

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**“PERSISTÊNCIA DE CLORETO DE MEPIQUAT EM PLANTAS DE  
ALGODÃO EM FUNÇÃO DA PRECIPITAÇÃO”**

**FÁBIO SUANO DE SOUZA**

Orientador: Prof. Dr. Ciro Antonio Rosolem

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP – Campus  
de Botucatu, para obtenção do título de  
Mestre em Agronomia – Área de Agricultura.

BOTUCATU - SP  
Janeiro - 2004

*Aos meus pais Bertolino Rodrigues de Souza e Ana Luiza Suano de Souza, exemplos de vida, pela dedicação, força e apoio, muitas vezes abdicando de seus próprios sonhos para garantir que seus filhos os tivessem.*

## OFEREÇO

*É melhor lançar-se à luta em busca do triunfo, mesmo expondo-se ao insucesso, que formar fila com os pobres de espírito, que não sofrem muito, nem gozam muito, vivendo na penumbra cinzenta, sem conhecer a vitória nem a derrota.*

*Roosevelt*

## Agradecimentos

A Deus, em primeiro lugar.

A minha família, pois é tudo o que eu sou.

Aos meus tios Reginaldo e Maria Júlia pelo incentivo e por me tratarem como um verdadeiro filho.

Ao Professor Dr. Ciro Antônio Rosolem por representar muito mais do que um orientador, por todos os ensinamentos, pela confiança em mim depositada, pela imensa contribuição que tem colaborado para meu crescimento pessoal e profissional.

Ao professor João Domingos Rodrigues (Mingo) pela amizade, pelos ensinamentos, pela consideração e pelo 31 de dezembro de 2003.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro e por tratar a pesquisa de forma tão séria e concisa.

À minha namorada Adriana pelo amor, carinho, dedicação e ajuda prestada em todos os momentos para a concretização deste projeto e que sempre se mostrou muito companheira, mesmo nos momentos mais difíceis, quando nunca deixou de prestar apoio e incentivo.

Ao grande amigo André José de Campos (Marolo), pela paciência, amizade, incentivo em todos os momentos e companheirismo ímpar adquirido durante estes sete anos de convivência.

À amiga e companheira de trabalho Alessandra Elena Miggiolaro (Moatira) pela ajuda, pela constante seriedade no trabalho, organização e por todos os momentos em que pudemos aprender juntos.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Produção Vegetal – Setor Agricultura pela ajuda, amizade e pela excelente convivência.

Aos professores Carlos Alexandre Costa Crusciol e Leandro Borges Lemos pelos ensinamentos e pela amizade.

Aos alunos e profissionais que fazem parte do Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NUPAM), que juntamente com o Prof. Dr. Edivaldo Vellini, vieram contribuir para a realização deste projeto, em especial a Carolina Queiroz, Tiago, Marcelo, Beto e Guilherme.

Agradecimentos especiais a Vera Lúcia Rossi e Ilanir Rosane Bocetto (Lana) e Valéria Cristina Retameiro Giandoni pela atenção, ajuda e amizade adquirida durante os anos de convivência e que certamente se estreitarão ainda mais.

Aos colegas e amigos da Pós-Graduação, especialmente a Rita Alvarez, Ângela Alvarez, Thaís Bíscaro, Carolina Maria Gaspar, Rosa Honorato, Rodrigo Barbosa (Tuvira), Gustavo Pavan, Mirina Mickowsky e Aline Piedade pelo companheirismo e pela ajuda prestada durante o desenvolvimento deste projeto.

Enfim, a todos que contribuíram para que essa etapa da minha vida pudesse ter sido concretizada.

**SUMÁRIO**

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS .....	V
LISTA DE FIGURAS.....	VII
1. RESUMO.....	1
2. SUMMARY.....	3
3. INTRODUÇÃO.....	5
4. REVISÃO DA LITERATURA.....	7
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
5.1. Testes Paralelos.....	24
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
6.1. Área Foliar.....	28
6.2. Estruturas Reprodutivas.....	30
6.3. Matéria Seca.....	32
6.4. Altura de plantas.....	34
6.5. Reaplicação do regulador lavado pela chuva.....	43
6.6. Estimativa de doses a serem aplicadas.....	47
7. CONCLUSÕES.....	51
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
9. ANEXO.....	57

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela</b>	<b>Página</b>
1. Atributos químicos do solo utilizado. Botucatu – SP. 2002.....	22
2. Área Foliar do algodoeiro aos 61 DAE, em função de doses de mepiquat e tempo sem chuva após a aplicação.....	29
3. Número de Estruturas Reprodutivas do algodoeiro (Botões florais, flores e maçãs) aos 61 DAE em função de doses de mepiquat e tempo sem chuva após a aplicação.....	30
4. Número de Ramos Reprodutivos (Simpodiais) do algodoeiro aos 61 DAE em função de dose de cloreto de mepiquat e tempo até a ocorrência de chuva.....	31
5. Número de Cicatrizes do algodoeiro aos 61 DAE, em função de doses de cloreto de mepiquat e tempo até a ocorrência de chuva.....	32
6. Massa de matéria seca total do algodoeiro aos 61 DAE, em função de doses de cloreto de mepiquat e tempo até a ocorrência de chuva.....	33
7. Equação ajustada aos dados de crescimento de plantas de algodão na dose de regulador de 7,5 g.i.a.ha <sup>-1</sup> em diferentes tempos de aplicação de chuva após a pulverização com o regulador, em função dos graus dia acumulados e os respectivos coeficientes de determinação (R), valores de F, que quando indicados com um asterisco são significativos a 5%.....	38
8. Equação ajustada aos dados de crescimento de plantas de algodão na dose de regulador de 15,0 g.i.a.ha <sup>-1</sup> em diferentes tempos de aplicação de chuva após a pulverização com o regulador, em função dos graus dia acumulados e os respectivos coeficientes de	

- determinação (R), valores de F, que quando indicados com um asterisco são significativos a 5%..... 38
9. Equação ajustada aos dados de crescimento de plantas de algodão na dose de regulador de 22,5 g.i.a.ha<sup>-1</sup> em diferentes tempos de aplicação de chuva após a pulverização com o regulador, em função dos graus dia acumulados e os respectivos coeficientes de determinação (R), valores de F, que quando indicados com um asterisco são significativos a 5%..... 39
10. Reposição do produto em função do tempo transcorrido sem chuva e das doses aplicadas que apresentaram maior significância nos parâmetros de crescimento..... 45
11. Cálculo da dose a ser aplicada em função do crescimento diário das plantas de algodão, tendo como base a altura inicial..... 48

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. Crescimento de plantas de algodão nos diferentes tempos de aplicação de chuva após pulverização de cloreto de mepiquat na dose de $7,5 \text{ g ha}^{-1}$ em função dos graus-dia acumulados.....	35
2. Crescimento de plantas de algodão nos diferentes tempos de aplicação de chuva após pulverização de cloreto de mepiquat na dose de $15,0 \text{ g ha}^{-1}$ em função dos graus-dia acumulados.....	36
3. Crescimento de plantas de algodão nos diferentes tempos de aplicação de chuva após pulverização de cloreto de mepiquat na dose de $22,5 \text{ g ha}^{-1}$ em função dos graus-dia acumulados.....	37
4. Taxa de Crescimento de plantas de algodão nos diferentes tempos de aplicação de chuva após pulverização de cloreto de mepiquat na dose de $7,5 \text{ g ha}^{-1}$ em função dos graus-dia acumulados.....	40
5. Taxa de Crescimento de plantas de algodão nos diferentes tempos de aplicação de chuva após pulverização de cloreto de mepiquat na dose de $15,0 \text{ g ha}^{-1}$ em função dos graus-dia acumulados.....	41
6. Taxa de Crescimento de plantas de algodão nos diferentes tempos de aplicação de chuva após pulverização de cloreto de mepiquat na dose de $22,5 \text{ g ha}^{-1}$ em função dos graus-dia acumulados.....	41
7. Estimativa da reposição de doses de cloreto de mepiquat em função do tempo para ocorrência de chuva após a sua aplicação na dose aplicada de $15,0 \text{ g ha}^{-1}$ .....	43



8. Estimativa de reposição de doses de cloreto de mepiquat em função do tempo para ocorrência de chuva após a sua aplicação na dose aplicada de 22,5 g ha <sup>-1</sup> .....	44
9. Relação entre a taxa de crescimento e a concentração de regulador a base de cloreto de mepiquat na matéria seca das plantas de algodão.....	47
10. Relação entre altura e matéria seca de plantas de algodão em 4 momentos distintos espaçados de 6 dias no tratamento que não recebeu regulador a base de cloreto de mepiquat (dose 0).....	48
11. Fotos.....	58

## 1. RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o comportamento de plantas de algodão submetidas à aplicação de doses de cloreto de mepiquat e precipitações pluviais ocorrendo em diferentes momentos após a aplicação do produto. Procurou-se ainda desenvolver um método simples de estimativa da dose do produto a ser aplicada. Os tratamentos foram constituídos de três doses do regulador a base de cloreto de mepiquat (PIX<sup>®</sup>): 7,5, 15,0 e 22,5 g ha<sup>-1</sup> e seis intervalos de tempo para aplicação de chuva simulada de 20 mm de intensidade: 0, 1, 3, 6, 12 e 24 horas, mais um tratamento sem a aplicação de chuva. Foram utilizados vasos de 12 litros de capacidade e seis sementes pré-germinadas com posterior desbaste para duas plantas por vaso. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os parâmetros avaliados foram: altura de plantas, número de ramos reprodutivos, massa de matéria seca, retenção de estruturas

reprodutivas (coleta de estruturas reprodutivas e estruturas perdidas) e área foliar. Os resultados mostraram que o efeito do regulador foi prejudicado pela ocorrência de chuva nos momentos mais próximos a sua pulverização. As maiores doses mostraram ter efeito mais significativo nos parâmetros de crescimento avaliados, mostrando que chuvas ocorridas em momentos mais próximos após a pulverização causam maior comprometimento da ação do regulador nas plantas de algodão. É possível calcular a dose de regulador a ser aplicada conhecendo-se a altura atual das plantas.

Palavras Chave: Regulador vegetal, cloreto de mepiquat, algodão, chuva.

**MEPIQUAT CHLORIDE PERSISTENCE IN COTTON PLANTS IN FUNCTION OF THE PRECIPITATION.** Botucatu, 2004. 59 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

**Author:** FÁBIO SUANO DE SOUZA

**Adviser:** CIRO ANTONIO ROSOLEM

## **2. SUMMARY**

The research had the objective to evaluate the behavior of cotton plants submitted to the application of doses of Mepiquat Chloride and precipitations happening in different times after the application of the product. A tentative for developing a simple method for estimating the dose of the product that would be applied was tried. The treatments were constituted of three doses of the growth regulator, mepiquat chloride (PIX®): 7,5, 15,0 and 22,5 g ha<sup>-1</sup> and six time intervals for the application of simulated rain of 20mm of intensity: 0, 1, 3, 6, 12 and 24 hours, and one treatment without rain. Plots of 12 liters of capacity and six pre-germinated seeds were used with subsequent rough-hewing for two plants per plot. The experimental design used was the completely randomized with four replications. The parameters analyzed were: height of plants, number of reproductive branches, weight of dry matter, collecting of reproductive structures and lost structures, and leaf area. The results

showed that the effect of the growth regulator was harmed by the rain occurrence in the closest moments of the application of the growth regulator. It was possible to calculate the regulator dose to be applied knowing the actual height of the plants.

Keywords: Plant Growth regulator, mepiquat chloride, cotton, rain.

### **3. INTRODUÇÃO**

A cotonicultura nacional, para ser competitiva na economia globalizada, requer demanda de tecnologia avançada, de modo a obter alta produtividade e qualidade de fibras e diminuição dos custos de produção. A tecnologia adotada atualmente consiste num sistema de produção baseado na adequada correção do solo e utilização de doses de fertilizantes relativamente altas. Em parte das regiões onde se encontram as maiores áreas de algodão no Brasil atualmente, o índice pluviométrico está ao redor de 2.000 mm anuais. Todas estas condições proporcionam um crescimento vegetativo muito vigoroso da planta que, se mal manejado, pode levar à diminuição da produtividade.

A grande quantidade de massa verde produzida pela planta do algodoeiro dificulta o aproveitamento dos nutrientes alocados para a formação das fibras. O aumento da quantidade de massa verde é resultante de condições de alta fertilidade natural dos solos ou mesmo adubações restauradoras. O grande desenvolvimento das plantas pode resultar em baixa produtividade, em razão não só da demanda de nutrientes pelas partes vegetativas e

autosombreamento, como pelas dificuldades existentes na execução dos tratos culturais e fitossanitários, como também na operação de colheita (Silva et al; 1981).

A manipulação da arquitetura do dossel das plantas do algodoeiro com biorreguladores é uma das estratégias agronômicas para o incremento da produtividade. Com a utilização de reguladores vegetais pode ser possível melhorar a adubação, sem que ocorra crescimento vegetativo excessivo. A utilização de reguladores permite ainda melhores condições de cultivo, proporcionando redução da altura de plantas e do tamanho dos ramos laterais, aumento da precocidade, facilitando a colheita mecanizada.

Um dos problemas que se apresentam é a definição da dose do produto a ser empregada. Embora existam recomendações da empresa e mesmo oficiais, nem sempre se consegue o resultado desejado.

A época de aplicação dos reguladores vegetais recomendada no Brasil corresponde a um período de grandes índices de pluviosidade. Existe, portanto, grande risco do produto ser lavado pela água das chuvas sem ter sido absorvido pela planta. Sendo assim, seria necessário reaplicar a quantidade de produto perdida para que este possa exercer o efeito esperado no controle do crescimento das plantas de algodão. O problema neste caso é se quantificar a dose a ser reaplicada.

No presente trabalho objetivou-se a avaliação da lavagem de um regulador vegetal à base de Cloreto de Mepiquat das folhas do algodoeiro pela chuva em função de doses do produto, bem como desenvolver um sistema simples de recomendação da dose a ser aplicada.

#### **4. REVISÃO DA LITERATURA**

O Cloreto de Mepiquat, cloreto 1,1-dimetil piperidíneo, é um composto orgânico, solúvel em água, com LD50 de 1605 mg/kg de peso vivo. É um produto sistêmico, que é absorvido principalmente pelas partes verdes da planta que pode ser incluído no grupo de inibidores da biossíntese do ácido giberélico, sendo portanto, um inibidor do alongamento celular (Reddy et al., 1995). Reddy et al. (1992) ao avaliarem o efeito do Cloreto de Mepiquat na fotossíntese e crescimento de plantas de algodão, admitiram que o regulador é um produto sistêmico que entra na planta através das folhas. Admitiram também que o regulador é translocado de forma ascendente e descendente através do xilema e floema e distribuído uniformemente por todas as partes da planta. Aceitaram ainda, do mesmo modo que Landivar (s.d.), que o regulador não é degradado nas plantas de algodão.

