

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO  
HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum* L.var. *latifolium* Hutch) EM FUNÇÃO DA  
APLICAÇÃO DE REGULADOR DE CRESCIMENTO E ESTRESSE HÍDRICO**

**Luís Henrique Marani Daruichi Machado**

Ilha Solteira – SP  
Julho, 2016



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
Câmpus de Ilha Solteira

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO  
HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum* L.var. *latifolium* Hutch) EM FUNÇÃO DA  
APLICAÇÃO DE REGULADOR DE CRESCIMENTO E ESTRESSE HÍDRICO**

**Luís Henrique Marani Daruichi Machado**

**Orientador: Prof. Dr. Enes Furlani Junior**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Ilha Solteira – SP  
Julho, 2016

## **DEDICO**

Aos meus pais Eduardo Ferreira Machado e Erica Regina Marani Daruichi Machado, minhas irmãs Alice Beatrix e Kauana Daruichi, meu cunhado Elton Alvarenga, minha sobrinha Maria Flor e meu avô Gaze Daruichi Nassan, que sempre me apoiaram e me fizeram erguer a cabeça e olhar para frente.

À minha avó **Maria Marani Daruichi** †, que sempre fez o melhor por mim.

## **OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por ter me ajudado até aqui.

A PETROBRAS pela bolsa concedida.

Ao meu orientador professor Dr. Enes Furlani Junior pelas orientações, amizade e ensinamentos durante o trabalho realizado.

Aos amigos e amigas que ganhei nessa jornada, Cintia Lionela, Jaquelyne, Juliana Prado Gusson, Maira Rodrigues e Rodrigo Paixão por tudo que passamos juntos.

Ao meu amigo e irmão Kaio Pereira Arantes

Ao senhor Moisés Augusto da Paixão e dona Luci Dalva Pereira Paixão pelos conselhos sábios e pela paciência que tiveram.

E em especial a minha namorada, companheira e amiga Amanda Paixão pela a sua ajuda e pela sua paciência nas horas difíceis.

A todos os professores do curso de Ciências Biológicas da UNESP/ Ilha Solteira, pelos ensinamentos e contribuição na minha carreira acadêmica.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>GENÓTIPOS.....</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIÇÃO DOS PARÂMETROS AVALIADOS .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1</b>	<b>CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS.....</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1</b>	<b>Ano agrícola 2014/2015.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Altura de plantas.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Diâmetro do caule.....</b>	<b>17</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Número de nós do caule.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1.4</b>	<b>Número de ramos reprodutivos.....</b>	<b>21</b>
<b>4.1.5</b>	<b>Estruturas reprodutivas.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1.6</b>	<b>Área Foliar, massa fresca e seca da parte aérea e sistema radicular.....</b>	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>30</b>

## LISTA DE TABELAS E FIGURAS

- Tabela 1-** Características químicas iniciais do solo utilizado no experimento, 0,0-0,20m, proveniente da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP (FEPE), localizada no município de Selviria – MS, 2013.....11
- Figura 1-** Medidas de área foliar de genótipos de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.var.*latifolium* Hutch) em função de doses crescentes de cloreto de mepiquat, através do medidor portátil ADC-AM100.....14
- Tabela 2-** Altura (cm) de plantas em diferentes épocas de avaliação (DAE), em função de doses de CM e níveis de água no solo. Ilha Solteira, ano agrícola 2013.....15
- Tabela 2.1-** Desdobramento da interação doses de CM x genótipos referentes à altura de plantas aos 65 DAE, Ilha Solteira-SP, 2014.....17
- Tabela 2.2-** Desdobramento da interação doses de CM x genótipos referentes à altura de plantas aos 95 DAE, Ilha Solteira-SP, 2014.....17
- Tabela 3-** Diâmetro (mm) de plantas em diferentes épocas de avaliação (DAE), em função de doses de CM e níveis de água no solo. Ilha Solteira, ano agrícola 2013.....18
- Tabela 4-** Número de nós de plantas em diferentes épocas de avaliação (DAE), em função de doses de CM e níveis de água no solo. Ilha Solteira, ano agrícola 2013.....20
- Tabela 4.1-** Desdobramento da interação doses de CM x condição referentes ao número de nós de plantas aos 80 DAE, Ilha Solteira-SP, 2014.....20
- Tabela 5-** Número de ramos reprodutivos em diferentes épocas de avaliação (DAE), em função de doses de CM e níveis de água no solo. Ilha Solteira, ano agrícola 2013.....21
- Tabela 5.1-** Desdobramento da interação doses de CM x condição referente ao número de ramos reprodutivos de plantas aos 80 DAE, Ilha Solteira-SP, 2014/2015.....23
- Tabela 5.2-** Desdobramento da interação doses de CM x genótipos referentes ao número de ramos reprodutivos de plantas aos 80 DAE, Ilha Solteira-SP, 2014/2015.....23
- Tabela 5.3-** Desdobramento da interação condição x genótipos referentes ao número de ramos reprodutivos de plantas aos 80 DAE, Ilha Solteira-SP, 2014/2015.....23
- Tabela 6-** Numero de estruturas reprodutivas (Botões florais, flores e maçãs) em diferentes épocas de avaliação (DAE), em função de doses crescentes de regulador de crescimento, Ilha Solteira-SP, 2014/2015.....24
- Tabela 7-** Área foliar: AF (cm<sup>2</sup>), Massa fresca foliar: MFF: (g), Massa fresca caule, raiz pecíolo: MF-C+R+P (g), Massa fresca total caule, raiz, pecíolo e folha: MFT-C+R+P+F (g) e massa seca total: MST (g), após a aplicação de doses crescentes de regulador de crescimento aos 95 DAE, em genótipos FMT 701 e Fibermax 966, em função de doses de CM e níveis de água no solo. Ilha Solteira, ano agrícola 2014/2015.....27

**Tabela 7.1-** Desdobramento da interação doses de CM x condição referente a MS (C+R+P), Ilha Solteira -SP, 2014/2015.....28

**Tabela 7.2-** Desdobramento da interação condição x genótipos referentes a MS (C+R+P), Ilha Solteira-SP, 2014/2015..... 29

## RESUMO

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch), pertencente à família Malvaceae, é uma planta de crescimento indeterminado, ou seja, continua o crescimento emitindo sucessivas gemas terminais, a não ser que seja interrompido por fatores externos ou internos. Dentre as técnicas culturais utilizadas na cotonicultura moderna, destaca-se o uso de reguladores de crescimento, que são substâncias sintéticas ou naturais que envolvem interações com os hormônios vegetais, sendo que a utilização do cloreto de mepiquat (CM) inibe a produção natural da giberelina, reduzindo o crescimento vegetativo em excesso sem diminuir a produtividade da planta. A utilização de reguladores de crescimento em doses crescentes e a ocorrência de extremos hídricos podem desencadear respostas fisiológicas diferenciadas nas plantas, uma vez que pode alterar na regulação do metabolismo celular. O genótipo de algodoeiro FMT 701 apresenta porte alto e o Fibermax 966 apresenta porte baixo, geneticamente distintos. O objetivo deste trabalho foi avaliar dois genótipos de algodoeiro com características genéticas distintas, em função da aplicação de doses crescentes de CM e o estresse hídrico, os aspectos fisiológicos de crescimento. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da UNESP, Ilha Solteira-SP, em Novembro de 2014, cujo delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com 4 repetições, no esquema fatorial 2X4X2, sendo os fatores: 2 genótipos de algodoeiro (FMT 701 e Fibermax 966), três doses de regulador de crescimento (1;2;4 L ha<sup>-1</sup>) e a testemunha, equivalentes ao estudo em vasos, e 2 níveis de água no solo (capacidade de campo, CC e 1/3 da capacidade de campo, 1/3CC), perfazendo um total de 64 vasos. Trinta dias após a emergência das plantas (DAE) começou-se a diferenciar os regimes hídricos, e o CM foi pulverizado diretamente nas plantas, parcelado em três aplicações realizadas aos 50, 60 e 70 DAE. De posse dos resultados, constatou-se que a aplicação do CM nos genótipos foi eficiente em termos de limitação de crescimento em altura, realçando a ideia de que o regulador de crescimento interfere na biossíntese das giberelinas, hormônio promotor do crescimento vegetal. O CM também foi responsivo em reduzir o diâmetro do caule, número de nós, número de ramos reprodutivos e área foliar dos genótipos, indicando que as plantas tratadas com o produto conservaram mais água em função da redução da área foliar, o que confere maior eficiência às plantas, em especial maior tolerância ao estresse hídrico. Na condição 1/3 da CC as médias das plantas foram inferiores para todos os parâmetros avaliados.

