G.; SANTOS, D.M.A.; BENKE, F.M. Growth and cotton yield over row spacing and growth regulator. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande. v.9, n.3, p.359-364, 2014
- FERRARI, J.V.; FURLANI JÚNIOR, E.; FERRARI, S.; LUQUES, A.P.P.G. Vegetative growth response of cotton plants due to growth regulator supply via seeds, **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 37, n. 3, p. 361-366, 2015.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.2, p.109-112, 2014.
- FERRARI, J.V.; FURLANI JUNIOR, E.; FERRARI, S.; LUQUES, A.P.P.G. Resposta do crescimento vegetativo de plantas de algodoeiro devido ao suprimento de regulador de crescimento via sementes. **ACTA SCIENTIARUM-AGRONOMY**, v. 37, p. 361-366, 2015.
- FERRARI, S.; FURLANI JÚNIOR, E.; NAKAYAMA, F.T.; FERRARI, J.V.; SANTOS, D. M.A. Teores Foliare de Algodoeiro cultivado sob diferentes espaçamentos e uso de regulador de crescimento. **Revista Omnia**, v. 2, p. 37-44, 2009.
- FERRARI, J.V.; FURLANI JUNIOR, E.; FERRARI, S.; LUQUES, A.P.P.G. Estado nutricional e produtividade de algodoeiro em função de diferentes espaçamentos e aplicação de regulador de crescimento. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 35, p. 2285-2296, 2014.
- FERRARI, S.; FURLANI JÚNIOR, E.; FERRARI, J. V.; SANTOS, M. L.; SANTOS, D. M. A. Desenvolvimento e produtividade do algodoeiro em função de espaçamentos e aplicação de regulador de crescimento. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 365-371, 2008.
- FIORIN, R. A.; STÜRMER, G. R.; GUEDES, J. V. C.; COSTA, I. F. D. da; PERINI, C. R. Métodos de aplicação e inseticidas no controle de percevejos na cultura da soja. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 32, p. 139-146, 2011.
- GANDOLFO, M. A.; CARVALHO, F. K.; CHECHETTO, R. G.; GANDOLFO, U. D. Effect of working pressure at different spray nozzles on drift quantification in wind tunnel. **Engenharia Agrícola**, v. 34, p. 80-87, 2014.
- GARCIA, R.A.; TOLEDO, M. Z.; ROSOLEM, C. A. Growth regulator losses from cotton plants due to rainfall. **Scientia Agrícola**, v. 67, p. 158-163, 2010.
- GULART, C.A.; DEBORTOLI, M.; MADALOSSO, M.; BALARDIN, R.; SANTOS, P.S.; CORTE, G.D.; LENZ, G.; MARQUES, L.N. Espectro de gotas de pulverização e controle de doenças em duas cultivares de trigo. **Ciência Rural**, v. 43, p. 1747-1753, 2013.
- GALLOTI, G. J. M.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; BACKES, R. L. Efeito da época de semeadura e da aplicação de fungicidas no progresso da ferrugem asiática, oídio e doenças de final de ciclo na cultura da soja. **Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 4, n.2, p.87-93, 2006.
- HOLTZ, V.; COUTO, R.F.; OLIVEIRA, D.G.; REIS, E.F. Deposição de calda de pulverização e produtividade da soja cultivada em diferentes arranjos espaciais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, p. 1371-1376, 2014.

KITTOCK, D.L.; MAUNEY, J.R.; ARLE, H.F.; BARIOLA, L.A. Termination of late season cotton fruiting with growth regulators, as an insect-control technique. **Journal of Environmental Quality**, v.2, n.3, p.405-408, 1973.

LACERDA, S. C. ; REIS, E. F. ; LOPES, L. L. ; ALVES, S. M. F. Use of geostatistics as a tool to evaluate the application of several additives in a spray atomizer. *Australian Journal Of Crop Science (ONLINE)*, 2018.

LAMAS, F. M.; ATHAYDE, M. L. F.; BANZATTO, D. A. Reações do algodoeiro CNPA-ITA 90 ao cloreto de mepiquat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 3, p. 507-516, 2000.

LAMAS, F. M. Estudo comparativo entre cloreto de mepiquat e cloreto de aplicados no algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 265-272, 2001.

MADALOSSO, M.G; DOMINGUES, L.S; DEBORTOLI, M.P; LENZ, G; BALARDIN, R.S. Cultivares, espaçamento entrelinhas e programas de aplicação de fungicidas no controle de *Phakopsora pachyrhizi* Sidow em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.11. 2010.

MAIA, J. C. S.; BORGES, P. H. M. ; BIANCHINI, A. . Eficiência de diferentes pontas de pulverização utilizadas na dessecação do milheto (*Pennisetum americanum* (L.) LEEKE). *Multitemas*, v. 43, p. 117-131, 2013.