Segundo Silva et al.(1981), a grande quantidade de massa verde produzida pela planta do algodoeiro dificulta o aproveitamento dos nutrientes alocados para a formação das fibras, que é o seu principal produto. O aumento da quantidade de massa verde é



resultante de condições de alta fertilidade natural dos solos ou mesmo de adubações restauradoras. O grande desenvolvimento das plantas pode contribuir para a obtenção de baixas produtividades em razão não só da demanda de nutrientes pela parte vegetativa da planta e autosombreamento, bem como pelas dificuldades existentes na execução dos tratamentos culturais e fitossanitários e ainda na operação de colheita.

A utilização de reguladores vegetais é uma das estratégias agronômicas para a manipulação da arquitetura das plantas, que pode contribuir para o aumento da produtividade (Hodges et al., 1991). Barbosa & Castro (1983b) relataram que a aplicação exógena de reguladores vegetais poderia uniformizar as plantas, facilitando a colheita manual ou mecanizada.

A ação do regulador se dá pela inibição da síntese de giberilinas nas plantas, hormônio que tem a função de divisão e expansão das células (Taiz et al, 1991). Hake et al. (1991) afirmou que o Cloreto de Mepiquat inibe uma das enzimas que está envolvida na biossíntese de ácido giberélico, a Caureno Sintase. A redução do alongamento das células após a aplicação do Cloreto de Mepiquat também pode resultar na redução de ramos vegetativos e produtivos, bem como na diminuição da área foliar. A taxa fotossintética é diminuída nos tratamentos submetidos ao Cloreto de Mepiquat, pois ocorre redução na atividade da Ribulose 1,5 difosfato carboxilase. A relação entre a utilização de Cloreto de Mepiquat e o acúmulo de carboxilases nas folhas de plantas de algodão é complexa (Reddy & Hodges, 1996, citados por Lamas 1998).

Os benefícios potenciais do Cloreto de Mepiquat são: redução do crescimento das plantas, melhoria de arquitetura, aumento da retenção de frutos nas primeiras posições dos ramos frutíferos, incrementando na precocidade de abertura dos frutos, melhoria

da eficiência na colheita e na qualidade do produto colhido (Barbosa & Castro, 1983; Kerby et al., 1986; Athayde et al., 1988; McConell et al., 1992; Cothren & Oosterhuis, 1993; Thonson, 1995).

De acordo com Reddy et al. (1990), com a aplicação de cloreto de mepiquat têm-se plantas mais compactas, e isto se deve ao menor crescimento do caule e dos ramos provocado pelo produto, o que, segundo Meredith Junior & Wells (1989), é vantajoso, pois assim têm-se plantas em que a relação entre matéria seca da parte reprodutiva e vegetativa é maior que uma unidade, e tal relação se correlaciona positivamente com a produção de algodão. Também Barbosa & Castro (1983), Meredith Junior & Wells (1989), Fernandez et al. (1991) e Cothren & Oosterhuis (1993) relatam que o cloreto de mepiquat altera a partição da biomassa, inibindo o crescimento de determinadas partes e estimulando outras, e que a combinação desses efeitos confere maior eficiência às plantas, inclusive maior tolerância ao estresse hídrico.

O cloreto de mepiquat uniformiza a produção de botões florais, ocasionando o escape das pragas tardias. Plantas tratadas com cloreto de mepiquat apresentam menor número de botões florais e maçãs danificadas por larvas de *Heliothis* (Zummo et al., 1984). A modificação da arquitetura das plantas também pode contribuir para melhorar a eficiência na aplicação dos inseticidas, facilitando, assim, a melhor distribuição dos produtos, melhorando o controle de insetos-pragas que atacam os frutos.

As modificações provocadas pelo Cloreto de Mepiquat nas plantas alteram alguns processos vitais nas mesmas. Estudando o efeito do Cloreto de Mepiquat na economia de carbono e água, Fernandez (1992) concluiu que as plantas tratadas com o produto conservaram mais água, em função da redução da expansão da área foliar. Os autores

verificaram também que as plantas tratadas, quando em condição de estresse hídrico, não tiveram a eficiência de redução do carbono afetada.

Stuart et al. (1984) estudando as modificações que o Cloreto de Mepiquat provoca nas plantas, utilizando 50 g/ha, aplicado quando do surgimento das primeiras flores, observaram aumento no potencial de água das folhas, do potencial de solutos, da pressão de turgor e redução do tamanho das folhas. Com relação à produção de fibras, não houve efeito significativo. Não foi observada redução no número de capulhos por planta, embora a redução na altura das plantas tenha sido significativa. Segundo os autores, a aplicação de Cloreto de Mepiquat alterou a relação entre quantidade de CO<sub>2</sub> assimilado e a quantidade de água transpirada, o que contribuiu para aumentar a eficiência fotossintética do algodoeiro.

De acordo com Fernandez et al. (1991), o Cloreto de Mepiquat não afeta a produção de biomassa, mas afeta sua partição, inibe o crescimento de ramos, aumenta o crescimento de raízes secundárias, inibe a expansão dos internódios e o tamanho do pecíolo. A combinação desses efeitos confere maior habilidade ao algodoeiro para resistir a períodos de déficit hídrico.

O Cloreto de Mepiquat influencia o crescimento, a fotossíntese e a respiração (velocidade) (Hodges et al., 1991). A fotossíntese parece ter maior eficiência em função da redução da fotorrespiração em plantas tratadas com o produto. No entanto, a resposta é altamente dependente da temperatura. De acordo com estes autores, o efeito do produto sobre a fotossíntese se manifesta 48 horas após a aplicação, persistindo por aproximadamente três semanas. Esse produto não é utilizado para aumentar a produção, e sim, para reduzir a altura das plantas em condições favoráveis para tal. Os autores concluíram que

os resultados da aplicação do produto são altamente influenciados pelas condições ambientais e que o efeito da temperatura é marcante, sendo que, em condições de temperaturas supra ou infra-ótimas, o efeito do produto não é significativo. Reddy et al. (1990) verificaram que o maior efeito do produto no crescimento do algodoeiro ocorria quando a temperatura diária foi de 30 °C, com noites de 20 °C. À temperaturas maiores ou menores que estas o efeito do produto era menos pronunciado.

O algodoeiro apresenta grande limitação interna no metabolismo do nitrogênio, em função da competição que se estabelece entre a redução do CO<sub>2</sub> (fotossíntese) e a redução do nitrato (Beltrão e Azevedo, 1993). De acordo com os resultados obtidos por Athayde (1980), esta limitação pode ser atenuada com a utilização de produtos que tenham mecanismos de ação semelhante ao do CCC (Cloreto de chlormequat), onde o Cloreto de Mepiquat pode ser uma alternativa. Deve-se ainda considerar que os reguladores vegetais podem levar a aumentos de produção por desviarem a translocação de carboidratos para os órgãos de produtividade econômica e, por permitirem altas adubações nitrogenadas sem a ocorrência de excessivo crescimento vegetativo. Silva et al. (1993), com o propósito de estudar o efeito da interação entre adubação nitrogenada e Cloreto de Mepiquat, concluíram que, em solos onde as plantas apresentaram alto desenvolvimento, o uso do produto condicionou o efeito do nitrogênio e o aumento da produtividade à redução de altura da planta. Neste caso, o emprego do Cloreto de Mepiquat foi imprescindível.

A aplicação de Cloreto de Mepiquat na cultura do algodoeiro altera o balanço entre ramos vegetativos e produtivos, favorecendo o segundo. Em função da alteração na arquitetura das plantas provocada pelo produto, tem-se plantas mais compactas, o que permite o uso de maiores populações (Reddy et al., 1990).

Com um melhor equilíbrio entre as partes vegetativas e reprodutivas, é possível a melhoria do nível de produtividade do algodoeiro (Meredith Jr. & Wells, 1989). Segundo estes autores, a correlação entre a altura de plantas e a produção de algodão é negativa, e a relação parte reprodutiva e vegetativa se correlaciona positivamente com a produção de algodão. Verifica-se um decréscimo na competição por fotoassimilados entre o crescimento vegetativo e o reprodutivo (Cothren & Oosterhuis, 1993).

Segundo Xu et al. (1982) o Cloreto de Mepiquat, ao influenciar na redução do porte dos algodoeiros e melhorar o consumo de água por planta, deu condições à visualização de duas possibilidades promissoras, como eliminar a operação de desbaste e aproximar as linhas de semeadura com espaçamentos menores. Sendo assim foi possível se obter aumento na produção de algodão em caroço.

O regulador vegetal à base de Cloreto de Mepiquat é usado de forma intensiva para controlar o crescimento excessivo de plantas de algodão e para adiantar a maturidade na colheita (Kerby, 1986). O Cloreto de Mepiquat reprime o excessivo desenvolvimento das plantas através do decréscimo na altura das plantas, número de ramos e nós nos ramos, comprimento dos ramos, e área foliar (Reddy et al., 1992; York, 1983).

Fatores como precocidade e uniformidade de maturação na colheita que geralmente acompanham o uso do Cloreto de Mepiquat são comprovados por resultados onde se verificou maior retenção de grandes capulhos nos ramos de frutificação situados nas mais baixas posições nas plantas de algodão (York, 1983). O incremento no rendimento de fibra em tratamentos submetidos ao Cloreto de Mepiquat tem sido explicado devido à maior retenção destes capulhos pela planta com a utilização deste regulador (Kerby et al., 1986).

A redução na altura das plantas de algodão, associada à aplicação de Cloreto de Mepiquat, leva também à redução no crescimento das raízes das plantas (Urwiler and Oosterhuis, 1986).

Embora os aspectos agronômicos da produção de algodão com tratamento com Cloreto de Mepiquat estejam bem estabelecidos, pouco se sabe sobre as características afetadas pelo regulador de crescimento, particularmente, durante os estádios iniciais, depois da aplicação de Cloreto de Mepiquat. Cothren, 1979, demonstrou que as plantas de algodão tratadas com Cloreto de Mepiquat apresentam folhas mais grossas com maior quantidade de clorofila, portanto, com maior potencial fotossintético. Gausman et al. (1978), por sua vez, observaram que aplicações de diferentes concentrações de Cloreto de Mepiquat, quando as plantas apresentavam sete folhas, acarretaram aumentos na espessura das mesmas, redução da área foliar, células paliçádicas mais alongadas e maior número de células do parênquima lacunoso. Observaram ainda que a concentração de clorofila ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ ) aumentou, enquanto a relação clorofila a/b, diminuiu. Tais resultados indicam possível mudança nas relações de energia no interior das folhas, influenciando na eficiência fotossintética.

O Cloreto de Mepiquat pode ainda alterar a qualidade do algodão pelo acréscimo de fibras de maior comprimento e resistência (Reddy et al, 1995).

Estudos desenvolvidos por Athayde (1978), com o cloreto de chlormequat (CCC), nas doses de 40, 50 e 60 g/ha, aplicadas aos 64 e 78 dias após a emergência, permitiram concluir que a aplicação aos 64 dias após a emergência reduziu significativamente a altura de plantas, o peso da matéria seca do caule + pecíolo, mas não afetou o peso da matéria seca de toda a parte aérea.

Carvalho et al. (1986) obtiveram apreciável aumento na precocidade do algodoeiro com o uso de regulador a base de clore do mepiquat: 81% da produção foi atingida na primeira colheita, contra 67% do tratamento testemunha, sem o produto, antecipando, em sete dias, 50% da produção. Outros trabalhos mostram menor porcentagem de fibras, maior peso de sementes e do capulho e maior comprimento da fibra com o uso de regulador a base de cloreto de mepiquat (Yamaoka et al., 1982b; York, 1983a; Cia et al., 1984). Ocorreu maior número de capulhos por planta no tratamento com menor número de planta por metro (quatro), tanto abaixo como acima de 35 cm, com ou sem o regulador de crescimento.

Resultados obtidos por Yamaoka et al. (1982a) mostram que na maior densidade de plantas, apenas 15% dos capulhos se localizaram abaixo de 35 cm (região baixeira). Com a aplicação do produto, a porcentagem, em média, passou de 27,0 para 36,6%, mostrando a significância do efeito positivo do regulador em aumentar a carga do baixeiro, principalmente em populações mais altas. O número de carimãs elevou-se com o maior número de plantas por metro. Possivelmente, o crescimento no número de plantas tenha criado um microclima mais favorável para insetos e doenças e dificultando a desfolha. Após a aplicação do regulador, observou-se decréscimo significativo de 24% no número de carimãs. Esses fatos mostraram a vantagem na utilização do regulador, responsável pela maior carga no baixeiro das plantas e menor perda de carimãs. O regulador promoveu aumento na precocidade do algodoeiro tanto na colheita tardia (6,2%), quanto na normal (20,8%), enquanto, na densidade mais alta, a precocidade foi significativamente menor em relação a menor densidade (20,3% para a colheita normal e 10,9% para a tardia). Houve efeito pronunciado do bioregulador e da densidade de semeadura nos componentes da produção e

nas características tecnológicas da fibra. Tanto o regulador quanto a densidade de semeadura aumentaram, em média e significativamente, o peso de cem sementes e o de um capulho, porém, diminuíram a porcentagem de fibra. O regulador elevou a maturidade e a tenacidade da fibra, mas não afetou o índice Micronaire e a uniformidade de comprimento de fibra.

Vários são os fatores bióticos e abióticos que podem influenciar os resultados, quando se aplica Cloreto de Mepiquat na cultura do algodoeiro. Assim, Gridi-Papp et al. (1992), recomendam que o regulador de crescimento deve ser aplicado aos 50 a 70 dias após a emergência, quando as plantas já atingiram 1,00 m de altura, com oito a dez flores por metro de linha por dia. Estes autores recomendam ainda que, o produto deve ser reaplicado 15 a 20 dias após, caso continuem ocorrendo as condições favoráveis ao crescimento vegetativo.

Cathey & Meredith Jr. (1988), com o objetivo de estudar os efeitos do Cloreto de Mepiquat sobre cinco cultivares de algodoeiro semeadas em diferentes épocas, com uma população de 100.000 plantas /ha, usando 49 g i.a./ha, quando se tinha em média sete flores por metro linear, verificaram que a interação cultivar x Cloreto de Mepiquat foi significativa. Assim, em alguns cultivares, o Cloreto de Mepiquat provocou efeito negativo e em outras positivo. Além da cultivar, os efeitos do Cloreto de Mepiquat foram altamente influenciados pela época de semeadura. Nas semeaduras realizadas mais tardiamente, verificou-se um maior percentual de redução da altura das plantas. Nos cultivos tardios, o produto proporcionou incremento de produção, ocorrendo o inverso nos cultivos realizados muito cedo. (Lamas 1998).

Heithold et al. (1996), ao avaliarem o efeito do Cloreto de Mepiquat aplicado de forma parcelada (25,0 + 25,0 + 25,0 g/ha) sobre o comportamento de 12 cultivares de algodoeiro herbáceo cultivados nos espaçamentos de 76 e 102 cm, concluíram que o efeito



do Cloreto de Mepiquat foi significativo ( $P < 0,05$ ), independente da cultivar e do espaçamento entre as fileiras.