**Palavras-chave:** Cloreto de mepiquat; algodão; giberelinas; regimes hídricos.

## ABSTRACT

The herbaceous cotton (*Gossypium hirsutum* L. var. *Latifolium* Hutch), belonging to the Malvaceae family, is an indeterminate plant growth, that is, growth continues sending successive terminal buds, unless it is stopped by external or internal factors. Among the cultural techniques used in modern cotton production, there is the use of growth regulators, which are natural or synthetic substances which involve interactions with plant hormones, and the use of mepiquat chloride (MC) inhibits the natural production of gibberellin reducing the vegetative growth in excess without decreasing the productivity of the plant. The use of growth regulators in increasing doses and the occurrence of extreme water can initiate different physiological responses in plants, since it may change the cell metabolism regulation. The cotton genotype FMT 701 features high size and Fibermax 966 features low size, genetically distinct. The objective of this study was to evaluate two cotton genotypes with different genetic characteristics, depending on the application of increasing doses of MC and water stress, the physiological aspects of growth. The experiment was conducted in the UNESP greenhouse, Ilha Solteira-SP, in November 2014, whose experimental design was randomized blocks, with four repetitions, in a factorial 2X4X2, being the factors: 2 cotton genotypes (FMT 701 and Fibermax 966), three growth regulator doses (1, 2, 4 L ha<sup>-1</sup>) and the witness equivalent to study in pots, and 2 water levels in the soil (field capacity, FC and 1/3 field capacity, 1/3FC), for a total of 64 vessels. 30 days after plant emergence (DAE) was begun to differentiate the water regimes, and the MC was sprayed directly on the plants, parceled in three applications performed at 50, 60 and 70 DAE. With the results, it was found that the implementation of the MC in genotypes was efficient in terms of growth limitation in time, highlighting the idea that the growth regulator interfere in the biosynthesis of gibberellins, promoting plant growth hormone. The MC was also responsive in reducing the stem diameter, number of nodes, number of reproductive branches and leaf area of genotypes, indicating that the plants treated with the product retained more water due to the reduction of leaf area, which provides greater efficiency to plants, particularly increased tolerance to drought stress. In 1/3 of the FC condition the means of plants were lower for all parameters.

**Key words:** Mepiquat chloride; cotton; gibberellins; water schemes.

## 1INTRODUÇÃO

O algodoeiro é considerado uma das plantas de mais completo aproveitamento, pois produz uma das mais importantes fibras têxteis do mundo e oferece variados produtos de utilidade com grande relevância na economia brasileira e mundial, figurando entre as dez maiores fontes de riqueza do agronegócio do Brasil (COSTA et al., 2005).

Os genótipos de algodoeiro herbáceo apresentam desenvolvimento mais complexo que outras culturas, pois apresentam hábito de crescimento indeterminado, produzindo ao mesmo tempo estruturas vegetativas e reprodutivas durante quase todo o ciclo (GRIMES; EL-ZIK, 1990). É uma cultura adaptada a condições semi-areadas, pois requer temperaturas na faixa de 18° e 30°C, nunca ultrapassando o limite inferior de 14°C e superior a 40°C (DOORENBOS; KASSAM, 1979), ou seja, é uma planta tolerante a baixos teores de água no solo.

Dentre os fatores ambientais para a produção vegetal, a água é de fundamental importância. Sua falta ou excesso influenciam profundamente o desenvolvimento das plantas. O algodoeiro necessita de uma maior quantidade de água, pouco antes e durante a fase de primeiro botão floral (REICHARDT, 1990).

Segundo Guinn e Mauney (1984), quando a planta de algodoeiro está sujeita ao estresse hídrico, em determinadas fases fenológicas, pode comprometer o rendimento e a qualidade do produto além de promover a queda de botões florais e maçãs jovens. A floração e a frutificação são os períodos mais sensíveis ao estresse hídrico (LUZ et al., 1997).

De acordo com Hodges et al. (1991) a utilização de reguladores vegetais é uma das estratégias agronômicas para a manipulação da arquitetura das plantas que podem evitar a queda da produtividade. Barbosa e Castro (1983) relataram que a aplicação exógena de reguladores vegetais pode uniformizar as plantas, facilitando a colheita manual ou mecanizada.

No Brasil, encontram-se três produtos comerciais que são utilizados como reguladores de crescimento no algodoeiro, os quais têm como ingredientes ativos: cloreto de chlormequat, cloreto de clorocolina e cloreto de mepiquat. Estes produtos têm mecanismos e modo de ação semelhante (REDDY et al., 1995; MARUR, 1998), promovem a redução da produção natural de giberelina, modificando sua morfologia, obtendo plantas pequenas, pois afetam a formação de células e a alongação do internódio abaixo do meristema, assim plantas curtas são obtidas com o desenvolvimento de flores normais, sem

afetar, contudo, o número de internódios existentes. Além disso, promove uma redução de 5 a 10% no índice de área foliar (HAKE et al., 1991), com isso conservam mais água em condições de estresse hídrico (FERNANDEZ et al., 1992).

Cothren e Oosterhuis (1993) observaram que com a utilização do regulador de crescimento cloreto de mepiquat (CM), são obtidas plantas com alteração na partição da biomassa, inibindo o crescimento de determinadas partes e estimulando outras, o que confere maior eficiência às plantas, em especial maior tolerância ao estresse hídrico. Outro fato importante foi o relatado por Fernandez et al. (1991), concluíram que as plantas tratadas com o produto conservaram mais água, em função da redução da área foliar.

Tendo em vista os argumentos mencionados em relação ao uso de regulador de crescimento na cultura do algodoeiro, o presente trabalho teve como objetivo realizar a análise fisiológica de crescimento, no sentido de verificar as possíveis alterações que ocorrem em genótipos de algodoeiro herbáceo FMT 701 e Fibermax 966 em virtude da aplicação de CM e do estresse hídrico.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 DESCRIÇÕES DOS TRATAMENTOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação tipo Pad e Fan, com temperatura máxima de 30°C, na UNESP/Campus de Ilha Solteira, localizada a 20°43'09" de latitude sul e 51°33'79" de longitude oeste, com altitude em torno de 335 metros. Foi utilizado como substrato um latossolo proveniente da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP (FEPE), localizada no município de Selviria - MS, coletado na camada de 0 – 0,20 m. A análise química do solo se encontra na Tabela 1.

**Tabela 1** Características químicas iniciais do solo utilizado no experimento, 0,0-0,20 m, proveniente da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP (FEPE), localizada no município de Selviria – MS, 2013.

<b>P<sub>resina</sub></b>	<b>M.O.</b>	<b>pH</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>H+Al</b>	<b>Al</b>	<b>CTC</b>	<b>V</b>
<b>mg/dm<sup>3</sup></b>	<b>g/dm<sup>3</sup></b>	<b>(CaCl<sub>2</sub>)</b>	<b>mmol/dm<sup>3</sup></b>						<b>(%)</b>
5	15	4,4	2,5	6	4	36	9	48,5	26

Fonte: Do próprio autor.

Esse solo foi seco ao ar e peneirado em malha de 4 mm Depois de homogeneizado, separou-se uma amostra do mesmo para análises químicas. O solo foi corrigido de acordo

com as recomendações técnicas para a cultura. O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, porém com 4 repetições, no esquema fatorial 2X4X2, sendo os fatores: 2 genótipos de algodoeiro (FMT 701 e Fibermax 966), 3 doses de regulador de crescimento (1;2;4 L ha<sup>-1</sup>) e a testemunha, equivalentes ao estudo em vasos, e 2 níveis de água no solo (capacidade de campo (CC) e 1/3 da capacidade de campo (1/3 CC)), sendo que os vasos tinham a capacidade de 15 litros de solo para o cultivo dos algodoeiros. Os vasos foram sobrepostos em bancada e saturados posteriormente com água, cobertos e deixados em repouso até a estabilização mais aproximada à CC (cinco dias); com a estabilização na CC, todos os vasos foram pesados obtendo-se a CC específica de cada vaso.