MELO, F.L. **Elementos climáticos e a evolução da ramulose (*Colletotrichum gossypii* var *Cephalosporioides* Costa) do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch.) em condições de campo**. 2004. 75p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MINGUELA, J.V.; CUNHA, J.P.A.R. **Manual de aplicação de produtos fitosanitários**. 1ª ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2010. 588p.

NAGASHIMA, G.T.; MIGLIORANZA, É.; YAMAOKA, R.S.; GOMES, J. C. . Embebição de sementes e aplicação foliar com cloreto de mepiquat no crescimento e produção do algodoeiro.. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 31, p. 1027-1034, 2007.

NAGASHIMA, G.T.; MIGLIORANZA, E.; MARUR, C.J.; YAMAOKA, R.S.; SILVA, J.G.R. Desenvolvimento do algodoeiro em resposta a modo de aplicação e doses de cloreto de mepiquat via sementes. **Ciência Rural**, v.40, n.1, p.7-11, 2010.

NAGASHIMA, G. T.; MARUR, C. J.; YAMAOKA, R. S.; MIGLIORANZA, É. Desenvolvimento de plantas de algodão provenientes de sementes embebidas com cloreto de mepiquat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 9, p. 943-946, 2005.

NASCIMENTO, A.B.; OLIVEIRA, G.M.; FONSECA, I.C.B.; ABI SAAB, O.J.G.; CANTERI, M.G. Determinação do tamanho da amostra de papéis hidrossensíveis em experimentos ligados à tecnologia de aplicação. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 34, p. 2687, 2013.

NATIONAL INSTITUTES OF MENTAL HEALTH – NIH. **ImageJ** .2012. Disponível em: <<http://rsb.info.nih.gov/ij/index.html>> Acesso em: 12 jun. 2017.

- NICHOLS, S. P.; SNIPES, C. E.; JONES, M. A. Evaluation of row spacing and mepiquat chloride in cotton. *Journal of Cotton Science*, **Memphis**, v. 7, n. 4, p. 148-155, 2003.
- OLIVEIRA, F. de A. de; MEDEIROS, J. F. de; OLIVEIRA, F. R. A. de; FREIRE, A. G.; SOARES, L. C. da S. Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 484-492, 2012.
- OLIVEIRA, G. M. Desempenho de bicos rotativos e hidráulicos na aplicação aérea de fungicidas em cana-de-açúcar **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 4, n.3, p.111-122, 2011.
- OLIVEIRA, G. M. ; BALAN, M. G. ; ABI-SAAB, O.J. G.; FONSECA, I.C. B. Sentidos de aplicação e pontas de pulverização no percentual de cobertura em alvos artificiais, para diferentes situações de orientação de alvo e vento.. *Ciência Rural*, v. 42, p. 581-586, 2012.
- OLIVEIRA, R. B. ; ANTUNIASSI, U. R. ; GANDOLFO, M. A. . Spray adjuvant characteristics affecting agricultural spraying drift. **Engenharia Agrícola**, v. 35, p. 109-116, 2015.
- PALLADINI, L. A.; RAETANO, C. G.; VELINI, E. D. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 5, p. 440-445, 2005.
- PAIVA F. I. G ; GURGEL, M.T. ; OLIVEIRA, F. DE A. DE ; MOTA ; COSTA ; OLIVEIRA JUNIOR, H. S. DE . Qualidade da fibra do algodoeiro brs verde irrigado com águas de diferentes níveis salinos. **Irriga**, v. 1, p. 209-220, 2016.
- PETTER, F.A.; SEGATE, D.; ALMEIDA, F.A.; NETO, F.A.; PACHECO, L.P. Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas, **Comunicata Scientiae**, v.4, n.2, p.129-138, 2013.
- PRADO, E.P.; RAETANO, C.G.; CHRISTOVAM, R.S.; AGUIAR-JÚNIOR, H.O.; DAL POGETTO, M.H.F.A. Tecnologias de aplicação de rodutos fitossanitários no controle de percevejos pragas na cultura da soja, *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v.77, n.2, p.633-641, 2010.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**, 5ª edição, Livraria Nobel, São Paulo. 1973
- PINTO, C. C. ; OLIVEIRA, C. O. ; AMERICO, G. H. P. ; LAZARINI, E. ; VASQUEZ, G. H. . Efeito da dose e da época de aplicação do glifosato na produção e na qualidade da soja RR. **Revista de Ciências Agrárias** , v. 39, p. 310-317, 2016.
- REDDY A.R., REDDY K.R., HODGES H.F. Mepiquat Chloride (PIX) induced changes in photosynthesis and growth of cotton. **Plant Growth Regulation** v.20: p.179-183, 1996.
- RADEMACHER, W. Growth retardants: Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**. Palo Alto, v.51, p.501-531, 2000.
- RISSINI, A.L.L. **Crescimento e produtividade de cultivares de trigo submetidas a doses de nitrogênio**. 2011. 53p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2011.