Cruz et al. (1982) trabalhando com diferentes doses de Cloreto de Mepiquat, concluíram que o produto provocou redução na altura das plantas, no comprimento dos ramos laterais e no número de folhas por ocasião da colheita e que não houve prejuízo das características tecnológicas da fibra, assim como do poder germinativo das sementes, além de proporcionar redução do número de maçãs estragadas. A altura das plantas na colheita não diferiu entre as doses estudadas (25, 50, 75 e 100 i.a./ha), diferindo apenas da testemunha.

Barbosa & Castro (1983) trabalhando com Cloreto de Mepiquat nas doses de 84, 167 e 250 ppm, concluíram que nas três situações houve redução de área foliar, peso de matéria seca, taxa de produção de matéria seca e índice de área foliar.

Trabalhos realizados por Yamaoka et al. (1982), utilizando três formas de aplicação de Cloreto de Mepiquat [40 DAE, 60 DAE, 40 e 60 DAE (1/2+1/2)], de 50 g/ha, mostraram que a aplicação da dose total aos 40 DAE foi prejudicial à produção de algodão em caroço, enquanto que no parcelamento, o uso do regulador propiciou ganhos de produtividade. A altura das plantas foi sensivelmente reduzida por qualquer das formas de aplicação estudadas.

Cia et al. (1984) estudaram o efeito do Cloreto de Mepiquat na cultura do algodoeiro, utilizando 50 g i.a./ha, aplicado de uma só vez aos 50-60 dias após a emergência ou, parceladamente, sendo 30 g/ha nesta época e 20 g/ha 15 dias após a primeira; e 75 g/ha (50 +25 g/ha ) da mesma forma anterior. O produto promoveu redução na altura das plantas da ordem de 25%. No entanto, os reflexos positivos na produção só foram observados nos experimentos onde as plantas apresentaram altura superior a 1,30 m. Nesse caso, as

melhores produções foram obtidas com o tratamento 30 + 20 g/ha, para ambos os produtos. Os produtos provocaram aumento no peso dos capulhos e das sementes e redução na porcentagem de fibra.

Laca-Buendia (1989) estudou os efeitos do Cloreto de Mepiquat nas doses de 0, 75 e 100 g ha<sup>-1</sup>, aplicado em uma única vez, quando as plantas apresentavam 65 cm de altura com 40 dias após a emergência e 25 + 25, 50 + 25 e 50 +50 g/ha, com a segunda aplicação realizada 15 dias após a primeira. Para altura de planta e rendimento de algodão em caroço, não houve diferença significativa entre os tratamentos; no entanto, o parcelamento das doses proporcionou maior redução na altura das plantas do que quando a aplicação foi feita em uma única vez.

Comparando os efeitos do Cloreto de Mepiquat, aplicado em uma única vez com o parcelamento das doses, Wallace et al. (1993) concluíram que o parcelamento teve efeito mais marcante sobre a altura das plantas, número de nós, comprimento de entrenós e que a retenção de frutos foi maior nas aplicações parceladas.

Heithold et al. (1996) avaliando o efeito do Cloreto de Mepiquat aplicado parcelado nas doses de 25,0 + 25,0 + 25,0 g/ha, aos 45, 50 e 58 dias após a semeadura, em 12 cultivares de algodoeiro herbáceo, com 10 plantas/m<sup>2</sup>, concluíram que o efeito do Cloreto de Mepiquat sobre a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa foi significativo entre 4 e 11 dias após a aplicação do produto. Mas 68 dias após a semeadura (10 dias após a última aplicação), já não se verificava efeito do produto sobre a referida variável.

Visando estudar a influência do momento ideal para a aplicação de Cloreto de Mepiquat, Malik et al. (1991), fizeram aplicações aos 55, 70 e 85 dias após a

emergência, utilizando 50 g i.a./ha, concluindo que para a produção de algodão em caroço, não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Rios & Martinez (1983) avaliaram diferentes épocas de aplicação a partir do aparecimento das primeiras flores, concluindo que quando a aplicação é realizada antes do início do florescimento, a resistência da fibra pode ser influenciada negativamente. A utilização de biorreguladores deve ser efetuada através de um programa de aplicação de doses baixas e múltiplas, iniciando na fase de primeiro botão floral em desenvolvimento. A primeira aplicação deve ser realizada quando o primeiro botão floral da primeira posição tiver três milímetros de diâmetro (tamanho de uma cabeça de fósforo). Isso ocorre de seis a dez dias (dependendo da variedade e região) após o início da formação do botão floral. Quando 50% das plantas tiverem atingido este estágio deve-se efetuar a aplicação de 250 ml/ha do produto comercial.

Com relação a definição de doses a serem aplicadas, Landivar (s/d) estudou o efeito de diferentes concentrações de produto nas plantas de algodão em função do crescimento das plantas e concluiu, com base em suas observações, que concentrações de até  $12 \text{ mg L}^{-1}$  do cloreto de mepiquat nas plantas ainda causam efeito na altura das plantas e que concentrações superiores a esta não surtiriam mais efeitos na altura das plantas.

Rosolem et al. (2003) estudando o efeito de diferentes tempos entre a pulverização do regulador a base de cloreto de mepiquat na dose de  $12,5 \text{ g ha}^{-1}$  do ingrediente ativo e a ocorrência de lâminas de chuva concluíram que as características das plantas de algodão, como altura final de plantas e comprimento médio de internódios, não foram afetadas pela interação dos fatores lâmina de chuva e tempo para aplicação, assim como não houve o efeito isolado da lâmina de chuva para essas variáveis. Quanto ao fator isolado tempo para

aplicação da chuva constatou-se efeito significativo. Já para as variáveis matéria seca da parte aérea e número de nós não houve efeito significativo dos fatores aplicados. A maior altura final de plantas foi obtida no tratamento em que a chuva foi simulada logo após aplicação do regulador de crescimento (0 hora), em comparação a testemunha e ao tratamento 32 horas. Os autores confirmaram ainda uma tendência de diminuição da altura das plantas com o atraso na aplicação da chuva. A matéria seca não diferiu entre os tratamentos. Apesar do número de internódio não ter apresentado diferenças significativas, observaram uma tendência, das plantas que receberam chuvas próximas a aplicação do produto, de apresentarem maiores valores. Isso sugere que, como para altura de plantas, houve uma maior lixiviação do produto quando ocorreu chuva próxima da aplicação do regulador vegetal.

Para que haja redução na altura da planta de modo desejado, é necessária determinada concentração do produto na planta. Landivar (s/d) estimou a quantidade de regulador à base de cloreto de mepiquat necessária para ajustar a taxa de alongamento do ramo principal a um nível desejado. Seus estudos mostraram que mantendo-se a concentração deste regulador na planta em torno de 10 a 12 mg L<sup>-1</sup>, ocorreu regulação adequada do crescimento vegetativo e que conforme a planta cresce, a concentração de cloreto de mepiquat diminui devido à chamada “biodiluição”. Conforme a concentração diminui, as plantas superam em crescimento o efeito do regulador. Sua pesquisa indicou que o efeito do cloreto de mepiquat na taxa de alongamento das plantas diminui linearmente conforme a concentração diminui de 5 para 0 mg L<sup>-1</sup>. Conseqüentemente, se a concentração cai abaixo de 5 mg L<sup>-1</sup>, aplicações adicionais de cloreto de mepiquat podem ser necessárias para manter a redução na taxa de alongamento das plantas. Landivar (s/d) obteve ainda um gráfico onde relacionou a concentração de regulador à base de cloreto de mepiquat e a porcentagem de

redução na altura das plantas. Foi observado que com o aumento da concentração de cloreto de mepiquat, maior foi a porcentagem de redução na altura das plantas, obedecendo a uma equação exponencial com tendência a uma constante, com concentração acima de 15 mg L<sup>-1</sup>. Por outro lado, Reddy et al. (1996) concluíram que a taxa de expansão de área foliar, bem como a o número total de nós e altura média total de plantas de algodão diminuem linearmente com o aumento da concentração do produto nas plantas.

Visando o estudo de deposição de caldas por pulverizadores, Palladini, 2000, pulverizou plantas de citros com solução traçadora composta pelo corante Azul Brillhante na concentração de 0,15% em mistura com o Saturn Yellow também a 0,15%, suspenso com o lignosulfonado Vixilperse a 0,015%. As plantas foram divididas em 12 setores, coletando-se amostras nas partes externa, e interna e nas posições frontal e perpendicular a pulverização. A avaliação da quantidade de produto que estava sendo aplicado foi feita através da visualização da distribuição do depósito sob luz ultravioleta e a determinação da quantidade depositada através da espectrofotometria. A metodologia desenvolvida mostrou-se adequada para avaliação dos depósitos de pulverizações com a solução traçadora, pela possibilidade de avaliar qualitativa e quantitativamente, com a vantagem de ser estável sob luz solar, de não ser absorvida pelas folhas e de manter a solução na mesma tensão superficial da água.

## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

Foi realizado um experimento em casa de vegetação no Departamento de Produção Vegetal, Setor Agricultura, na Fazenda Experimental Lageado, da Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Campus de Botucatu em vasos plásticos de 12 litros com solo proveniente da camada arável da Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu/SP. As características químicas deste solo são descritas na Tabela 1. O solo já se encontrava corrigido e adubado no momento da coleta para o enchimento dos vasos. Os vasos de 12 litros receberam o solo, após este ter passado em peneira de malha de aproximadamente 4mm.

Tabela 1. Atributos químicos do solo utilizado. Botucatu – SP. 2002

pH	M.O.	P	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
CaCl <sub>2</sub>	g Kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	-----mmolc dm <sup>-3</sup> -----				-----		%
5,6	17,8	92,5	21,7	2,7	31,3	12,1	46,1	67,8	68

O trabalho foi realizado entre os meses de outubro de 2002 e janeiro de 2003.

A cultivar utilizada foi a Delta Opal, sendo a semeadura realizada colocando-se seis sementes pré-germinadas, por 36 horas, em cada vaso. A emergência ocorreu 3 dias após a semeadura, sendo que, após 4 dias da emergência das plântulas, foi realizado desbaste para 2 plantas por vaso.

Os tratos culturais constaram de controle de plantas daninhas, feito manualmente, uma aplicação do inseticida Tamarom<sup>®</sup> na dose de 300 g do i.a. ha<sup>-1</sup> (aos 27 DAE). Aos 45 DAE, foi aplicado ao solo, via líquida, 40 mg L<sup>-1</sup> de nitrogênio, tendo como fonte a uréia, e 4 mg L<sup>-1</sup> de Boro, tendo como fonte o ácido bórico.

Doses de regulador a base de Cloreto de Mepiquat (PIX<sup>®</sup>) correspondentes a 7,5; 15,0 e 22,5 g ha<sup>-1</sup> do princípio ativo foram aplicadas às plantas no estágio de aparecimento dos botões florais (Reddy et al., 1990), o que ocorreu aos 39 dias após a emergência. A seguir as plantas foram submetidas a lâmina de chuva de 20 mm após 1, 3, 6, 12 e 24 horas da aplicação do regulador, mais um tratamento com aplicação de chuva logo após a aplicação do regulador, chamado de 0 hora, e outro tratamento sem aplicação de chuva. Não foi utilizado nenhum tipo de adjuvante no experimento.

Para cada tratamento de regulador, foram conduzidas repetições em excesso de modo que foram colhidas 2 repetições logo antes, 6, 12 e 18 dias depois da aplicação do produto, para determinação da massa de matéria seca e altura das plantas. A curva ajustada ao acúmulo de matéria seca e altura foi utilizada na estimativa da concentração do regulador na planta (Reddy et al. 1996).

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado, com 4 repetições, considerando um fatorial com 3 doses e 6 tempos, com uma testemunha sem chuva. As médias foram comparadas utilizando o teste LSD (ou DMS) ( $P < 0,05$ ). Onde apropriado foram ajustadas curvas de resposta, escolhendo-se a significativa de maior coeficiente de regressão.

Para realizar a simulação da chuva nos diferentes períodos após a aplicação do regulador foi utilizado equipamento de pulverização e simulação de chuva que encontra-se instalado em uma sala fechada do NuPAM (Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia)/UNESP – FCA – Campus de Botucatu – SP e constitui-se de uma estrutura metálica, com três metros de altura por dois metros de largura, que permite o acoplamento de um carrinho suspenso a 2,5 metros de altura. A esse carrinho, encontram-se acopladas duas barras de pulverização, uma responsável pelo sistema de simulação de chuva e a outra, pelo sistema de pulverização do regulador e defensivos agrícolas, as quais deslocam-se por uma área útil de 6 metros quadrados no sentido do comprimento do equipamento.

A organização das unidades experimentais ao longo do percurso das barras do simulador foi feita utilizando espaçamento de 0,90 m, simulando uma população de 90.000 plantas por hectare. A barra de pulverização foi dotada com 4 bicos cônicos (Dx 8) e posicionados a 0,5 m do dossel das plantas. Foi utilizado o volume de aplicação de  $150 \text{ L ha}^{-1}$



de calda. Para chuva a barra foi fixada a 1,75 m de altura, sendo a mesma dotada de 3 bicos de alta vazão (TK-SS-20), espaçados em 0,50 m. Logo antes da aplicação do regulador vegetal, mediu-se a altura de todas as plantas (colo até o último nó vegetativo).

Após a aplicação dos tratamentos as plantas foram cultivadas por cerca de 24 dias, momento as maçãs se encontravam em início de desenvolvimento e as plantas em pleno florescimento, realizando-se medições periódicas de altura a intervalos de 3 dias.

Na colheita do experimento foram avaliados o número de ramos reprodutivos, massa de matéria seca, estruturas reprodutivas (coleta das estruturas reprodutivas presentes nas plantas e contagem das estruturas perdidas) e área foliar.

Durante o período de condução do experimento foram registradas as temperaturas máxima e mínima do ar dentro da casa de vegetação para cálculo de graus-dia acumulados. A temperatura média calculada no experimento no período posterior a aplicação do regulador à colheita do experimento foi de 24,2° C. Com as médias de altura das plantas determinou-se o crescimento em função dos graus-dia acumulados (GD).

No cálculo de GD, foi considerada a temperatura base de 15°C, utilizando-se a equação:  $GD = (T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}}/2) - 15$ . Em seguida, calculou-se as taxas de crescimento, derivando as equações ajustadas às curvas de crescimento.

### **5.1. Testes Paralelos**

**Retenção da solução pela planta:** Foi efetuado um estudo de retenção do regulador pelas folhas das plantas de algodão. Com estes dados foram calculadas as concentrações do produto na planta, que por sua vez foi utilizado no cálculo de doses a serem aplicadas. Foi utilizada

metodologia descrita por Palladini (1999). Foi aplicada em seis plantas, uma solução com corante, na concentração de 3000 mg l<sup>-1</sup>. As folhas provenientes destas plantas foram coletadas e lavadas. Foi medida a massa de matéria seca de tais plantas, bem como a área foliar. A água proveniente da lavagem destas folhas foi coletada e foi feita leitura de absorvância em espectrofotômetro, sendo possível assim, estimar a quantidade de produto presente na água de lavagem e, por consequência, a quantidade retida nas folhas das plantas por ocasião da aplicação.