As sementes foram semeadas no dia 26 de novembro de 2014, a uma profundidade de 2 cm utilizando-se 4 sementes por vaso. O primeiro desbaste ocorreu aos 15 dias após a emergência (DAE), deixando duas plântulas por vaso, sendo escolhidas as de tamanho uniforme e bem distribuídas no recipiente. Aos 30 DAE realizou-se o segundo desbaste ficando uma planta por vaso, totalizando 64 plantas. Diariamente os vasos submetidos à CC eram pesados e a água perdida pela evapotranspiração repostas, até os 30 DAE. Após esse período, começou-se a diferenciar os regimes hídricos, com base no peso dos vasos inicialmente saturados. Os vasos continuaram sendo pesados todos os dias, no período da manhã, e as reposições de água eram feitas manualmente de conformidade com o manejo baseado em peso, estando de acordo com a porcentagem dos tratamentos utilizados. O CM foi pulverizado diretamente nas plantas e parcelado em três aplicações, realizadas aos 50, 60 e 70 DAE.

## **2.2 GENÓTIPOS**

O genótipo FMT 701 apresenta porte alto (1,70 m), possui ciclo médio tardio, resistência à virose e bacteriose, tolerante a nematoide, é altamente responsiva, adaptada a colheita mecanizada e possui boa qualidade de fibra (FUNDAÇÃO MT, 2012). Já o genótipo Fibermax 966, apresenta porte baixo (0,90 a 1,20 m), ciclo precoce, fibra com ótima qualidade e rendimento industrial, menor uso de regulador de crescimento e alta resistência à mancha angular (BAYER CROPS SCIENCE, 2012).

### 3 DESCRIÇÃO DOS PARÂMETROS

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS

As características agronômicas foram avaliadas em todas as plantas, tendo início aos 65 DAE, e em intervalos de 15 dias após a aplicação, até os 94 DAE, período em que foi conduzido o experimento, uma vez que não se avaliou os componentes de produção. Foram avaliados:

- **Altura da planta (cm):** medição feita do solo ao ápice da planta com o auxílio de uma trena fixa a um suporte de madeira.
- **Diâmetro do caule (mm):** medido na altura de 2 cm em relação ao solo, realizado com o auxílio de um paquímetro.
- **Número de nós:** contagem do número total de nós do caule a cada medição da altura do algodoeiro.
- **Número de ramos reprodutivos:** Realizado por contagem a cada medição da altura do algodoeiro.
- **Número de estruturas reprodutivas:** contagem de todas as estruturas reprodutivas, como botão floral, flor e fruto.

Ao final do período experimental, aos 94 DAE, avaliou-se de todas as plantas:

- **Área foliar total (cm<sup>2</sup>):** De cada planta retiraram-se todas as folhas para a composição da amostragem e em seguida utilizou-se o medidor portátil de área foliar ADC-AM100, Figura 1. A área foliar por planta foi determinada pelo somatório da área foliar de cada planta.

**Figura 1-** Medidas de área foliar de genótipos de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.var.*latifolium* Hutch) em função de doses crescentes de cloreto de mepiquat, através do medidor portátil ADC-AM100.



Fonte: Do próprio autor.

- **Massa fresca das folhas:** Massa média, em gramas, utilizando-se balança com precisão de 0,01g.
- **Massa fresca do caule, raiz, pecíolo:** Massa média do sistema radicular das plantas, utilizando-se balança com precisão de 0,01g.
- **Massa seca total (caule, raiz, pecíolo e folhas):** Após pesagem da massa fresca, as partes das plantas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa de circulação de ar forçada a 65°C até a obtenção de peso constante, para a estimativa da massa média da matéria seca.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Ano agrícola 2014/2015

#### 4.1.1 Altura de plantas

De acordo com os resultados contidos na Tabela 2, todas as doses de CM influenciaram na redução da altura de plantas dos genótipos de algodoeiro ao longo do período experimental. O genótipo Fibermax 966 apresentou menor altura em todas as avaliações. Deve-se salientar, no entanto, que ele é um genótipo de porte baixo, e que mesmo no tratamento sem a aplicação do CM apresentava altura significativamente menor que o FMT 701, porém as doses de CM atenuaram a diferença. Aos 65 e 95 DAE houve interação das doses de CM x genótipo.

**Tabela 2-** Altura (cm) de plantas em diferentes épocas de avaliação (DAE), em função de doses de CM e níveis de água no solo. Ilha Solteira, ano agrícola 2013.

TRATAMENTO	65	80	95
Dose (d)	0,008 <sup>(1)</sup>	0,029 <sup>(2)</sup>	0,003 <sup>(3)</sup>
Condição (c)	0,001	0,001	0,001
Genótipo (g)	0,001	0,035	0,001
d*c	0,294	0,389	0,459
d*g	0,023	0,117	0,013
c*g	0,675	0,661	0,424
d*c*g	0,423	0,656	0,244
CV (%)	17,06	18,52	15,95
Média	32,48	33,65	34,01
<b>Condições (níveis de água no solo)</b>			
CC	35,53 a	37,03 a	37,53 a
1/3CC	29,43 b	30,28 b	30,50 b
<b>Genótipos</b>			
FMT 701	35,18 a	35,34 a	36,65 a
Fibermax 966	29,78 b	31,96 b	31,37 b
<b>Doses de CM (L ha<sup>-1</sup>)</b>			
0	34,31	35,68	36,68
1	28,12	29,50	29,62
2	34,25	35,00	35,43
4	33,25	34,43	34,31
p>F (linear)	0,595	0,721	0,929
p>F (quadrática)	0,260	0,221	0,124
r <sup>2</sup> (linear %)	2,19%	1,32%	0,05%
r <sup>2</sup> (quadrática%)	12,10%	17,02%	15,89%

#### Equações polinomiais

$$^{(1)} y = 0,453x^2 - 1,621x + 32,943 \quad ^{(2)} y = 0,545x^2 - 0,207x + 34,41 \quad ^{(3)} y = 0,599x^2 - 2,524x + 35,286$$

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pelos resultados apresentados nas Tabelas 2.1 e 2.2, foi possível constatar que houve um ajuste linear dos valores médios obtidos, sendo que a dose de 1 L ha<sup>-1</sup> e 4L ha<sup>-1</sup> foram as que mais reduziram a altura dos genótipos de algodoeiro FMT 701 e Fibermax 966, respectivamente, sendo a aplicação de doses superiores a estas ineficiente.

O CM é um regulador de crescimento, pertencente 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 do algodoeiro (JSMONE, 2004). Como o ácido giberélico é um hormônio responsável pela divisão e expansão celular (TAIZ; ZEIGER, 2013), o bloqueio ou diminuição de sua síntese causa redução na altura das plantas (BOGIANI; ROSOLEM, 2009).

Assim os resultados desse estudo estão de acordo com o relatado na literatura científica, ou seja, o CM reduz a altura de plantas de algodoeiro. A aplicação foliar de CM tem sido normalmente utilizada pelos cotonicultores para manejar o crescimento da cultura, uniformizar o desenvolvimento e a maturação do algodoeiro (NICHOLS et al., 2003).

Apesar de intensos usos do CM, desde os anos 80, faltam informações em relação à resposta dos diferentes genótipos à aplicação do regulador de crescimento (GWATHMEY; CRAIG Jr, 2003). Porém, o fato das doses de CM que reduziram mais a altura dos genótipos terem diferido entre si no presente trabalho, é devido a constituição genética diferenciada que cada um possui.

Em relação a variável condição ou nível de água no solo (Tabela 2), foi possível verificar que houve efeito significativo em todas as datas avaliativas, sendo que as plantas que foram submetidas ao estresse hídrico (1/3 CC) tiveram altura inferior as que estavam na CC.

Esse resultado está de acordo com Larcher (2006), que afirmou que a deficiência hídrica resulta em uma diminuição do volume celular e uma progressiva desidratação do protoplasto, onde a primeira e mais sensível resposta é a diminuição da turgescência e, associada a esse evento, a diminuição do crescimento, principalmente em extensão. Assim, sugere que se mantenha um conteúdo de água no solo não muito baixo para o cultivo do algodoeiro, para assim, não haver perda na sua produtividade.