ROSOLEM, C.A.; OOSTERHUIS, D.M.; SOUZA, F.S. Cotton response to mepiquat chloride and temperature. **Scientia Agrícola**, v. 70, p. 82-87, 2013.

ROSOLEM, C.A.; OOSTERHUIS, D. M. ; SOUSA, F.S. Cotton response to mepiquat chloride and temperature. **Scientia Agrícola**, v. 70, p. 82-87, 2013.

SALVADOR, J.F. **Análise da deposição em aplicações aéreas de defensivos em função de diferentes alturas de voo e volumes de calda**. 2011. 64 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Estadual Paulista, Botucatu – SP, 2011.

SANTOS, M.E.; DEMIATE, I.M.; NAGATA, N. Determinação simultânea de amarelo tartrazina e amarelo crepúsculo em alimentos via espectrofotometria UV-VIS e métodos de calibração multivariada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.4, p.903-909, 2010.

SOARES, L. C. S.; LORENCONI, R. ; SILVA, A.N.; RAPHAEL, J.P.A. ; CHIAVEGATO, E. J. ; DOURADO NETO, D. . Qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro tratadas com reguladores de crescimento. **Revista de Agricultura** (Piracicaba), v. 90, p. 179-192, 2015.

SILVA, F.A.M.; ASSAD, E.D.; EVANGELISTA, B A. Caracterização Climática do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: Ecologia e Flora**. Planaltina: Embrapa, 2008. p.69-88.

SILVA, R.A.; SANTOS, J.L.; OLIVEIRA, L.S.; SOARES, M.R.S.; SANTOS, S.M.S. Biostimulants on mineral nutrition and fiber quality of cotton crop, **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.20, n.12, p.1062-1066, 2016.

SILVA, B.M.; RUAS, R.A.A.; SICHOCKI, D.; DEZORDI, L.R.; CAIXETA, L.F. Deposição da calda de pulverização aplicada com pontas de jato plano em diferentes partes da planta de soja (*Glycine max*) e milho (*Zea mays*). **Engenharia na agricultura**, v.22, n.1, p.17-24, 2014.

SILVA, I.P.F. ; JUNIOR, J.F.S. ; ARALDI, R. ; TANAKA, A.A. ; GIROTTO, M. ; BOSQUÊ, G.G. ; LIMA, F.C.C. Estudo das fases fenológicas do algodão (*Gossypium hirsutum L.*). **Revista Científica Eletrônica De Agronomia**. v. 10, n.20, p.90-100, 2011.

SILVA, A. V.; CHIAVEGATO, E. J. ; CARVALHO, L. H. ; KUBIAK, D. M. . Crescimento e desenvolvimento do algodoeiro em diferentes configurações de semeadura. **Bragantia**, v. 65, p. 407-411, 2006.

SOARES, L.C.S. **Efeito de reguladores de crescimento (via tratamento de sementes e foliar) no desenvolvimento e na produtividade da cultura de algodão**. 2010. 132 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP, 2010.

SOARES, L.C.S.; LORENÇONI, R.; SILVA, A.N.; RAPHAEL, J.P.A.; CHIAVEGATO, E.J.; NETO, D.D. Qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro tratadas com reguladores de crescimento. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.90, n.2, p. 179 - 193, 2015

SOUZA, L. A.; CUNHA, J. P. A. R.; PAVANIN, L. A. Eficácia e perda do herbicida 2,4-D amina aplicado com diferentes volumes de calda e pontas de pulverização. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, p. 1149-1156, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6ª Ed. Porto Alegre, Editora Artmed, 2013. 954p.

TERRA, M. A.; MARTINS, D. ; COSTA, N. V. ; MARCHI, S. R. . Avaliação de pontas e taxas de aplicação na deposição de calda no milho e em plantas daninhas. *Bioscience Journal*, v. 30, p. 1661-1670, 2014.

TORMEN, N. R.; SILVA, F.D.L.; DEBORTOLI, M.P.; UEBEL, J.D.; FÁVERA, D.D.; BALARDIN, R.S. Deposição de gotas no dossel e controle químico de *Phakopsora pachyrhizi* na soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.7, p.802–808, 2012.

TROPALDI, L., MENDONÇA, C., SMARSI, R., ROSSI, R., TOMQUELSKI, G. Deposição de caldas de herbicidas de pós emergência associados a adjuvantes na cultura do algodão. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**. n.20, 2011.

VIEIRA, E. L.; SANTOS, C. M. G. Efeito de bioestimulante no crescimento e desenvolvimento inicial de plantas de algodoeiro. **Magistra**, Cruz das almas, v. 17, n. 1, p. 1-8, 2005.

VITÓRIA, E.L.; ROCHA NETO, F. C. ; CHAGAS, K.; TEIXEIRA, M. M. ; QUIRINO, A. L. S. ; SANTIAGO, H. . Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de jato cônico vazio DDC2 novas e usadas. *Agro@ambiente*, v. 8, p. 368-376, 2014.