**Altura e área foliar:** Foram cultivados 8 vasos com 2 plantas cada, sem aplicação de regulador. Tais plantas foram colhidas no dia da aplicação, 6, 12 e 18 dias após a aplicação. Assim foi possível correlacionar a altura das plantas com a massa de matéria seca permitindo a estimativa da dose a ser aplicada em função da altura da planta. A área foliar das plantas foi medida através de aparelho “área meter”, o qual já fornece os valores em cm<sup>2</sup>.

**Reaplicação do regulador lavado pela chuva:** Esse cálculo baseou-se no crescimento das plantas tomados aos 60 graus-dia acumulados, período em que o regulador de crescimento pôde expressar seu efeito. (Heitold et al, 1996). A fórmula utilizada foi:  $R = [1 - (CTe / CTt)] \times D$ , onde: R = dose a ser repostada, em ml ha<sup>-1</sup>; CTe = crescimento da testemunha (tratamento sem chuva), em cm; CTt = crescimento dos tratamentos (0, 1, 3, 6, 12 e 24 horas), em cm; D = dose utilizada do regulador em ml ha<sup>-1</sup>.

**Estimativa de doses a serem aplicadas:** Foi realizada levando-se em consideração o crescimento diário para obtenção do número de nós requeridos pela planta de algodão para que esta possa expressar uma boa produtividade.

Foi considerado que seriam requeridos 25 nós para que a planta de algodão possa ter sua produtividade otimizada, sendo que 5 são nós vegetativos, 5 são nós no ponteiro, que não refletem em produtividade e 15, o número de nós em que a planta produzirá, totalizando assim os 25 nós. Sendo a altura máxima desejável de 1,25 m, a distância média entre os nós seria de 5 cm. Considerando que a cada 3 dias em média ocorre o surgimento de um nó, seria necessário que a planta crescesse 5 cm ( $125 \text{ cm} / 25 \text{ nós}$ ), que corresponde a distância média entre os nós, ou seja, cerca de 1,6 cm por dia. Com base nestas informações, foi realizado um cálculo da dose de regulador a ser aplicado nas plantas de algodão para que estas obtivessem um crescimento de 1,5 cm por dia. Numa condição mais favorável para o crescimento, a planta cresceria mais, requerendo portanto, maior dose de regulador. Para simular esta situação, foi calculada a dose para crescimento de 1,25 cm por dia. Para simular uma condição muito favorável ao crescimento (temperatura e umidade altas e variedade muito vigorosa, foi utilizado como indicador, o crescimento de 1,0 cm por dia. Todos os cálculos consideraram o acúmulo de 10 GD por dia.

Para realização do cálculo da dose a ser aplicada em função do crescimento diário (1,5, 1,25 e 1,00  $\text{cm dia}^{-1}$ ) foi considerada a altura das plantas, a massa de matéria seca obtida em função da alturas das plantas, a concentração de produto necessária por grama de matéria seca e por planta. Tal concentração foi obtida considerando a taxa de crescimento das plantas, nas 3 doses aplicadas de regulador aos 60 GD e a concentração do

regulador nas plantas nas três doses aplicadas com base em dados de massa de matéria seca, área foliar e cálculo de retenção de calda nas plantas.

Com a área foliar das plantas e o volume calculado de calda aplicada por  $\text{cm}^2$  de folha, foi calculado o volume retido por planta em  $\text{ml planta}^{-1}$ . Para cada dose aplicada (7,5; 15,0 e 22,5  $\text{g ha}^{-1}$ ) foi calculada a quantidade de produto por grama de matéria seca. Para este cálculo foi considerada a massa de matéria seca das plantas que receberam o corante e a concentração de produto na calda de aplicação (50  $\text{mg L}^{-1}$  para a dose de 7,5; 100  $\text{mg L}^{-1}$  para a dose de 15 e 150  $\text{mg L}^{-1}$  para a dose de 22,5), considerando-se um volume de aplicação de 150  $\text{L ha}^{-1}$ . Foi obtida uma média em  $\text{ug g}^{-1}$  de produto, que juntamente com a taxa de crescimento das diferentes doses aos 60 GD permitiu calcular a equação utilizada para estimar a concentração de produto necessária ( $\text{ug g}^{-1}$ ) para obtenção dos valores de crescimento diários estipulados (1,5; 1,25 e 1,00  $\text{cm dia}^{-1}$ ). Multiplicando-se este valor obtido pela massa de matéria seca das plantas em diferentes alturas, foi obtida a quantidade por planta ( $\text{ug planta}^{-1}$ ) para os três valores de crescimento diários requeridos. Multiplicando-se este valor pela população estimada de 90.000 plantas por hectare, foram obtidas as doses estimadas.

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1. Área Foliar**

Quando não recebeu chuva simulada, o algodoeiro desenvolveu menor área foliar apenas com a dose de 22,5 g ha<sup>-1</sup> de cloreto de mepiquat (Tabela 2). Com aplicação de chuva, provavelmente em função da lavagem do produto, o efeito desapareceu. Assim, desde que não seja aplicado em dose muito alta, o regulador não teve efeito sobre a área foliar das plantas.

Tabela 2: Área Foliar do algodoeiro aos 61 DAE, em função de doses de cloreto de mepiquat e tempo sem chuva após a aplicação.

<i>Dose</i>	<i>Sem Chuva</i>	<i>0 h</i>	<i>1 h</i>	<i>3 hs</i>	<i>6 hs</i>	<i>12 hs</i>	<i>24 hs</i>
$\text{g. ha}^{-1}$	----- $\text{cm}^2$ -----						
7,5	4362,5	4715,0	4486,0	4658,0	4815,5	4734,5	5273,5
15,0	4710,0	5210,0	4806,0	5149,0	5170,5	5239,5	5168,5
22,5	3848,0	4884,0	5364,0	5364,0	5046,0	4423,5	4285,0

DMS (5%): 1370,7.\*

C.V.(%): 13,6.

\* Significativo a 5% pelo teste LSD.

Barbosa & Castro (1983), Reddy et al. (1990) e Fernandes et al. (1991), relatam que o cloreto de mepiquat provoca redução da área foliar, embora este efeito nem sempre seja observado (Athayde e Lamas, 1999). Tratamentos com altas doses nas primeiras aplicações apresentaram menor área foliar, como observado no presente trabalho.

Também Soares et al. (1999), verificaram que plantas tratadas com regulador tenderam a ser menores e mais estreitas com folhas espessas e menores. Os autores afirmam ainda que a área foliar total foi cerca de 16% menor que a da testemunha devido à aplicação do regulador. A redução na área foliar foi devida à capacidade do regulador em suprimir o alongamento celular. As células menores resultam em uma redução de maneira geral no tamanho da folha.

O cloreto de mepiquat, segundo Reddy e al. (1992) e York (1983) reprime o excessivo desenvolvimento das plantas através do decréscimo da altura das plantas, número de ramos e nós nos ramos, comprimento dos ramos e área foliar.

## 6.2. Estruturas Reprodutivas

Com poucas exceções, as doses de regulador, assim como a chuva simulada, não influenciaram o número de estruturas reprodutivas observados no algodoeiro (Tabela 3). As poucas exceções com efeito significativo, são de difícil explicação.

Tabela 3: Número de Estruturas Reprodutivas do algodoeiro (Botões florais, flores e maçãs) aos 61 DAE em função de doses de cloreto de mepiquat e tempo sem chuva após a aplicação.

<i>Dose</i>	<i>Sem Chuva</i>	<i>0 h</i>	<i>1 h</i>	<i>3 hs</i>	<i>6 hs</i>	<i>12 hs</i>	<i>24 hs</i>
$\text{g. ha}^{-1}$							
7,5	15,9	13,3	13,3	13,9	14,8	13,3	13,0
15,0	14,5	12,8	15,3	13,5	15,3	14,6	13,8
22,5	14,6	14,8	13,3	11,1	14,1	13,8	13,8

DMS (5%): 2,7.\*

C.V.(%): 13,4.

\* Significativo a 5% pelo teste LSD.

O cloreto de mepiquat é conhecido por melhorar a fixação de frutos na parte mais baixa da planta (Hodges et al, 1991; Wallace, 1993; Lamas, 2000). As estruturas avaliadas no presente trabalho correspondem à parte baixa da planta, assim, seria esperado um efeito de doses do regulador. Têm-se assim, duas considerações a fazer. A primeira é que foram avaliados botões, flores e maçãs, conjuntamente, de modo que o número não representa produção fixada. A segunda consideração é que se está comparando doses, sem testemunha, de modo que, em relação a uma planta sem regulador, poderia ter ocorrido aumento na produção fixada por auto sombreamento, etc..

De modo geral, o número de ramos reprodutivos não foi significativamente afetado pelas doses do produto (Tabela 4). Entretanto, as doses de 15 e 22,5

g ha<sup>-1</sup> prejudicaram a formação de ramos produtivos quando as plantas não receberam chuva.

Prejuízo esse que deixou de existir quando a chuva simulada lavou o produto das folhas.

Tabela 4: Número de Ramos Reprodutivos (Simpodiais) do algodoeiro aos 61 DAE em função de doses de cloreto de mepiquat e tempo até a ocorrência de chuva.

<i>Dose</i>	<i>Sem Chuva</i>	<i>0 h</i>	<i>1 h</i>	<i>3 hs</i>	<i>6 hs</i>	<i>12 hs</i>	<i>24 hs</i>
g.ha <sup>-1</sup>							
7,5	10,5	9,5	11,4	10,6	10,5	10,4	9,9
15,0	9,5	11,1	11,4	11,4	11,5	11,4	10,8
22,5	9,8	9,6	11,4	11,1	12,3	11,0	10,1

DMS (5%): 1,2.\*

C.V.(%): 8,1.

\* Significativo a 5% pelo teste LSD.

O número de nós do eixo principal é de grande importância para a produtividade do algodoeiro, pois os ramos frutíferos são formados a partir dos nós do eixo principal (Mauney, 1986). Por outro lado existem muitas evidências de que o cloreto de mepiquat pode causar diminuição do número de ramos produtivos (Barbosa, 1983); e Soares, (1999) entre muitos outros. Este efeito depende da dose aplicada (Lamas, 2000), de modo que os resultados do presente experimento estão de acordo com o esperado, ou seja, decréscimo do número de ramos reprodutivos com doses mais altas do regulador.

O número de estruturas abortadas apresentou alguns resultados com diferença significativa (Tabela 5). Entretanto, em função do alto coeficiente de variação observado, não é possível uma discussão apurada do efeito do regulador ou da chuva sobre este parâmetro (Tabela 5). De modo geral pode-se notar uma tendência de diminuição no número de cicatrizes e, portanto, de estruturas perdidas, com a maior dose do produto e com maior tempo até a ocorrência de chuva.



Tabela 5: Número de Estruturas Abortadas do algodoeiro aos 61 DAE, em função de doses de cloreto de mepiquat e tempo até a ocorrência de chuva.

<i>Dose</i>	<i>Sem Chuva</i>	<i>0 h</i>	<i>1 h</i>	<i>3 hs</i>	<i>6 hs</i>	<i>12 hs</i>	<i>24 hs</i>
$\text{g.ha}^{-1}$							
7,5	1,5	0,5	0,4	0,9	1,0	0,6	1,0
15,0	1,4	1,8	1,4	2,5	1,1	1,0	0,6
22,5	0,4	0,6	0,4	0,5	0,1	0,0	0,0

DMS (5%): 0,9.\*

C.V.(%): 80,7.

\* Significativo a 5% pelo teste LSD.

Um dos efeitos conhecidos do cloreto de mepiquat é melhorar a retenção de estruturas frutíferas (Hodges, 1991; Reddy, 1993; Athayde e Lamas, 1999) e está de acordo com as tendências observadas. Entretanto deve ser lembrado que o número de estruturas retidas não foi afetado da mesma forma (Tabela 5). Assim, no presente trabalho, não se pode afirmar que o regulador melhorou a retenção de estruturas frutíferas.

### 6.3. Matéria Seca

De maneira geral, as doses de regulador, assim como a chuva simulada, não influenciaram a massa de matéria seca das plantas de algodão. (Tabela 6). Entretanto, pode-se observar no tratamento com a maior dose do regulador (22,5 g ha<sup>-1</sup>), sem chuva, que a produção de massa de matéria seca foi prejudicada. Efeito que deixou de existir com a lavagem do produto pela chuva. Estes resultados são parecidos com o que ocorreu com a área foliar (Tabela 2), demonstrando que a dose de 22,5 g ha<sup>-1</sup> foi excessiva quando aplicada a plantas da idade e tamanho das empregadas no presente experimento.

Tabela 6: Massa de matéria seca total do algodoeiro aos 61 DAE, em função de doses de cloreto de mepiquat e tempo até a ocorrência de chuva.

<i>Dose</i>	<i>Sem Chuva</i>	<i>0 h</i>	<i>1 h</i>	<i>3 hs</i>	<i>6 hs</i>	<i>12 hs</i>	<i>24 hs</i>
$\text{g ha}^{-1}$	----- $\text{g planta}^{-1}$ -----						
7,5	66,3	72,3	60,3	72,8	86,6	69,5	69,1
15,0	76,6	77,3	68,9	74,8	74,9	64,6	63,5
22,5	58,9	74,3	70,8	65,2	71,2	66,9	65,9

DMS (5%): 14,1.\*

C.V.(%): 14,2.

\* Significativo a 5% pelo teste LSD.

Estudos desenvolvidos por Athayde (1978), com o cloreto de clorocolina (CCC), nas doses de 40, 50 e 60 g/ha, aplicadas aos 64 e 78 dias após a emergência, permitiram concluir que a aplicação aos 64 dias após a emergência reduziu significativamente a altura de plantas, o peso da matéria seca do caule + pecíolo, mas não afetou o peso da matéria seca de toda a parte aérea, como ocorreu no presente trabalho. No entanto, Barbosa & Castro (1983), trabalharam com Cloreto de Mepiquat nas doses de 84, 167 e 250 ppm e concluíram que, nas três situações, houve redução de área foliar do peso de matéria seca da taxa de produção de matéria seca e do índice de área foliar.

Rosolem et al. (2003) também observaram que não ocorreu diferença significativa entre a produção de matéria seca de plantas submetidas a uma dose do regulador a base de cloreto de mepiquat e aplicação posterior de chuva simulada. Segundo estes autores, as plantas menores apresentaram um ganho compensatório na produção de matéria seca em relação às de maior altura. Segundo eles, este comportamento pode ser justificado pelo fato de que à medida que as plantas crescem, ocorre uma diminuição da razão de área foliar, ou seja, a aplicação do regulador proporcionou redução de altura, com manutenção da massa de matéria seca devido a um possível espessamento de folhas. Outra hipótese estaria relacionada com o

aumento da capacidade fotossintética nas plantas de algodão que tiveram menor lavagem do produto (Stuart, 1984), devido a um controle da concentração subestomática de CO<sub>2</sub>, ocasionando maiores taxas de assimilação de carbono (Marur, 1998).