**Tabela 2.1-**Desdobramento da interação doses de CM x genótipos referentes à altura de plantas aos 65 DAE, Ilha Solteira-SP, 2014.

Fatores	Genótipos	
<b>Doses de regulador</b>		
(L ha <sup>-1</sup> )	<b>FMT 701</b>	<b>Fibermax 966</b>
<b>0</b>	36,12 a	32,50 a
<b>1</b>	27,87 a	28,37 a
<b>2</b>	37,50 a	31,00 b
<b>4</b>	39,25 a	27,25 b
<b>p&gt;F(linear)</b>	0,026	0,130
<b>p&gt;F(quadrática)</b>	0,135	0,928
<b>r<sup>2</sup> (linear %)</b>	27,59%	54,75%
<b>r<sup>2</sup>(quadrática%)</b>	39,65%	54,94%
<b>FMT 701</b> $y = 1,55 x + 32,47$		

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.2-**Desdobramento da interação doses de CM x genótipos referentes à altura de plantas aos 95 DAE, Ilha Solteira-SP, 2014.

Fatores	Genótipos	
<b>Doses de regulador</b>		
(L ha <sup>-1</sup> )	<b>FMT 701</b>	<b>Fibermax 966</b>
<b>0</b>	37,87 a	35,50 a
<b>1</b>	29,62 a	29,62 a
<b>2</b>	38,62 a	32,25 b
<b>4</b>	40,50 a	28,12 b
<b>p&gt;F(linear)</b>	0,035	0,026
<b>p&gt;F(quadrática)</b>	0,098	0,598
<b>r<sup>2</sup> (linear %)</b>	24,78%	61,50%
<b>r<sup>2</sup>(quadrática%)</b>	39,80%	64,79%
<b>FMT 701</b> $y = 1,40 x + 34,20$		
<b>Fibermax 966</b> $y = -2,67 x + 34,54$		

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.1.2 Diâmetro do caule

Pelo resultado exposto na Tabela 3, as condições impostas influenciaram na espessura do diâmetro dos genótipos em todas as datas avaliativas, sendo que as plantas que foram submetidas a 1/3 CC tiveram a espessura do diâmetro reduzida, mostrando que, em casos de escassez de água, o crescimento secundário do caule diminuiu, reduzindo o diâmetro.

Resultados semelhantes foram os encontrados por Souza e Beltrão (1999), ao avaliarem os níveis para reposição de água no solo 25, 50 e 75% da água disponível em

genótipo de algodoeiro, também observaram que o menor nível de água no solo causou efeito depreciativo sobre o diâmetro caulinar.

Houve diferença significativa no diâmetro do caule dos genótipos aos 65 e 80 DAE, sendo que o FMT 701 apresentou o diâmetro do caule mais espesso que o do genótipo Fibermax 966, sendo essa característica relacionada com a altura da planta. Não houve efeito significativo entre as interações.

As doses de CM foram significativas apenas aos 80 DAE, sendo que a dose de 1L ha<sup>-1</sup> foi a que mais reduziu o diâmetro dos genótipos. O diâmetro caulinar em plantas de algodoeiro tratadas com o CM também foi menor em experimentos conduzidos por Zanon (2002) e Azevedo et al. (2003).

De acordo com Taiz e Zeiger (2013), pelo fato do CM inibir a síntese do ácido giberélico, as plantas passam a produzir giberelinas menos eficientes, reduzindo então o crescimento celular caulinar sem causar deformação morfológica.

**Tabela 3-** Diâmetro (mm) de plantas em diferentes épocas de avaliação (DAE), em função de doses de CM e níveis de água no solo. Ilha Solteira, ano agrícola 2013.

TRATAMENTO	65	80	95
Dose (d)	0,192	0,044 <sup>(1)</sup>	0,075
Condição (c)	0,001	0,018	0,001
Genótipo (g)	0,038	0,011	0,694
d*c	0,911	0,852	0,175
d*g	0,316	0,149	0,480
c*g	0,202	0,374	0,216
d*c*g	0,728	0,864	0,679
CV (%)	31,93	17,06	20,20
Média	4,35	4,44	4,43
<b>Condições (níveis de água no solo)</b>			
CC	4,99 a	4,67 a	5,44 a
1/3CC	3,72 b	4,21 b	3,42 b
<b>Genótipos</b>			
FMT 701	4,72 a	4,69 a	4,48 a
Fibermax 966	3,98 b	4,19 b	4,39 a
<b>Doses de CM (L ha<sup>-1</sup>)</b>			
0	4,40	4,69	4,83
1	3,71	3,96	4,20
2	4,69	4,56	4,09
4	4,61	4,62	4,62
p>F (linear)	0,310	0,396	0,778
p>F (quadrática)	0,725	0,291	0,011
r <sup>2</sup> (linear %)	21,40	8,44	1,11
r <sup>2</sup> (quadrática%)	23,95	27,83	98,21
<b>Equações polinomiais</b>			
<sup>(1)</sup> y= 0,06x <sup>2</sup> - 0,232x +4,485			

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

### 4.1.3 Número de nós do caule

Através da análise dos dados contidos na Tabela 4, verificou-se que não houve diferença significativa entre os genótipos para o número de nós do caule. Porém tanto as doses de CM quanto as condições impostas (CC e 1/3CC) foram significativas para as plantas.

Foi possível constatar que todas as plantas tratadas com o CM tiveram redução do número de nó em relação a testemunha. Muitos trabalhos apresentam resultados sobre o efeito da aplicação de CM na arquitetura da planta de algodoeiro, modificando a sua plasticidade e segundo Mondino e Peterlin (2002), o regulador de crescimento além de evitar o crescimento vegetativo excessivo, diminui o número de nós e distância entre estes nós e melhoram a distribuição da massa seca em órgãos reprodutivos de algodoeiro.

Na média, as plantas que foram submetidas ao estresse hídrico (1/3 CC) tiveram menor número de nós que as plantas na CC. Este resultado já era esperado, pois como houve redução da altura nas plantas sob condição de estresse (Tabela 2), conseqüentemente o número de nós também é reduzido. Aos 80 DAE houve interação das doses de CM x condição (Tabela 4.1).

Com base na tabela 4.1 foi possível constatar que as plantas que foram tratadas com a dose de 1 L ha<sup>-1</sup> na CC tiveram a maior redução do número de nós em relação as testemunhas. Vale ressaltar que essa dose foi a que mais reduziu a altura e o diâmetro do genótipo FMT 701 (Tabelas 2 e 3).

Este resultado está de acordo com a literatura científica, pois, a redução do número de nós no caule pela utilização do CM tem sido comumente relatado na cultura do algodoeiro por diversos autores, como por exemplo REDDY et al. (1992) e LAMAS et al. (2000).

Por outro lado, as plantas submetidas ao estresse hídrico (1/3 CC) e as doses de CM, apresentaram o mesmo número de nós que as testemunhas (1/3 CC), ou seja, as doses juntamente com a condição de estresse não reduziram o número de nós.

Meredith Junior e Wells (1989), Fernandez et al. (1991) e Cothren e Oosterhuis (1993) relatam que o CM 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.

**Tabela 4-** Número de nós de plantas em diferentes épocas de avaliação (DAE), em função de doses de CM e níveis de água no solo. Ilha Solteira, ano agrícola 2013.

TRATAMENTO	65	80	95
Dose (d)	0,014 <sup>(1)</sup>	0,002 <sup>(2)</sup>	0,001 <sup>(3)</sup>
Condição (c)	0,001	0,001	0,001
Genótipo (g)	0,300	0,187	0,601
d*c	0,077	0,006	0,345
d*g	0,547	0,150	0,180
c*g	0,533	0,759	0,601
d*c*g	0,696	0,535	0,757
CV (%)	11,24	12,79	10,21
Média	10,62	10,95	11,64
<b>Condições (níveis de água no solo)</b>			
CC	11,93 a	11,84 a	13,12 a
1/3CC	9,31 b	10,06 b	10,15 b
<b>Genótipos</b>			
FMT 701	10,78 a	11,18 a	11,71 a
Fibermax 966	10,46 a	10,71 a	11,56 a
<b>Doses de CM (L ha<sup>-1</sup>)</b>			
0	11,18	12,00	12,62
1	9,81	10,06	10,62
2	10,87	10,68	11,87
4	10,62	11,06	11,43
p>F (linear)	0,725	0,347	0,128
p>F (quadrática)	0,168	0,003	0,034
r <sup>2</sup> (linear %)	1,07%	5,62%	10,07%
r <sup>2</sup> (quadrática%)	17,89%	66,20%	30,20%
<b>Equações Polinomiais</b>			
<sup>(1)</sup> y= 0,117x <sup>2</sup> -0,524x+10,923	<sup>(2)</sup> y= 0,308x <sup>2</sup> -1,389x+11,766	<sup>(3)</sup> y= 0,183x <sup>2</sup> -	0,914x+12,278

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.1-** Desdobramento da interação doses de CM x condição referentes ao número de nós de plantas aos 80 DAE, Ilha Solteira-SP, 2014.