#### **6.4. Altura de plantas**

De maneira geral, observou-se que a aplicação da menor dose de regulador (7,5 kg ha<sup>-1</sup>), proporcionou diferença menos expressiva em relação às maiores doses (15,0 e 22,5 kg ha<sup>-1</sup>) para o parâmetro de altura de plantas (Figuras 1 a 3).

Foram obtidos valores significativos para todos os tratamentos de chuva aplicada para cada dose de regulador, com curvas ajustadas a equações polinomiais de segundo grau. Para cada tratamento de chuva, em cada dose de regulador aplicado, os tratamentos de crescimento das plantas mostraram diferença significativa do crescimento das plantas em função dos graus dia acumulados durante o experimento (Tabelas 7 a 9).

Para a dose de 7,5 g ha<sup>-1</sup>, chuvas ocorridas de 3 a 24 horas após a aplicação tiveram efeito de lavagem muito menor que a chuva ocorrida 1 hora após a aplicação (Figura 1). Plantas que receberam chuva 1 hora após a aplicação apresentaram crescimento final 77% maior que as plantas sem chuva, demonstrando que o produto foi quase todo lavado das folhas. Para os outros tempos, apesar de evidências de perda do produto, estas não foram tão grandes, pois as plantas cresceram, no máximo 23% a mais que aquelas sem chuva.

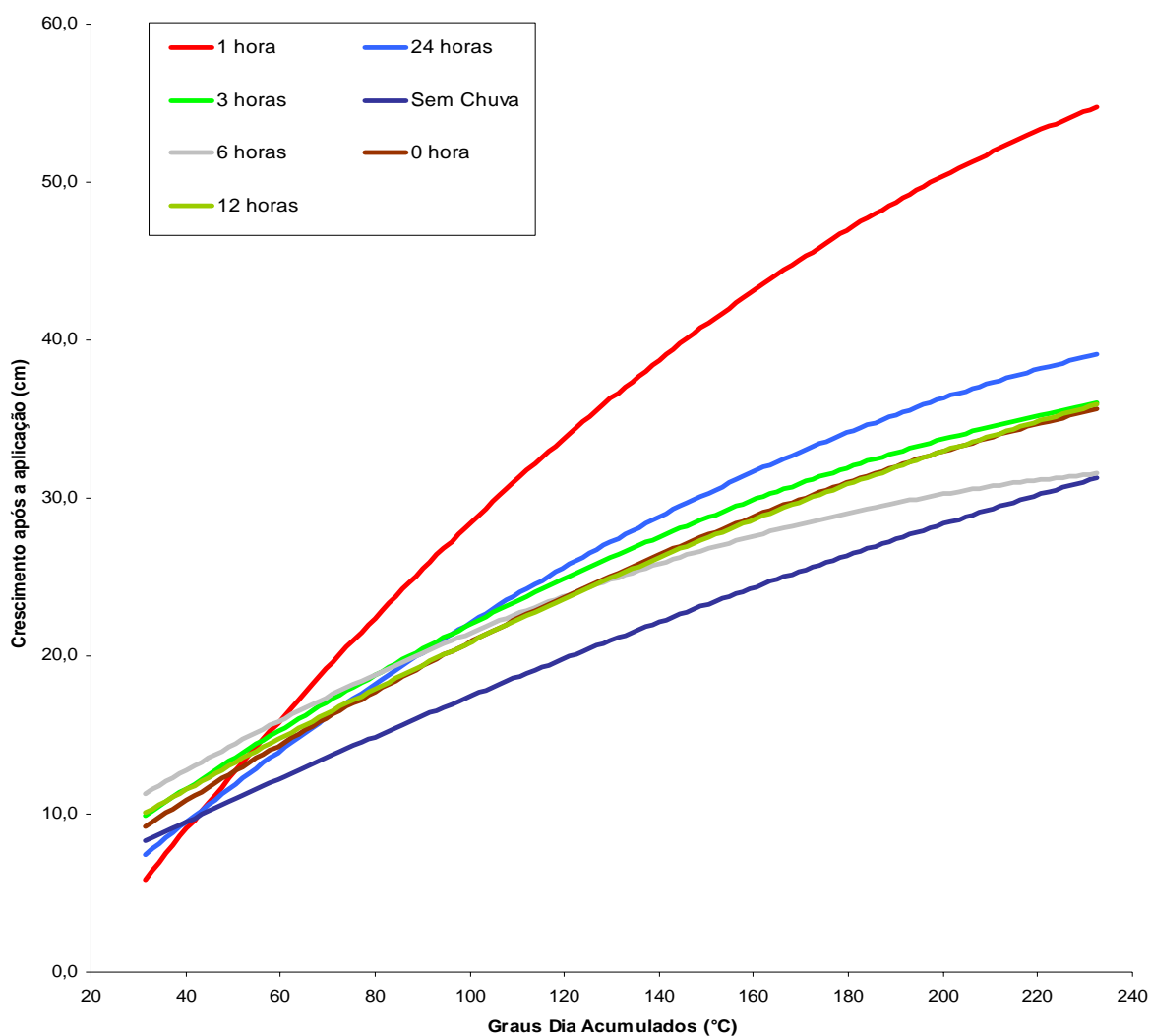


Figura 1: Crescimento de plantas de algodão nos diferentes tempos de aplicação de chuva após pulverização de cloreto de mepiquat na dose de  $7,5 \text{ g ha}^{-1}$  em função dos graus-dia acumulados.

No caso da dose de  $15 \text{ g ha}^{-1}$ , o comportamento foi diferente, pois a chuva, a qualquer tempo, fez com que as plantas crescessem de 40 a 66% a mais que aquelas que não receberam a chuva (Figura 2). A diferença observada entre as chuvas ocorridas logo após e até 24 horas após a aplicação, não foram tão grandes como aquelas observadas com a dose de  $7,5 \text{ g ha}^{-1}$ .

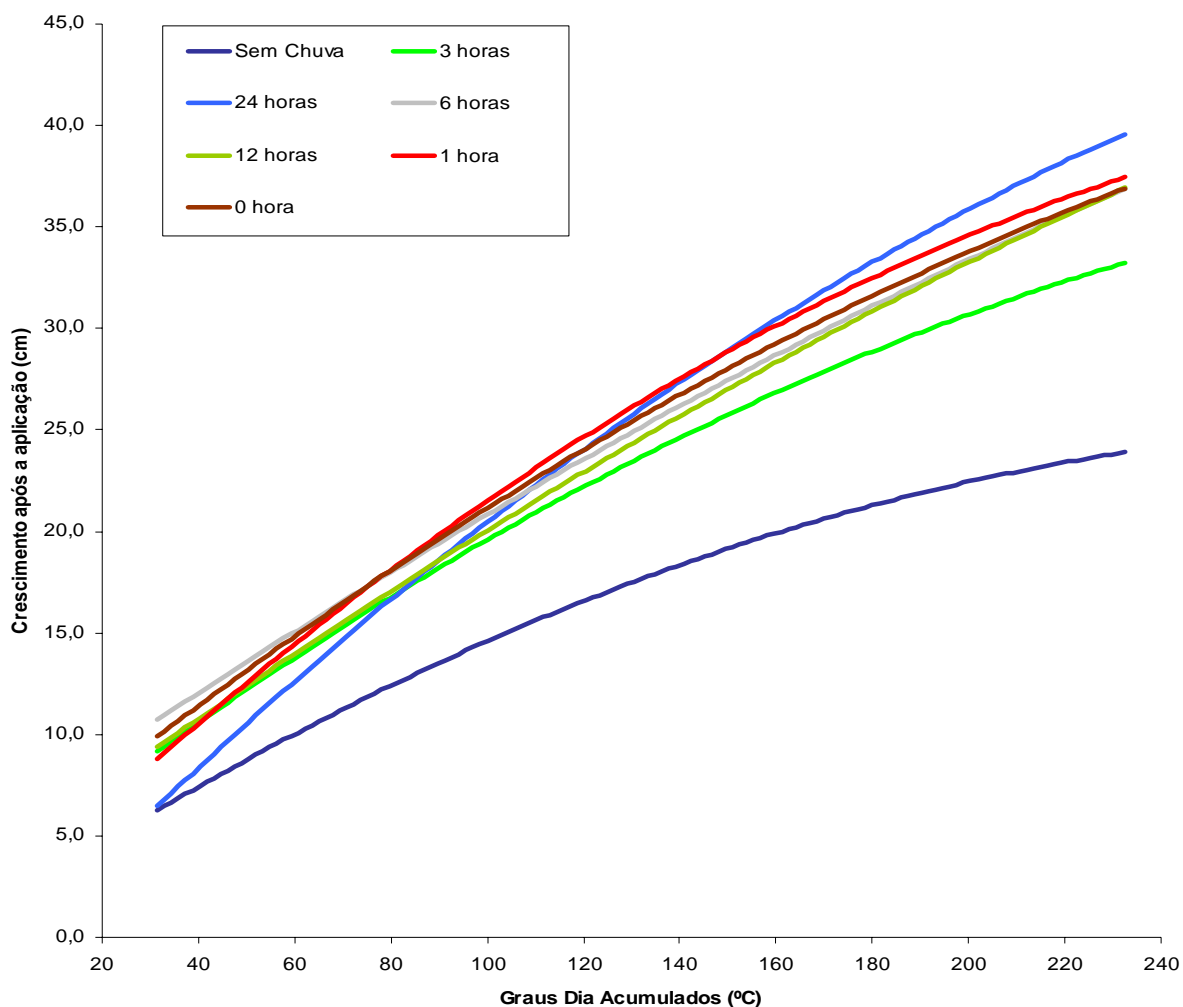


Figura 2: Crescimento de plantas de algodão nos diferentes tempos de aplicação de chuva após pulverização de cloreto de mepiquat na dose de  $15,0 \text{ g ha}^{-1}$  em função dos graus-dia acumulados.

Com a dose de  $22,5 \text{ g ha}^{-1}$ , a distribuição do crescimento final em função do tempo sem chuva foi mais evidente (Figura 3). Neste caso, nota-se claramente o efeito do tempo sem chuva, com a maior perda ocorrida com chuva 1 hora e menor perda observada com chuva 24 horas após a aplicação. A lavagem do produto pela chuva

proporcionou crescimento de 26 a 119% a mais que aquele observado nas plantas que não receberam a chuva.

Para as três doses é interessante notar que a chuva aplicada logo após a aplicação do regulador levou a resultados não esperados, sempre proporcionando crescimento menor que a chuva aplicada 1 hora após a aplicação do regulador.

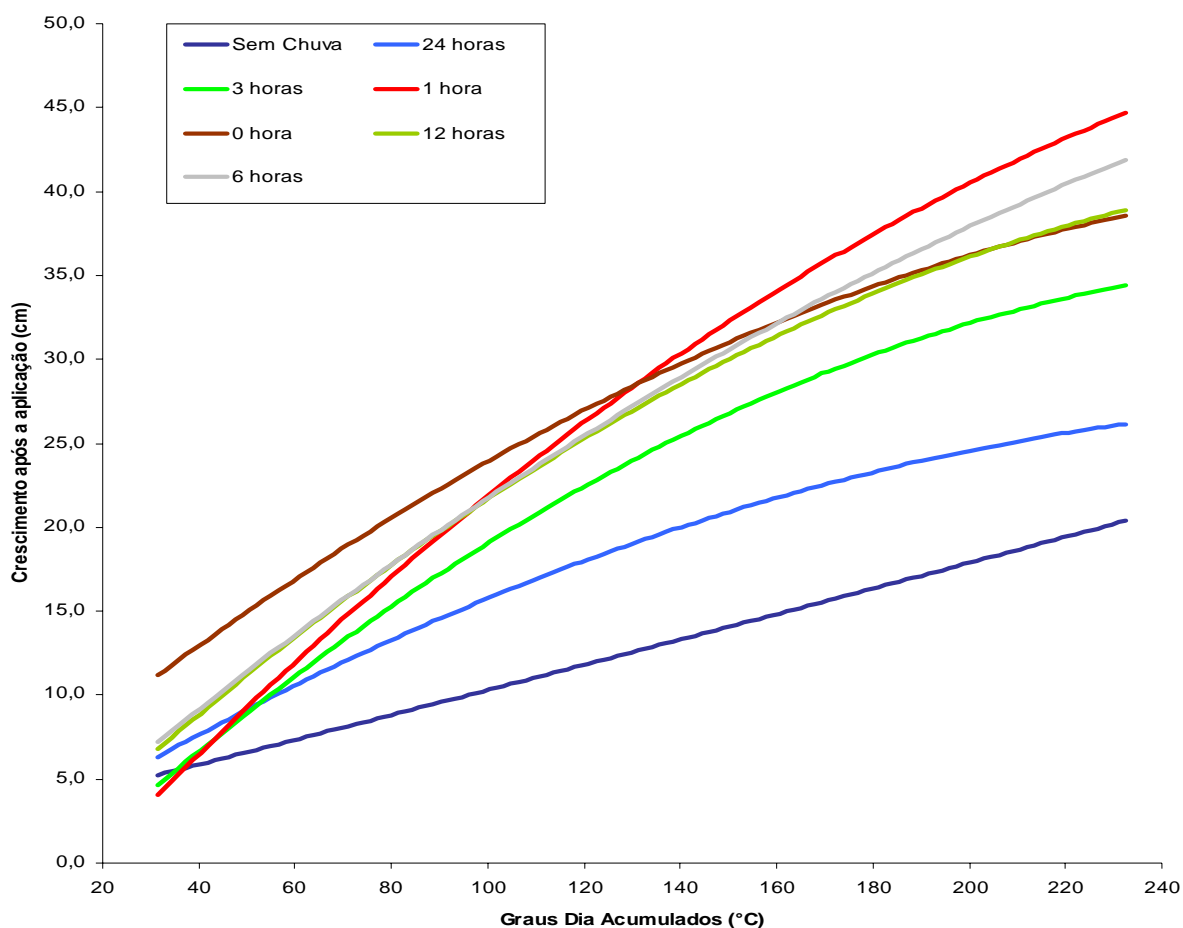


Figura 3: Crescimento de plantas de algodão nos diferentes tempos de aplicação de chuva após pulverização de cloreto de mepiquat na dose de  $22,5 \text{ g ha}^{-1}$  em função dos graus-dia acumulados.

Tabela 7: Equação ajustada aos dados de crescimento de plantas de algodão na dose de regulador de 7,5 g.i.a.ha<sup>-1</sup> em diferentes tempos de aplicação de chuva após a pulverização com o regulador, em função dos graus dias acumulados e os respectivos coeficientes de determinação (R), valores de F, que quando indicados com um asterisco são significativos a 5%.

Tratamento	Equação	R <sup>2</sup>	F	P
<i>Sem chuva</i>	$y = -0,0001x^2 + 0,1527x + 3,6218$	0,9939	492,1958	<0,0001
<i>0 Hora</i>	$y = -0,0003x^2 + 0,2079x + 2,9801$	0,9960	755,2586	<0,0001
<i>1 Hora</i>	$y = -0,0006x^2 + 0,4135x - 6,5072$	0,9795	143,1322	<0,0001
<i>3 horas</i>	$y = -0,0004x^2 + 0,2232x + 3,2063$	0,9992	3628,9304	<0,0001
<i>6 Horas</i>	$y = -0,0004x^2 + 0,1954x + 5,5056$	0,9969	967,1587	<0,0001
<i>12 Horas</i>	$y = -0,0002x^2 + 0,1866x + 4,4039$	0,9889	267,3343	<0,0001
<i>24 Horas</i>	$y = -0,0004x^2 + 0,27x - 0,6409$	0,9925	398,3390	<0,0001

Tabela 8: Equação ajustada aos dados de crescimento de plantas de algodão na dose de regulador de 15,0 g.i.a.ha<sup>-1</sup> em diferentes tempos de aplicação de chuva após a pulverização com o regulador, em função dos graus dias acumulados e os respectivos coeficientes de determinação (R), valores de F, que quando indicados com um asterisco são significativos a 5%.

Tratamento	Equação	R <sup>2</sup>	F	P
<i>Sem chuva</i>	$y = -0,0003x^2 + 0,1555x + 1,6035$	0,9747	115,6330	<0,0001
<i>0 Hora</i>	$y = -0,0002x^2 + 0,1936x + 4,0298$	0,9987	2391,1922	<0,0001
<i>1 Hora</i>	$y = -0,0003x^2 + 0,2286x + 1,9093$	0,9881	248,6321	<0,0001
<i>3 horas</i>	$y = -0,0002x^2 + 0,1842x + 3,6092$	0,9875	236,3325	<0,0001
<i>6 Horas</i>	$y = -0,0001x^2 + 0,1654x + 5,6174$	0,9922	382,7857	<0,0001
<i>12 Horas</i>	$y = -0,0001x^2 + 0,175x + 3,9879$	0,9935	456,8173	<0,0001
<i>24 Horas</i>	$y = -0,0003x^2 + 0,2439x - 0,9253$	0,9919	365,4456	<0,0001

Tabela 9: Equação ajustada aos dados de crescimento de plantas de algodão na dose de regulador de 22,5 g.i.a.ha<sup>-1</sup> em diferentes tempos de aplicação de chuva após a pulverização com o regulador, em função dos graus dias acumulados e os respectivos coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), valores de F, que quando indicados com um asterisco são significativos a 5%.

Tratamento	Equação	R <sup>2</sup>	F	P
<i>Sem chuva</i>	$y = -0,00001x^2 + 0,0724x + 2,9565$	0,9901	299,9879	<0,0001
<i>0 Hora</i>	$y = -0,0004x^2 + 0,2356x + 4,1194$	0,9981	1598,9375	<0,0001
<i>1 Hora</i>	$y = -0,0004x^2 + 0,3162x - 5,4505$	0,9721	104,6562	<0,0001
<i>3 horas</i>	$y = -0,0005x^2 + 0,2727x - 3,5094$	0,9834	177,4667	<0,0001
<i>6 Horas</i>	$y = -0,0003x^2 + 0,2514x - 0,4148$	0,9885	257,1225	<0,0001
<i>12 Horas</i>	$y = -0,0004x^2 + 0,2754x - 1,4793$	0,9897	287,2336	<0,0001
<i>24 Horas</i>	$y = -0,0003x^2 + 0,1767x + 1,0514$	0,9847	192,5541	<0,0001

Ao contrário do que se observa no campo, em vasos foi notado que as taxas de crescimento foram decrescentes com o tempo (Figuras 4 a 6). Isso provavelmente ocorreu em função da limitação de crescimento imposta pelo tamanho do vaso.

Pelos gráficos das taxas de crescimento apresentados, que foram calculados derivando-se a equação obtida em cada tratamento do crescimento das plantas, é possível observar que a diminuição da taxa de crescimento observada para todos os tratamentos, com o avanço dos estádios fenológicos da planta, deve-se em grande parte aos fotoassimilados serem transportados para uso no desenvolvimento dos órgãos reprodutivos, que são drenos altamente competitivos. As diferenças ocorridas entre os tratamentos é que se dá em função das doses e chuvas aplicadas.



Rosolem et al. (2003) também observaram taxas de crescimento decrescentes com o tempo, em experimento conduzido em vasos aproximadamente do mesmo tamanho que no presente trabalho. Entretanto, plantas que receberam a dose de  $12,5 \text{ g ha}^{-1}$  de ingrediente ativo apresentaram taxa máxima de crescimento da ordem de  $0,15 \text{ cm GD}^{-1}$ , enquanto que, no presente trabalho, as taxas máximas variaram de  $0,15$  a  $0,07 \text{ cm GD}^{-1}$  no caso de aplicação de  $22,5 \text{ g ha}^{-1}$ , refletindo assim, o efeito da maior dose. É importante lembrar que, neste caso, houve também prejuízo na área foliar desenvolvida (Tabela 2) e na massa de matéria seca produzida (Tabela 6).

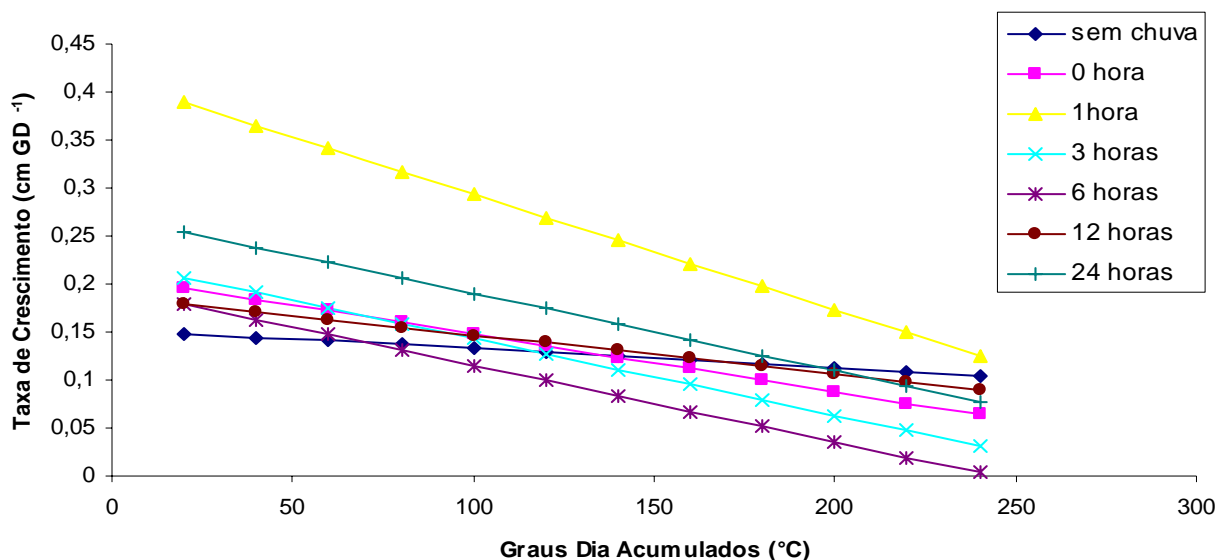


Figura 4: Taxa de Crescimento de plantas de algodão nos diferentes tempos de aplicação de chuva após pulverização de cloreto de mepiquat na dose de  $7,5 \text{ g ha}^{-1}$  em função dos graus-dia acumulados.

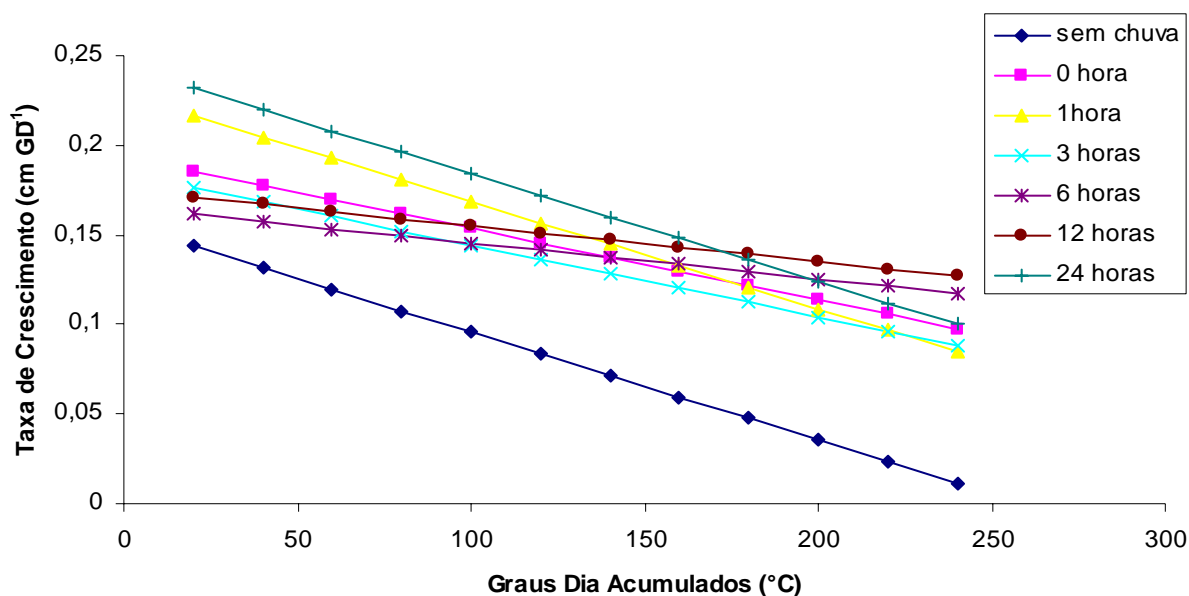


Figura 5: Taxa de Crescimento de plantas de algodão nos diferentes tempos de aplicação de chuva após pulverização de cloreto de mepiquat na dose de 15,0 g ha<sup>-1</sup> em função dos graus-dia acumulados.

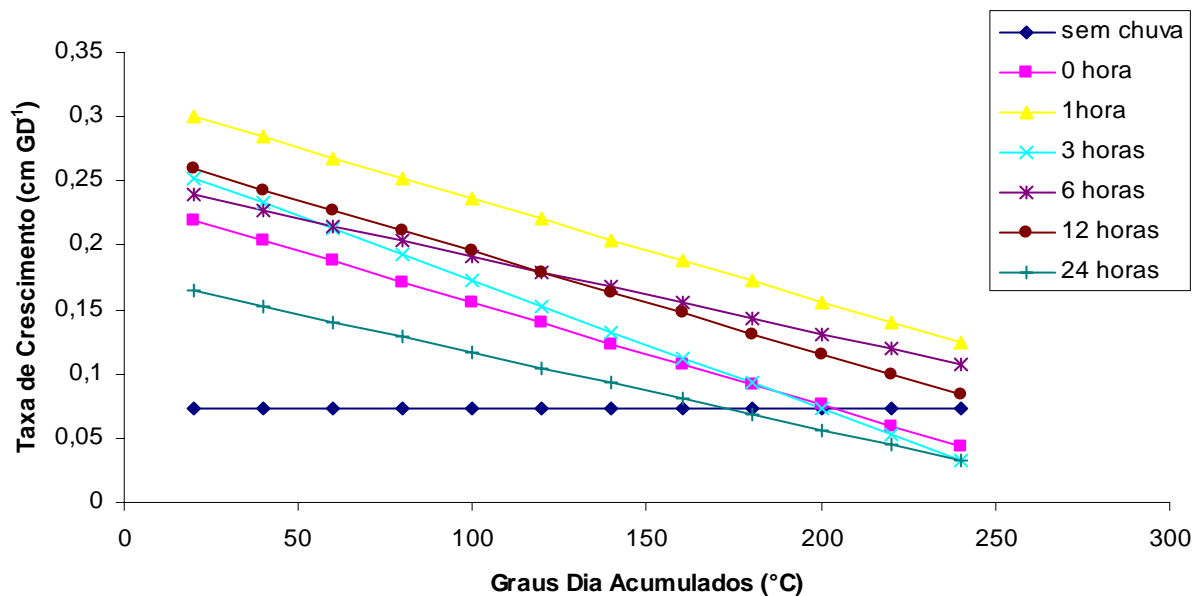


Figura 6: Taxa de Crescimento de plantas de algodão nos diferentes tempos de aplicação de chuva após pulverização de cloreto de mepiquat na dose de 22,5 g ha<sup>-1</sup> em função dos graus-dia acumulados.

Os resultados obtidos deste experimento concordam com os obtidos por Lamas (2000) que, com o aumento da dose de cloreto de mepiquat, verificou redução na altura de plantas. No ano agrícola de 93/94, as menores alturas de planta (cm) foram estimadas para as doses de 112, 91; 102,12; 98,48 e 105,00 g.ha<sup>-1</sup> de cloreto de mepiquat aos 77, 91 e 105 DAE. Em 94/95 para as doses de 86,2 e 78,3 g.ha<sup>-1</sup> de cloreto de mepiquat aos 86 e 106 DAE. No ano agrícola de 93/94, a altura final decresceu de forma quadrática com o aumento da dose de cloreto de mepiquat. Os resultados obtidos mostram que o cloreto de mepiquat reduz o crescimento das plantas, o que foi verificado em todos os períodos avaliados. Os resultados obtidos neste experimento corroboram os obtidos por Barbosa & Castro (1983), Cia et al. (1984), Stuart et al. (1984), Laca-Buendia (1989), Reddy et al. (1992), Wallace et al. (1993) e Carvalho et al. (1994); e são diferentes dos obtidos por Cruz et al. (1982), que concluíram não haver diferenças significativas entre quatro doses de cloreto de mepiquat sobre a altura de plantas.

Os resultados ainda estão de acordo com o observado por Cia et al. (1996), que estudaram o efeito da densidade de semeadura associada ao uso de regulador de crescimento na cultura do algodoeiro em três locais diferentes. Os autores verificaram nos três locais, diminuição na altura das plantas com o uso do regulador a base de cloreto de clorocolina, equivalente a 15,2; 18,2; e 9,8%, respectivamente, para os três locais. Tais dados estão de acordo com York (1983b), que obteve decréscimos de 13 e 21%, com cloreto de mepiquat. Cia et al. (1996) observaram ainda que nos grupos de menor altura, não houve efeito significativo das densidades de plantio na altura das plantas. Entretanto, a análise conjunta mostrou, para ambos os grupos, que o CCC provocou decréscimo significativo na altura, independentemente da densidade de plantio. O decréscimo da altura, na média das

plantas acima de 140 cm, foi de 25% com a aplicação do regulador, enquanto o decréscimo foi menor (9%) nas plantas de menor altura (<140 cm). Isso mostra que, quanto maior o porte da planta, maior a probabilidade de o regulador apresentar resultados positivos.