Fatores		
Doses de regulador (L ha <sup>-1</sup> )	CC	1/3 CC
0	13,87 a	10,12 b
1	10,12 a	10,00 a
2	11,37 a	10,00 a
4	12,00 a	10,12 b
p>F(linear)	0,172	0,966
p>F(quadrática)	0,001	0,807
r <sup>2</sup> (linear %)	6,44%	2,86%
r <sup>2</sup> (quadrática%)	64,65%	96,36%
CC y= 0,007x +10,05		

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.1.4 Número de ramos reprodutivos

O número de ramos reprodutivos foi afetado pelas doses de CM em todas as datas avaliativas, Tabela 5. No geral, de acordo com as médias obtidas da regressão das doses nos genótipos, na dose de 1 L ha<sup>-1</sup> ocorreu a redução mais acentuada nas plantas.

As condições impostas também foram significativas em todas as datas, sendo que as plantas submetidas a 1/3 CC apresentaram menor número de ramos reprodutivos em comparação as plantas da CC.

Este resultado está de acordo com Kerbauy (2004), pois segundo ele, o estresse hídrico diminui o número e a taxa de crescimento dos ramos do algodoeiro. Não houve diferença significativa entre os genótipos, ou seja, ambos apresentaram a mesma quantidade de ramos reprodutivos. Aos 80 DAE houve interação significativa entre d\*c, d\*g e c\*g (Tabelas 5.1, 5.2 e 5.3).

**Tabela 5-** Número de ramos reprodutivos em diferentes épocas de avaliação (DAE), em função de doses de CM e níveis de água no solo. Ilha Solteira, ano agrícola 2013.

TRATAMENTO	65	80	95
Dose (d)	0,013 <sup>(1)</sup>	0,001 <sup>(2)</sup>	0,001 <sup>(3)</sup>
Condição (c)	0,001	0,001	0,001
Genótipo (g)	0,203	0,103	0,601
d*c	0,070	0,007	0,345
d*g	0,570	0,015	0,180
c*g	0,394	0,044	0,601
d*c*g	0,689	0,593	0,757
CV (%)	13,44	15,13	10,21
Média	8,65	9,45	11,64
<b>Condições (níveis de água no solo)</b>			
CC	9,93 a	10,34 a	13,12 a
1/3CC	7,37 b	8,56 b	10,15 b
<b>Genótipos</b>			
FMT 701	8,84 a	9,75 a	11,71 a
Fibermax 966	8,46 a	9,15 a	11,56 a
<b>Doses de CM (L ha<sup>-1</sup>)</b>			
0	9,25	10,50	12,62
1	7,87	8,31	10,62
2	8,87	9,31	11,87
4	8,62	9,68	11,43
p>F (linear)	0,588	0,649	0,128
p>F (quadrática)	0,143	0,002	0,034
r <sup>2</sup> (linear %)	2,48%	1,08%	10,07%
r <sup>2</sup> (quadrática%)	21,02%	53,97%	30,20%

#### Equações Polinomiais

$$^{(1)}y = 0,122x^2 - 0,559x + 8,994 \quad ^{(2)}y = 0,322x^2 - 1,391x + 10,194 \quad ^{(3)}y = 0,183x^2 - 0,914x + 12,27$$

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Com base na Tabela 5.1 para a CC houve um ajuste quadrático dos valores médios obtidos e segundo a equação, a dose calculada de 2,2 L ha<sup>-1</sup> foi a que mais afetou o número de ramos reprodutivos (3 ramos a menos que a testemunha). As plantas sob 1/3 CC não variaram muito o número de ramos reprodutivos em função das doses, mas o menor valor deu-se com a aplicação da dose de 1L ha<sup>-1</sup>.

Na Tabela 5.2 constatou-se que o genótipo FMT 701 na dose de 1 L ha<sup>-1</sup> as plantas obtiveram o menor número de ramos reprodutivos, nas demais doses o número de ramos foi praticamente o mesmo em relação a testemunha. Por outro lado, no genótipo Fibermax 966 todas as doses reduziram o número de ramos reprodutivos. Houve um ajuste quadrático dos valores médios obtidos, e com base na equação o menor valor deu-se na dose calculada de 2,32 L ha<sup>-1</sup>(3 ramos reprodutivos a menos que a testemunha).

O presente resultado está de acordo com o relatado por diversos autores (Athayde; Lamas, 1999; Soares, 1999; Stewart et al., 2001), pois segundo eles um dos principais efeitos do CM sobre o algodoeiro está a redução do tamanho e do número dos ramos reprodutivos.

Na Tabela 5.3, os genótipos com 1/3 CC apresentaram menor número de ramos reprodutivos que as plantas na CC. Não houve efeito significativo entre as médias dos genótipos.

Esse resultado corrobora com muitos relatos científicos, pois Kerbauy (2004) afirma que o estresse hídrico realmente diminui o número e a taxa de crescimento dos ramos. Segundo Arruda et. al (2002), sob estresse hídrico comumente há redução da expansão foliar, da altura de plantas e do número de ramos reprodutivos por planta, o que se reflete em menor crescimento e produtividade do algodoeiro.

As respostas da célula ao estresse hídrico incluem mudanças no ciclo e divisões celulares, mudanças no sistema de endomembranas e vacuolização, bem como alterações na arquitetura da parede celular (TAIZ; ZIEGER, 2013)

**Tabela 5.1-**Desdobramento da interação doses de CM x condição referente ao número de ramos reprodutivos de plantas aos 80 DAE, Ilha Solteira-SP, 2014/2015.

Fatores	Genótipos	
<b>Doses de regulador</b>		
(L ha <sup>-1</sup> )	CC	1/3 CC
0	12,37 a	8,62 b
1	8,37 a	8,25 a
2	10,00 a	8,62 a
4	10,62 a	8,75 b
<b>p&gt;F (linear)</b>	0,311	0,709
<b>p&gt;F (quadrática)</b>	0,001	0,736
<b>r<sup>2</sup> (linear %)</b>	3,27%	25,71%
<b>r<sup>2</sup>(quadrática%)</b>	57,84%	46,57%
<b>CC</b> $y = 0,596 x^2 - 2,646x + 11,843$		

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 5.2-**Desdobramento da interação doses de CM x genótipos referentes ao número de ramos reprodutivos de plantas aos 80 DAE, Ilha Solteira-SP, 2014/2015.

Fatores	Genótipos	
<b>Doses de regulador</b>		
(L ha <sup>-1</sup> )	FMT 701	Fibermax 966
0	10,12 a	10,87 a
1	8,37 a	8,25 a
2	10,37 a	8,25 b
4	10,12 a	9,25 a
<b>p&gt;F (linear)</b>	0,363	0,124
<b>p&gt;F (quadrática)</b>	0,430	0,001
<b>r<sup>2</sup> (linear %)</b>	8,43%	13,63%
<b>r<sup>2</sup>(quadrática%)</b>	14,77%	90,67%
<b>Fibermax 966</b> $y = 0,531 x^2 - 2,468x + 10,687$		

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 5.3-**Desdobramento da interação condição x genótipos referentes ao número de ramos reprodutivos de plantas aos 80 DAE, Ilha Solteira-SP, 2014/2015,

Fatores	Genótipos	
<b>Condição</b>	FMT 701	Fibermax 966
CC	10,75 aA	9,93 aA
1/3 CC	8,75 bA	8,37 bA

Médias seguidas de letras distintas, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5%.