### 6.5. Reaplicação do regulador lavado pela chuva.

A reposição para a dose de regulador de  $7,5 \text{ g ha}^{-1}$  do ingrediente ativo não foi calculada devido a esta dose, como já citado anteriormente, não ter repercutido em efeitos tão pronunciados nos parâmetros de crescimento quando comparada com as demais doses estudadas ( $15$  e  $22,5 \text{ g ha}^{-1}$ ), sendo impossível o ajuste de equações confiáveis.

Quando empregada a dose de  $15,0 \text{ g ha}^{-1}$ , correspondente a  $300 \text{ ml ha}^{-1}$  do produto comercial a lavagem do produto em função do tempo seguiu modelo exponencial (Figura 7), de modo que as chuvas ocorridas logo após a aplicação tiveram efeito muito maior, como seria esperado.

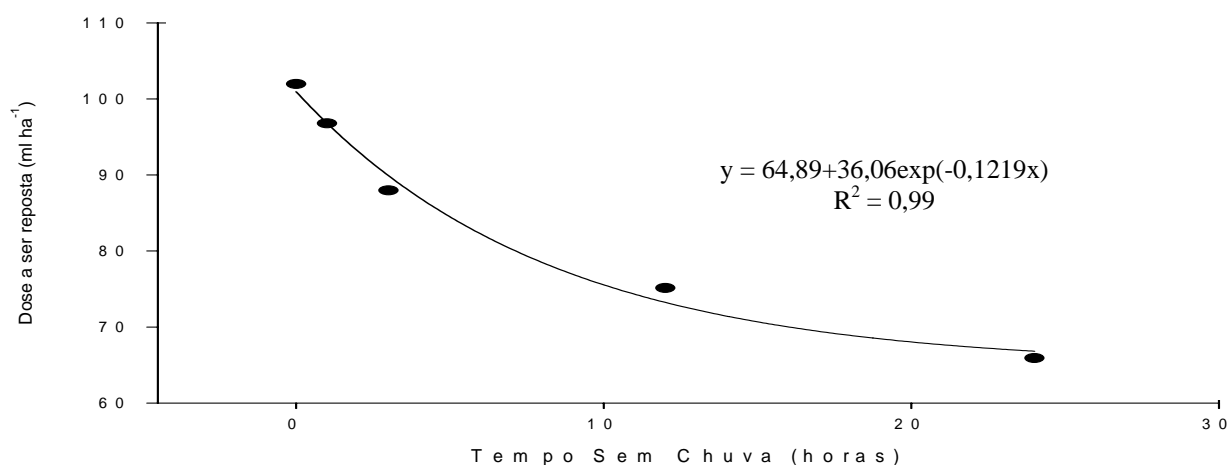


Figura 7. Estimativa da reposição de doses de cloreto de mepiquat em função do tempo para ocorrência de chuva após a sua aplicação na dose aplicada de  $15,0 \text{ g ha}^{-1}$ .

Quando foram aplicadas  $22,5 \text{ g ha}^{-1}$  ( $450 \text{ ml ha}^{-1}$  do produto comercial), o modelo também foi exponencial (Figura 8). Entretanto a perda do produto com as primeiras chuvas foi proporcionalmente maior que com a dose de  $15 \text{ g ha}^{-1}$ .

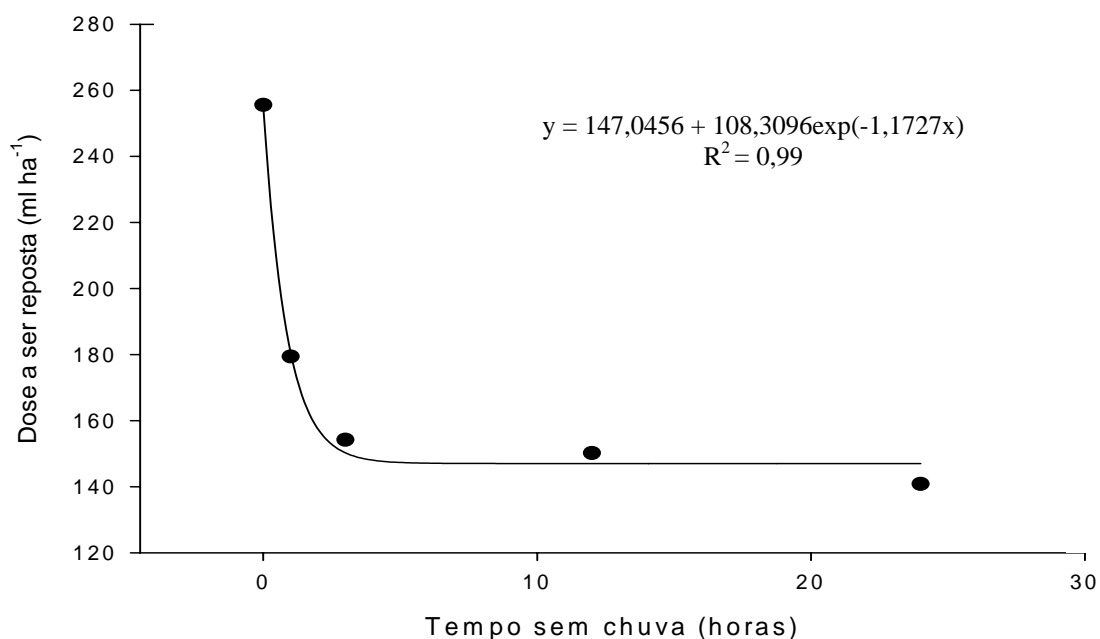


Figura 8. Estimativa de reposição de doses de cloreto de mepiquat em função do tempo para ocorrência de chuva após a sua aplicação na dose aplicada de  $22,5 \text{ g ha}^{-1}$ .

Estes resultados são comparáveis àqueles obtidos por Rosolem et al. (2003), que utilizaram a dose de  $250 \text{ ml ha}^{-1}$  de produto com  $50 \text{ g L}^{-1}$  de i.a. Com chuvas após 24 horas, os autores determinaram que seria necessária a reposição de 32% da dose aplicada. A dose de  $12,5 \text{ g ha}^{-1}$  empregada pelos autores foi próxima à de  $15,0 \text{ g ha}^{-1}$  do presente trabalho, mas com chuvas após 24 horas, a proporção a ser repostada ficou próxima àquela obtida no presente trabalho com  $22,5 \text{ g ha}^{-1}$  (Tabela 10). A maior diferença entre os experimentos está na temperatura observada durante o teste, com acúmulo médio de 13,8 GD por dia no caso de Rosolem et al. (2003) e 9,3 GD por dia no presente experimento, quando

utilizou também a mesma cultivar. É sabido que a temperatura tem grande influência na ação do regulador (Hodges et al. 1991, Reddy et al. 1990), o que pode explicar as variações observadas.

Rosolem et al. (2003) ainda constataram que com o aumento do tempo para a aplicação da chuva, houve diminuição do crescimento das plantas, isto é, o tratamento em que a chuva foi simulada logo após a aplicação do produto (0 hora), apresentou um crescimento final maior do que para os demais tempos. Tal comportamento também pôde ser observado no presente experimento, principalmente para a maior dose de regulador aplicada ( $22,5 \text{ g ha}^{-1}$ ). Segundo os autores, isso pode ser atribuído a maior lavagem do produto nos tratamentos em que a chuva foi simulada próxima a pulverização do regulador, não havendo tempo suficiente para absorção do mesmo.

Tabela 10: Reposição do produto em função do tempo transcorrido sem chuva e das doses aplicadas que apresentaram maior significância nos parâmetros de crescimento.

<i>Tempo Sem Chuva</i>	<i>Dose a ser reposta</i>	
	$15 \text{ g.ha}^{-1}$	$22,5 \text{ g ha}^{-1}$
-----horas-----	-----%-----	
0	34	57
1	32	40
2	31	35
12	24	33

Nas Figuras 7 e 8 e na tabela 10 observa-se que, em função do modelo ajustado sempre haveria necessidade de reposição de parte do produto aplicado, o que não deve ocorrer, uma vez que os modelos tendem a uma constante maior que zero.. Isso se deve ao método de cálculo empregado e ao tipo de experimento, em vasos. Ao contrário do que se observa no campo, em vasos foi notado que as taxas de crescimento foram decrescentes com o

tempo (Figuras 4 a 6). Isso provavelmente ocorreu em função da limitação de crescimento imposta pelo tamanho do vaso. Assim, os dados perdem confiabilidade quando, na curva de crescimento, se passa da fase linear para o platô, o que ocorreu, no presente experimento, a partir de 180 a 200 GD (Figuras 1 a 3).

Nota-se na Tabela 10 que as perdas são proporcionalmente maiores com a maior dose, o que leva à inferência de que concentrações mais elevadas de regulador podem levar mais tempo para serem totalmente absorvidas. Sendo assim, chuvas ocorridas em tempos mais próximos a aplicação do regulador terão um efeito bem mais pronunciado em relação às doses menores. Tais resultados estão de acordo com o observado por Rosolem et al. (2003), que estudaram o efeito de diferentes lâminas de chuva em uma dose do regulador de  $12,5 \text{ g ha}^{-1}$  e mostram o mesmo comportamento obtido no presente experimento para as doses de  $22,5$  e  $15,0 \text{ g ha}^{-1}$ .

É possível ainda se observar uma tendência de equivalência das porcentagens de reposição para ambas as doses, mostrando assim que, quanto maior o tempo transcorrido para ocorrência de chuva após a pulverização do regulador para uma maior dose, menor será o efeito de lavagem e, portanto, menor quantidade do regulador necessitará ser repostas.

Tomando-se os resultados de Rosolem et al. (2003) e os do presente trabalho, é possível inferir que a reposição do produto será maior quanto maior a dose, quanto mais próxima da aplicação ocorrer chuva e quanto maior a temperatura observada no período.

## 6.6. Estimativa de doses a serem aplicadas

Na Figura 9 encontram-se os resultados obtidos no presente experimento. Pode ser observado que houve redução da taxa de crescimento das plantas com concentrações crescentes do produto nas plantas de algodão, com resposta linear.

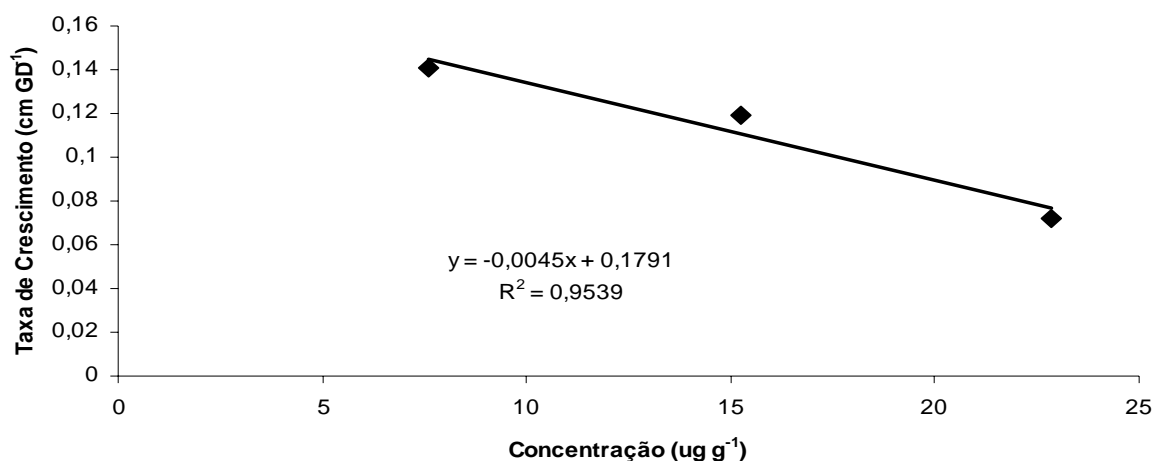


Figura 9: Relação entre a taxa de crescimento e a concentração de regulador a base de cloreto de mepiquat (PIX) na matéria seca das plantas de algodão.

Tais resultados concordam com os obtidos por Reddy et al. (1996) e diferem dos obtidos pelo modelo calculado por Landivar (s/d), que diz que a concentração de produto nas plantas de algodão influencia o crescimento destas até um determinado ponto (10 a  $15 \text{ mg L}^{-1} \text{ planta}^{-1}$ ), sendo que, a partir deste ponto, pode-se aumentar a dose de regulador que esta não repercutirá na regulação da altura das plantas que se mantém em um mesmo patamar mesmo com o aumento da concentração de produto nas plantas. Esta diferença de resultados indica que, provavelmente em função de variedades e climas diferentes, o modelo desenvolvido por Landivar (s/d) não se adequa às condições brasileiras.



Como era esperado, a altura das plantas sem regulador está muito relacionada à massa de matéria seca (Figura 10).

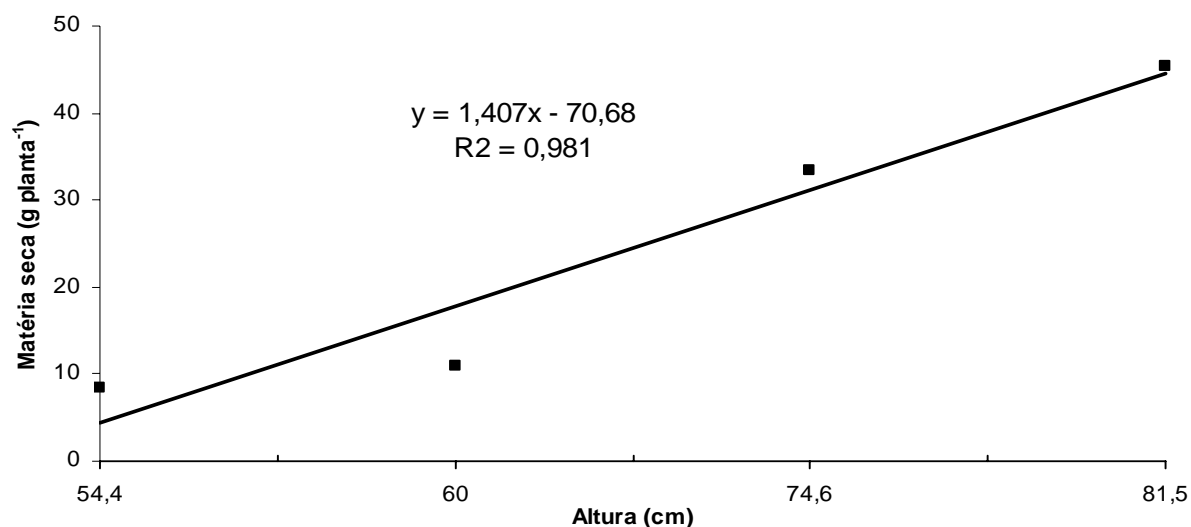


Figura 10: Relação entre altura e matéria seca de plantas de algodão em 4 momentos distintos espaçados de 6 dias no tratamento que não recebeu regulador a base de cloreto de mepiquat (dose 0).

Relacionando-se os resultados de crescimento das plantas em função da concentração e a relação entre a altura e produção de matéria seca, construiu-se a tabela 11.