#### 4.1.5 Estruturas reprodutivas

Quanto ao número de estruturas reprodutivas dos algodoeiros, verificou-se que os genótipos apresentaram a mesma quantidade de estruturas, e as doses de CM não foram significativas. Porém, as condições impostas influenciaram, sendo que as plantas com 1/3 CC apresentaram menor quantidade de estruturas reprodutivas que as plantas na CC, Tabela 6.

**Tabela 6-** Numero de estruturas reprodutivas (Botões florais, flores e frutos) em diferentes épocas de avaliação (DAE), em função de doses crescentes de regulador de crescimento, Ilha Solteira-SP, 2014/2015.

TRATAMENTO	80	95
Dose (d)	0,157	0,511
Condição (c)	0,001	0,001
Genótipo (g)	0,775	0,668
d*c	0,157	0,511
d*g	0,487	0,897
c*g	0,775	0,668
d*c*g	0,215	0,897
CV (%)	27,64	21,53
Édia	1,06	1,08
<b>Condições (níveis de água no solo)</b>		
CC	1,42 a	1,45 a
3CC	0,70 b	0,70 b
<b>Genótipos</b>		
FMT 701	1,05 a	1,07 a
Fibermax 966	1,07 a	1,09 a
<b>Doses de CM (L ha<sup>-1</sup>)</b>		
0	1,17	1,15
1	0,93	1,04
2	1,05	1,07
4	1,10	1,05
p>F (linear)	0,940	0,300
p>F (quadrática)	0,096	0,426
r <sup>2</sup> (linear %)	0,11%	46,93%
r <sup>2</sup> (quadrática%)	53,06%	74,51%

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Este resultado está de acordo com os relatos da literatura científica, nos quais o ambiente em que a planta está exposta afeta profundamente tanto a abscisão de folhas, quanto as estruturas reprodutivas (MCMICHAEL et al., 1973; OOSTERHUIS, 1992).

A deficiência hídrica tem sido considerada um dos principais fatores ambientais que provocam a abscisão de estruturas reprodutivas em algodoeiro, justamente por causar acentuado estresse nas plantas (DOORENBOS; KASSAM, 1994). Vários Pesquisadores

(MCMICHAEL et al., 1973; GUINN; MAUNEY, 1984) têm verificado que o estresse hídrico reduz tanto a produção de flores como a retenção de maçãs. Situações de deficiência hídrica e estresse osmótico, provocam aumento tanto de etileno quanto de ácido abscísico hormônios que participam dos processos de amadurecimento e envelhecimento, como queda de folhas e frutos. Porém a relação entre estresse e metabolismo hormonal não é bem conhecida (LIMA, 2001).

Pelo fato do presente experimento ter sido conduzido em casa de vegetação, o fato de não ocorrência do efeito das doses de CM é de difícil explicação, pois um dos principais efeitos do regulador está na redução do crescimento das plantas e no número de comprimento dos ramos reprodutivos (KERBY et al., 1986;ATHAYDE; LAMAS 1999). Sendo assim, esperava-se um efeito do produto nas estruturas reprodutivas, uma vez que o CM ocasiona mudanças na arquitetura da planta, o que ocasionaria a diminuição no número de posições florais produzidas e por consequência a redução do número de estruturas reprodutivas. Vale ressaltar que os valores apresentados representam a soma da contagem dos botões, flores e maçãs, de modo que esses não apresentam produção fixada, e esses valores estão bem abaixo do esperado nesse estágio.

Outro fato interessante ocorreu, pois só foi observada a presença de estruturas reprodutivas na avaliação dos 80 DAE em diante. Segundo Beltrão e Souza (2001), o surgimento do primeiro botão floral geralmente ocorre aos 30 DAE. O aparecimento da primeira flor entre 45 a 60 DAE e abertura da primeira maçã 90 e 120 DAE. Ou seja, diante dessas datas, ficou evidente que o desenvolvimento das estruturas reprodutivas do algodoeiro foi comprometido. Esse fato pode estar fortemente relacionado com o fator ambiental “luminosidade”, uma vez que em casa de vegetação a intensidade luminosa é bem menor que em condições de campo. Tendo em vista que o algodoeiro é uma planta do tipo C<sub>3</sub>, com elevada taxa de fotorrespiração e alto ponto de compensação de CO<sub>2</sub>, a planta é particularmente muito sensível à escassez de luminosidade (ROSOLEM, 2001). No período de crescimento, a deficiência em luminosidade promove o "shedding" das estruturas de reprodução da planta do algodoeiro e a deiscência dos frutos que, botanicamente, são cápsulas loculicidas, dependem da luminosidade e do restante da radiação solar e do hormônio etileno (STEWART, 2001).

#### 4.1.6 Área Foliar, massa fresca e seca da parte aérea e sistema radicular

De acordo com os dados contidos na Tabela 7, constatou-se que as condições impostas influenciaram todas as variáveis analisadas, sendo que as plantas submetidas a 1/3 CC apresentaram menores médias.

Em relação à área foliar, foi possível observar durante o desenvolvimento do presente experimento, que as plantas submetidas ao estresse hídrico foram perdendo suas folhas, enquanto as plantas na CC mantiveram suas folhas intactas, por isso a área foliar nas plantas com estresse hídrico foi inferior.

Este resultado está de acordo com Santos e Carlesso (1998) e Taiz e Zeiger (2013), que segundo estes, a resposta mais proeminente da maioria das plantas a deficiência hídrica, consiste no decréscimo da produção da área foliar, do fechamento dos estômatos, da aceleração da senescência e da abscisão das folhas. Quando as plantas são expostas a situações de deficiência de água, exibem frequentemente, respostas fisiológicas que resultam, de modo indireto, na conservação da água no solo, o que gera economia de água para períodos posteriores, diminuindo a superfície transpiratória, no caso de perda de folhas, ou no simples fato de parar o crescimento foliar, reduzindo a área foliar e mantendo o peso da parte aérea. A limitação da área foliar pode ser considerada como uma primeira reação das plantas ao estresse hídrico (TAIZ; ZEIGER, 2013). Pelo fato de ter ocorrido redução significativa da área foliar e a abscisão das folhas nas plantas com estresse hídrico, estas apresentaram menor massa fresca foliar.

Pelo fato da MF (C+R+P) e da MF (C+R+P+F) também ter sido menor nas plantas sob estresse hídrico, indica que a deficiência da água proporcionou modificações profundas nas plantas, influenciando inclusive na divisão celular e no crescimento (Tabela 2). Uma vez que a água desempenha um papel essencial no metabolismo celular, é esperado que os genótipos com maior massa fresca, ou seja, com maior conteúdo de água, possivelmente tenham mais condições de metabolizar suas reservas em energia para desenvolvimento da plântula. Este resultado corrobora com Beltrão et. al (1997), que segundo ele, tanto a deficiência quanto o excesso de água nas plantas podem provocar profundas alterações no seu metabolismo, reduzindo o crescimento e o desenvolvimento e, conseqüentemente influenciando no rendimento econômico da planta e na produção de fibras e sementes.

Ainda na Tabela 9, foi possível verificar que todas as doses de CM foram significativas na redução da área foliar, e de acordo com a regressão apresentada, a dose que mais reduziu esse valor deu-se com a aplicação da dose de 1 L ha<sup>-1</sup>, no qual as plantas

apresentaram aproximadamente 34,42% menor área foliar que as plantas testemunhas. Há vários trabalhos publicados em que os autores citam que o CM realmente reduz a expansão da área foliar (York, 1983; Stuart et al., 1984; Kerby, 1985; Reddy et al., 1990; Fernandez et al., 1991).

Quanto aos genótipos, só houve diferença significativa na MS (C+R+P), sendo que a média foi maior no genótipo FMT 701. Por ser de porte alto, apresenta mais matéria em relação ao Fibermax 966, fato que justifica tal resultado. Houve interação entre as doses de CM x condições e entre as condições x genótipos (Tabelas 7.1 e 7.2).

**Tabela 7-** Área foliar: AF (cm<sup>2</sup>), Massa fresca foliar: MFF: (g), Massa fresca caule, raiz pecíolo: MF-C+R+P (g), Massa fresca total caule, raiz, pecíolo e folha: MFT-C+R+P+F (g) e massa seca total: MST (g), após a aplicação de doses crescentes de regulador de crescimento aos 95 DAE, em genótipos FMT 701 e Fibermax 966, em função de doses de CM e níveis de água no solo. Ilha Solteira, ano agrícola 2014/2015.