Tabela 11: Cálculo da dose de regulador a base de cloreto de mepiquat (PIX) a ser aplicada em função do crescimento diário das plantas de algodão, tendo como base a altura inicial.

Altura	Condição de Crescimento		
	Normal	Favorável	Muito favorável
-----cm-----	-----g ha <sup>-1</sup> -----		
60	8	15	22
70	16	30	44
80	24	45	66
90	33	60	89
100	41	76	111

É possível observar através dos valores da tabela 11 que para que as plantas de algodão tenham um crescimento diário de  $1,5 \text{ cm dia}^{-1}$ , que é o valor que proporcionará às plantas um crescimento satisfatório para que esta adquira altura e número de nós que possibilitem uma melhor produção, em condições normais de crescimento, são necessárias doses que vão de 8 a  $41 \text{ g ha}^{-1}$  do ingrediente ativo. Sendo assim, no caso do presente experimento, que utilizou dose máxima de  $22,5 \text{ g ha}^{-1}$ , foram obtidas plantas de cerca de no máximo 80 cm de altura. Para que ocorra uma ação do regulador de forma a proporcionar um crescimento ainda menor das plantas ( $1,25$  e  $1,00 \text{ m dia}^{-1}$ ), ou evitar crescimento excessivo em ambientes muito favoráveis, são necessárias doses ainda mais elevadas, que chegam a  $111 \text{ g ha}^{-1}$  do ingrediente ativo. Foi possível assim, ajustar um modelo matemático que calcula a dose de regulador que deverá ser aplicada em função do crescimento que a planta de algodão poderá ter. Landivar (s/d), afirmou que a concentração de 10 a  $15 \text{ mg L}^{-1}$  do produto é suficiente para controlar o crescimento das plantas. Afirmou ainda que a partir de  $20 \text{ mg L}^{-1}$ , o aumento da concentração de regulador nas plantas de algodão não repercutiu em regulação do crescimento. O presente trabalho mostrou que, se houver um aumento da concentração de produto na planta em condições favoráveis ou muito favoráveis ao crescimento, o produto ainda exercerá sua ação de forma a controlar o crescimento excessivo das plantas em tais condições e evitar seu crescimento excessivo até concentrações da ordem de  $25 \text{ ug g}^{-1}$  (Figura 9). Tal comportamento então, seria variável em função das condições de crescimento as quais as plantas estiverem sendo submetidas e que, em condições favoráveis ou muito favoráveis, as plantas responderão a maiores concentrações de produto. Em condições muito favoráveis, seria necessário então, um aumento da dose para que possa se obter a desejada regulação do crescimento das plantas.

Estes resultados obtidos no presente experimento são compatíveis com observações de campo nas regiões algodoeiras brasileiras onde se observa que, em muitos casos, são requeridas altas doses de regulador, maiores que aquelas preconizadas por Landivar (s/d).

## 7. CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos no presente trabalho, pode-se concluir que:

Chuvas ocorridas de 20 mm de intensidade em momentos mais próximos a aplicação do regulador são capazes de lavar o produto das folhas do algodoeiro, comprometendo sua ação e sendo necessária a reaplicação de parte deste produto para que este possa expressar sua ação de melhor maneira nas plantas e exercer sua função.

Chuvas ocorridas até 24 horas após a aplicação do cloreto de mepiquat ainda causam prejuízo na ação do produto no crescimento do algodoeiro.

A lavagem do produto das folhas por chuvas ocorridas até 12 horas após a aplicação provocam perdas relativamente maiores quanto maior for a dose aplicada.

Conhecendo-se a altura atual das plantas, é possível calcular a dose de regulador a ser aplicada.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATHAIDE, M.L.F. Efeito do CCC no algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). Piracicaba, 1978. 51p. **Dissertação** (Mestrado em Energia na Agricultura) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

ATHAYDE, M.L.F. Efeitos de N e de cloreto de clorocolina (CCC) no metabolismo nitrogenado e em algumas características do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). Piracicaba, 1980. 94p. **Tese** (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

ATHAYDE, M.L.F. et al. Efeito do volume de calda e doses de CCC aplicados em algodoeiro na fase inicial e média de florescimento. **Reunião Nacional do Algodão**, 5, 1988, Campina Grande. Resumos. Campina Grande: EMBRAPA – CNPA, 1988. P.78.

ATHAYDE, M.L.F. e LAMAS, F.M. Aplicação seqüencial de cloreto de mepiquat em algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.3, p.169-375, março 1999.

BARBOSA, F.M., efeito de reguladores vegetais em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). Piracicaba, 1983, 97p. **Dissertação** (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

BARBOSA, L.M., CASTRO, P.R.C. Comparação entre diferentes concentrações e épocas de aplicação de cloreto de mepiquat, cloreto de clorocolina e ethephon em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) cv. IAC 17. **Planta Daninha**, Campinas, v.6, n.1, p.1-10, 1983a.

BARBOSA, L.M., CASTRO, P.R.C. Desenvolvimento e produtividade de algodoeiros sob efeito de reguladores vegetais. **Anais**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, v.40, n.1, p.33-86, 1983b.

BELTRÃO, N.E.M., AZEVEDO, D.M.P. Defasagem entre as produtividades real e potencial do algodoeiro herbáceo: Limitações morfológicas, fisiológicas e ambientais. Campina Grande: **EMBRAPA-CNPA**, 1993. 108P.

SILVA, N.M. et al. Efeitos da adubação nitrogenada e de regulador de crescimento na cultura do algodoeiro. In: Reunião Nacional do Algodão, 7, 1993, Cuiabá. **Resumos**. Cuiabá: EMPAER-MT/EMBRAPA-CNPA, 1993. P.215.

CARVALHO, L.H.; CHIAVEGATO, E.J.; CIA, E.; KONDO, J.I.; SABINO, J.C.; PETTINELLI JUNIOR, A.; BORTOLETO, N.; GALLO, P.B. Fitorreguladores de crescimento e capação na cultura algodoeira. **Bragantia**, Campinas, v.53, n.2, p.247-254, 1994.

CARVALHO, L.H. et al. Efeito de regulador de crescimento em variedades de algodoeiro com diferentes portes e ciclos produtivos. **Reunião Nacional do Algodão**, 4, 1986, Belém. Resumos. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1986. p 55.

CATHEY, G.W., MEREDITH Jr., W.R. Cotton response to planting date and mepiquat chloride. **Agronomy Journal**, Madison, v.80, n.3, p.463-6, 1988.

CIA, E, CARVALHO, L.H.; KONDO, J.I.; FUZZATO, M.G.; BORTOLETTO, N.; GALLO, P.B.; CRUZ, L.S.P.; SABINO, N.P.; PETTINELLI JUNIOR, A.; MARTINS, A.L.M.; SILVEIRA, J.C.D.. Efeito do cloreto de clorocolina e cloreto de mepiquat na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Planta Daninha**. Campinas, v.2, n.7, p.23-36, 1984.

CIA, E, ALLEONI, L.R.F., FERRAZ, C.A.M., FUZZATO, M.G., KONDO, J.I., CARVALHO, L.H., CHIAVEGATO, E.J., SABINO, N.P. Densidade de plantio associada ao uso de regulador de crescimento na cultura do algodoeiro. **Bragantia**, v.55(2), p.309-316, 1996.

COTHREN, J.T. "PIX" A cotton growth regulant. **Arkansas Farm**. Res. Fayetteville, v 28, n.4, p.5, 1979.

COTHREN, J.T., OOSTERHUIS, D.M. Physiological impact of plant growth regulators in cotton. **Beltwide Cotton Production Research Conferences**, 1993, Dallas, Texas. Proceedings... Memphis: National Cotton Council, 1993. P. 128-32.

CRUZ, L.S.P., SABINO, N.P., TOLEDO, N.M.P. Efeitos do cloreto de mepiquat empregado como fitorregulador sobre o algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.). **Planta Daninha**, campinas, v.5, n.1, p.15-22, 1982.

- FERNANDEZ, C.J., COTHREN, J.T., McINNES, K.J. Partitioning of biomass in well-watered and water-stressed cotton plants treated with mepiquat chloride. **Crop Science.**, Madison, v.31, n.5, p.1224-8, 1991.
- FERNANDEZ, C.J. Carbon and water economies of well-watered and water deficient cotton plants treated with mepiquat chloride. **Crop Science.**, Madison, v.32, n.1, p.175-80, 1992.
- GRIDI-PAPP, I.L. et al. **Manual do produtor de algodão.** São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros, 1992. 158p.
- HEITHOLD, J.J., MEREDITH Jr., W.R., WILLIFORD, R. Comparison of cotton genotypes varying in canopy characteristics in 76-cm vs. 102-cm rows. **Crop Science.**, Madison, v.36, n.4, p.955-60, 1996.
- HODGES, H.F., REDDY, V.R., REDDY, K.R. Mepiquat chloride and temperature effects on photosynthesis and respiration of fruiting cotton. **Crop Science.**, Madison, v.31, n.5, p.1301-8, 1991.
- KERBY, T.A., HAKE, K., KEELEY, M. Cotton fruiting modification with mepiquat chloride. **Agronomy Journal.**, Madison, v.78, n.5, p.907-12, 1986.
- LACA-BUENDIA, J.P. Efeito de doses de regulador de crescimento no algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.1, n.1, p.109-13, 1989.
- LAMAS F.M. Interação entre doses de cloreto de mepiquat, thidiazurom e ethephon, aplicados na cultura do algodoeiro. Ponta porá – MS. Jaboticabal, 1998. 192 p. **Tese** (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Campus de Jaboticabal Universidade Estadual Paulista.
- LAMAS F.M. Reações do algodoeiro CNPA\_ITA 90 ao cloreto de mepiquat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.3. p.507-516, mar. 2000.
- LANDIVAR, A.J. Plant map analysis Program for Cotton (PMAP) 7.0, Texas A7M **University. Agricultural Research & Extension** Ctr. Corpus Christi. 17p, s.d.
- MALIK, M.N., SHABAB, V.D., MAKHDIEM, M.I. accelerated cotton boll dehiscence with thidiazuron. **Tropical Agriculture**, St Augustine, v.68, n.2, p.149-150, 1991.
- MARUR, C.J., BALDISSERA, S.C. Estresse hídrico em algodoeiro tratado com regulador de crescimento. In: **Reunião Nacional do Algodão**, 8, 1995, Londrina. Resumos. Londrina: IAPAR, 1995, p.46
- MAUNEY, J.R. Vegetative growth and development of fruiting rites. **Cotton physiology.** Memphis: The cotton Foundation, 1986, p.11-28.

- MEREDITH Jr., W.R., WELLS, R. Potential for increasing cotton yields through enhanced partitioning to reproductive structures. **Crop Science**, Madison, v.29, n.3, p.636-9, 1989.
- McCONNEL, J.S. et al. Response of cotton to nitrogen fertilization and early multiple applications of mepiquat chloride. **Journal of Plant Nutrition**, Monticello, v.15, n.4, p.457-68, 1992.
- REDDY, V.R., BAKER, D.N., HODGES, H.F. Temperature and mepiquat chloride on cotton canopy architecture. **Agronomy Journal**, Madison, v.82, n.2, p.190-5, 1990.
- REDDY, V.R., TRENT, A., ACOCK, B. Mepiquat chloride and irrigation versus cotton growth and development. **Agronomy Journal**, Madison, v.84, n.6, p.930-3, 1992.
- REDDY, K.R. et al. Developing and validating a model for a plant growth regulator. **Agronomy Journal**, Madison, v.87, n.6, p.1100-5, 1995.
- REDDY A.R., REDDY K.R., HODGES H.F. Mepiquat Chloride (PIX) induced changes in photosynthesis and growth of cotton. **Plant Growth Regulation** 20: p.179-183, 1996.
- RIOS, P.C., MARTINEZ, R.P. Efecto del cloruro de mepiquat sobre la planta de algodónero, *Gossypium hirsutum* L. **Agric. Téc. Méx.**, México, v.9, n.1, p. 35-44, 1983.
- ROSOLEM, C.A., MATEUS, G.P., LIMA, E.V. Perdas de cloreto de mepiquat em algodoeiro em função da aplicação de chuva simulada. **Anais do IV Congresso Brasileiro de Algodão**. Goiania, 2003
- SILVA, R.J.M., et al. Observações preliminares do comportamento do cloreto de mepiquat em algodoeiro herbáceo no estado de Goiás. **Comunicado Técnico-Científico**. Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária. Ano 2, março/1981, nº5.
- SOARES, J.J. Fitorreguladores e remoção da gema apical no desenvolvimento do algodoeiro. **Scientia Agrícola**, v.56, n.3, p.627-630, jul./set., 1999.
- STUART, B.L. et al. Modification of cotton relations and growth with mepiquat chloride. **Agronomy Journal**, Madison, v.76, n.4, p.651-5, 1984.
- TAIZ, L., ZEIGER, E. Gibelilin synthesis and hormones. In: Taiz L. Zeiger, E. **Plant Physiology**. Red wood city: The Benjamim/Cummings Publishing Company, Inc., 1991. p. 473-89.
- THONSON, W.T. Agricultura chemical: miscellaneans agricultural chemical. Fresno: **Thonson Publications**, 1995. p.51 – 4, 102 – 3.
- Urwiler & Oosterhuis. The effect of the growth regulators PIX and IBA on cotton root growth. **Arkansas Farm Research**. Arkansas Agricultural Experiment Station (USA) Nov-Dec 1986, v.35 (6) p.5.



XU, X., TAYLOR, H.M. Increases in drought resistance of cotton seedlings treated with mepiquat chloride. **Agronomy Journal** Madison, v.84, n.4, p.569 – 74, 1992.

YAMAOKA, R.S. et al. Estudo da época e parcelamento de aplicação de fitohormônio em diferentes populações de plantas. **Reunião Nacional do Algodão**, 2, 1982, Salvador. Resumos... Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1982. P.110.

YORK, A.C. Cotton cultivar response to mepiquat chloride. **Agronomy Journal**, Madison, v.75, n.4, p.663-7, 1983a.

WALLACE, T.P.; SNIPES, C.E.; WHITE, B.W. Effects of single-multiple applications of mepiquat chloride on Mississip cotton. **Research Reports-Mississippi** Agricultural Forestry Experiment Station, Mississip, v.18, n.5, p.5, 1993.

ZUMMO, G.R., BENEDICT, J.H., SEGERS, J.C. Effects of the plant growth regulator mepiquat chloride on host plant resistance in cotton to bollworm (Lepidoptera:Noctuidae). **Journal of. Economy and Entomology.**, Lanhan, v.4, n.77, p.922-4, 1984.

## **9. ANEXOS**



Foto da aplicação de chuva simulada logo após a aplicação do regulador na dose de  $22,5 \text{ g ha}^{-1}$ .



Detalhe dos pingos de chuva simulada atingindo as folhas das plantas de algodão logo após a aplicação da dose de  $22,5 \text{ g ha}^{-1}$  do regulador.



Folhas do algodoeiro lavadas pela chuva simulada