TRATAMENTO	AF	MFF	MF (C+R+P)	MFT (C+R+P+F)	MS (C+R+P)
<b>Dose (d)</b>	0,014	0,277	0,248	0,198	0,003
<b>Condição (c)</b>	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>Genótipo (g)</b>	0,671	0,619	0,163	0,456	0,035
<b>d*c</b>	0,220	0,497	0,845	0,683	0,021
<b>d*g</b>	0,161	0,969	0,572	0,751	0,467
<b>c*g</b>	0,078	0,362	0,531	0,966	0,008
<b>d*c*g</b>	0,206	0,222	0,763	0,604	0,965
<b>CV (%)</b>	35,47	30,99	31,29	28,35	39,59
<b>Média</b>	1942,75	6,18	9,91	16,10	4,78
<b>Condições (níveis de água no solo)</b>					
<b>CC</b>	2563,55 a	10,29 a	15,69 a	25,99 a	7,68 a
<b>3CC</b>	1321,96 b	2,06 b	4,14 b	6,20 b	1,88 b
<b>Genótipos</b>					
<b>FMT 701</b>	1906,03 a	6,06 a	10,46 a	16,52 a	5,29 a
<b>Fibermax 966</b>	1979,48 a	6,30 a	9,36 a	15,67 a	4,27 b
<b>Doses de CM (L ha<sup>-1</sup>)</b>					
<b>0</b>	2319,43	6,51	10,63	17,14	5,61
<b>1</b>	1520,88	5,36	8,59	13,96	3,21
<b>2</b>	2081,01	6,52	9,97	16,50	5,20
<b>4</b>	1849,70	6,32	10,46	16,78	5,10
<b>p&gt;F (linear)</b>	0,315	0,755	0,674	0,677	0,691
<b>p&gt;F (quadrática)</b>	0,214	0,557	0,196	0,260	0,085
<b>r<sup>2</sup> (linear %)</b>	8,81%	2,47%	4,20%	3,64%	1,05%
<b>r<sup>2</sup> (quadrática %)</b>	22,96%	11,28%	44,45%	30,45%	21,30%

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Em relação a Tabela 7.1, foi possível averiguar que na CC as plantas testemunhas tiveram a média da matéria seca (C+R+P) bem superior as plantas sob estresse hídrico, indicando que o estresse de água proporcionou uma intensa redução do desenvolvimento das plantas. Para os valores médios obtidos da CC, houve um ajuste de regressão polinomial quadrático e com base na equação obtida, a dose que mais reduziu a massa seca das plantas foi a de 1,94 L ha<sup>-1</sup>. Por outro lado, nas plantas submetidas ao estresse hídrico, a dose que mais reduziu a MS deu-se com a aplicação da dose de 1 L ha<sup>-1</sup>.

Com base nos dados apresentados na Tabela 7.2, verificou-se que o genótipo FMT 701 na CC apresentou MS superior ao Fibermax 966, devido sua constituição genética. Porém no estresse hídrico, os genótipos tiveram a mesma MS, indicando que o genótipo FMT 701 foi mais sensível a esta condição. Ambos os genótipos na CC tiveram a média da MS maior que as plantas com estresse hídrico.

Com exceção da água, a matéria seca consiste em tudo que se encontra na planta, incluindo carboidratos, proteínas, lipídeos e nutrientes minerais (CÂMARA, 1998). Sendo assim o crescimento e o desenvolvimento dos genótipos de algodoeiro podem ser mensurados pela quantidade de matéria seca acumulada na planta.

Sendo assim, o fato das plantas com 1/3 CC terem apresentado menores valores para MS, ocorreu provavelmente devido à pouca disponibilidade de água ter diminuído o acúmulo de fotoassimilados.

**Tabela 7.1-**Desdobramento da interação doses de CM x condição referente a MS (C+R+P), Ilha Solteira -SP, 2014/2015.

Fatores	Genótipos	
	CC	1/3 CC
<b>Doses de regulador (L ha<sup>-1</sup>)</b>		
<b>0</b>	9,19 a	2,03 b
<b>1</b>	4,81 a	1,62 b
<b>2</b>	8,48 a	1,92 b
<b>4</b>	8,26 a	1,95 b
<b>p&gt;F (linear)</b>	0,607	0,962
<b>p&gt;F (quadrática)</b>	0,030	0,802
<b>r<sup>2</sup> (linear %)</b>	1,04%	1,08%
<b>r<sup>2</sup>(quadrática%)</b>	20,53%	30,36%

$$CCy = 0,42 x^2 - 1,63x + 8,32$$

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 7.2-**Desdobramento da interação condição x genótipos referentes a MS (C+R+P), Ilha Solteira-SP, 2014/2015.

Fatores	Genótipos	
Condição	FMT 701	Fibermax 966
CC	8,85 aA	6,52 aB
1/3 CC	1,74 bA	2,02 bA

Médias seguidas de letras distintas, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5%.

## 5 Conclusões

1. As doses de CM tenderam a reduzir o crescimento em altura dos genótipos de algodoeiro herbáceo, sendo a dose mais responsiva de 1L ha<sup>-1</sup> no FMT 701 e 4L ha<sup>-1</sup> no Fibermax 966, realçando a idéia de que o regulador interfere na biossíntese das giberelinas.
2. No geral, a dose de 1 l ha<sup>-1</sup> de CM foi a mais responsiva em reduzir o diâmetro do caule, número de nós, número de ramos reprodutivos e área foliar dos genótipos, sugerindo que as plantas tratadas com o produto conservaram mais água em função da redução da área foliar, o que confere maior eficiência às plantas, em especial maior tolerância ao estresse hídrico.
3. As plantas submetidas a 1/3 CC apresentaram menores médias para todas as variáveis analisadas, pois essa condição tende a desencadear uma diminuição do volume celular e uma progressiva desidratação do protoplasto.

## REFERENCIAS

- ALSCHER, R.G. et al. Role of superoxide dismutases (SODs) in controlling oxidative stress in plants. **Journal of Experimental Botany**, v. 53, n. 372, p. 1331 – 1341, 2002.
- ALVES, A. A. C.; SETTER, T. L. Response of cassava to water deficit: leaf area growth and abscisic acid. **Crop Science**, v. 40, n. 1, p. 131-137, 2000.
- ANGELOPOULOS, K.; DICHIO, B.; XILOYANNIS, C. Inhibition of photosynthesis in olive trees (*Olea europaea L.*) during water stress and rewatering. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 47 p. 1093-1100, 1996.
- ANURADHA, V.E. et al. Plant growth regulators induced changes in antioxidant potential and andrographolide content in *Andrographis paniculata* Wall ex. Nees. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, West Lafayette, v. 98, p. 312-316, 2010.
- APEL, K.; HIRT, H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 55, p. 373-399, 2004.
- ARGENTA, *et al.* **Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho.** Rev. Bras. Fisiol. Veg. [on-line]. 2001, vol.13, no.2, p.158-167.(a).
- ARRUDA, F. P.; ANDRADE, A. P.; SILVA, I. F.; PEREIRA, E. P.; GUIMARÃES, M. A. M. Emissão/Abscisão de estruturas reprodutivas do algodoeiro herbáceo, cv. CNPA 7H: efeito do estresse hídrico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 6, n. 1, p. 21-27, 2002.
- ASHRAF, M.; FOOLAD, M. R. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v.59, p.206-216, 2007.
- ATHAYDE, M.L.F.; LAMAS, F.M. Aplicação seqüencial de cloreto de mepiquat em algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.369-375, 1999.
- ATKIN, O. K.; MACHEREL, D. 2009. The crucial role of plant mitochondria orchestrating drought tolerance. *Annals of Botany*. V.103: 581-597.
- AZEVEDO, D. M. P.; BEZERRA, J. R. C.; DIAS, J. M. Parcelamento do cloreto de mepiquat no crescimento e na produção do algodoeiro irrigado no litoral do Estado do Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia. Anais ... Campina Grande: EMBRAPA, CNPA, 2003. 1 CD-ROM.
- BAKER, B; Chlorophyll Fluorescence: A Probe of Photosynthesis In Vivo. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, p.89-113, 2008.

BARBOSA, L. M.; CASTRO, P. R. C. Alguns efeitos de reguladores de crescimento na morfologia do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. IAC – 17). Hoehnea, São Paulo v. 11, p. 59-65, 1984.

BAYER CROPSCIENCE. **Sementes Fibermax: FMX 966**. São Paulo: [s.n.], 2012. Disponível em: <<http://www.certificacaoFibermax.com.br>>. Acesso em: 30 jan. 2016.

BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P.; NOBREGA, L. B.; SANTOS, J. W. Modificações no crescimento e desenvolvimento do algodoeiro herbáceo sob saturação hídrica do substrato em casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 391-397, 1997.

BELTRÃO, N.E.M.; SOUZA, J.G. Fisiologia e ecofisiologia do algodoeiro. In: EMBRAPA. **Algodão tecnologia de produção**. Dourados: Embrapa, 2001. p.54-75.

BOLHÀR-NORDENKAMPF, H.R.; OQUIST, G. Chlorophyll fluorescence as a toll in photosynthesis research. In: HALL, D.; SCURLOCK, J. M. O.; BOLHÀR-NORDENKAMPF, H. R.; LONG, S. P. (Eds.). **Photosynthesis and production in a changing environmental**. London: Chapman e Hall, 1993. p. 193-206.

BOGIANI, J. C.; ROSOLEM, C.A. Sensibilidade de cultivares de algodoeiro ao cloreto de mepiquat. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) **Informação Tecnológica Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 10, p. 1246-1253, 2009. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/5375>>. Acesso em: 15 de março2016

BOGIANI, J. C.; ROSOLEN, C. A. Sensibilidade de cultivares de algodoeiro ao cloreto de mepiquat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 10, p. 1246-1253, 2009.

BREUSEGEM, F.V., VRANOVÁ, E., DAT, J.F., INZÉ, D. The role of active oxygen species in plant signal transduction. *Plant Science* 161:405-414. 2001.

BULKHOV, N.; WIESE, C.; NEIMANIS, S. et al. Heat sensitivity of chloroplasts and leaves: Leakage of protons from thylakoids and reversible activation of cyclic electron transport. **Photosynthesis Research**, New York, v.59, p.81-93, 1999.

CÂMARA, G. M. de S. Fenologia da soja. Informações agronômicas, POTAFOS - Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, Piracicaba, n. 82, p. 1-6, Jun. 1998.

CONCEIÇÃO, H.E.O.; OLIVA, M.A.; LOPES, N.F.; ROCHA NETO, O.G. Resistência à seca em seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, n. 9, p. 1041-1050, 1985.

COSTA, J. N.; SANTANA, J. C. F.; WANDERLEY, M. J. R.; ANDRADE, J. E.O.; SOBRINHO, R. E. **Padrões universais para a classificação do algodão**. Campina Grande: Embrapa, 2005. 22 p.

COTHREN, J.T.; OOSTERHUIS, D.M. Physiological impact of plant growth regulators on cotton. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCES, 1993, Dallas. **Proceedings. Memphis : National Cotton Council**, 1993. p.128-132.

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

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Roma: FAO, 1979. 193 p. (Irrigation & Drainage paper, 33).

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento da cultura**. Campina Grande: UFPB. 1994. 306p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33

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.1224-1228, 1991.

FUNDAÇÃO MT. **Cultivares convencionais**: FMT 701. Cuiabá: [s.n.], 2012. Disponível em: <<http://www.fundacaomt.com.br/algodao/cult.php?t=1&tipo=fmt701>>. Acesso em: 15 out. 2015.

GRIMES, D.W.; EL-ZIK, K.M. Cotton. In: STEWART, B.A.; NIELSEN, D.R. Irrigation of Agricultural Crops. Madison: **American Society of Agronomy**, 1990. p.741-773

GUINN, G.; MAUNEY, J.R. Fruiting in of cotton: I. Effects of moisture status on flowering. **Agronomy Journal**, Madison, v.76, p.90-94, 1984.

GWATHMEY C.O.; CRAIG JUNIOR, C.C. **Managing earliness in Cotton with mepiquat-type growth regulators**. 2003. Disponível em: <<http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/cm/research/2003/mepiquat>>. Acesso em 02 mar. 2016.

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. 1302-1308, 1991.

JSMONE. **Mepiquat chloride - Summary of product**. Disponível em: <<http://www.jsmone.com/englich/mepiquat.htm>>. Acesso em: 25 março. 2016.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: G. Koogan, 2004. 452 p.

KERBY, T.A., HAKE, K., KEELEY, M. Cotton fruiting modification with mepiquat chloride. **Agronomy Journal**, Madison, v.78, n.5, p.907-12, 1986.

LAMAS, F. M.; ATHAYDE, M. L. F.; BANZATTO, D. A. Reações do algodoeiro CNPA-ITA 90 ao cloreto de mepiquat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 507-516, mar., 2000.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. PRADO, C.H.B.A. (Trad.). São Carlos: Rima, 2006. V.7 531p.

LIMA, J.S. **Bioindicação, biomonitoramento: Aspectos bioquímicos e morfológicos**. <http://www.ietec.com.br>. 2001.

LUZ, M.J. DA S. E; BEZERRA, J.R.C.; BARRETO, A.N.; SANTOS, J.W. DOS; AMORIM NETO, M. DA S. Efeito da deficiência hídrica sobre o rendimento e a qualidade da fibra do algodoeiro. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.1, n.1, p.125-133, 1997

MCMICHAEL, B. L.; JORDAN, W. R.; POWELL, R. D. An effect of water stress on ethylene production by intact cotton petioles. **Plant Physiology**, Baltimore, v. 49, p. 658-660, 1973.

MEREDITH JUNIOR, W.R.; WELLS, R. Potential for increasing cotton yield through enhanced partitioning to reproductive structures. **Crop Science**, Madison, v.29, n.3, p.636-639, May/June 1989.

MONDINO, M.H.; PETERLIN, O.A. Diferentes criterios de decisión para la aplicación de reguladores de crecimiento y su influencia sobre el rendimiento y el crecimiento del algodón (*Gossypium hirsutum* L) **Revista de Investigaciones Agropecuarias(RIA)**, v.31, n.2, p. 117-126, 2002.

NICHOLS, S.P.; SNIPES, C.E.; JONES, M.A. Evaluation of row spacing and mepiquat chloride in cotton. **Journal of Cotton Science**, v.7, p.148-155, 2003.

OOSTERHUIS, D. M. **Growth and development of a cotton plant**. Fayetteville: University of Arkansas Cooperative Extension Service, 1992. 24 p.

REDDY, K. R.; BOONE, M. L.; REDDY, A. R.; HODGES, H. F.; TURNER, S. B.; McKINION, J. M. Developing and validating a model for plant growth regulator. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, n. 6, p. 1100-1105, 1995.

REDDY, V. R.; TRENT, A.; ACOCK, B. Mepiquat chloride and irrigation versus cotton growth and development. **Agronomy Journal**, Madison, v. 84, n. 6, p. 930-933, 1992.

REICHARDT, K. A água em sistemas agrícolas. Editora Manole LTDA. São Paulo, Brasil. 188 p, 1990.

ROSOLEM, C. A. **Ecofisiologia e manejo da cultura do algodoeiro**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 147-160. (Boletim, 4).

SOARES, J.J. Fitorreguladores e remoção da gema apical no desenvolvimento do algodoeiro. **Scientia Agricola**, v.56, p.627-630, 1999

SOUZA, C.C. de. Avaliação de métodos de determinação de água disponível em diferentes solos na cultura do algodoeiro herbáceo. Areia: CCA/UFPB, 1999, 84p. Dissertação Mestrado.

STEWART, A.M.; EDMISTEM, K.L.; WELLS, R.; YORK, A.C.; JORDAN, D.L. Wick applicator for applying mepiquat chloride on cotton: II. Use in existing mepiquat chloride management strategies. **Journal of Cotton Science**, v.5, p.15-21, 2001.

STUART, B.L.; ISBELL, V.R.; WENDT, C.W.; ABERNATHY, J.R. Modification of cotton water relations and growth with mepiquat chloride. **Agronomy Journal**, Madison, v.76, n.4, p. 651-655, 1984.

STEWART, M. A.; EDMISTEM, K. L.; WELLS, R.; JORDAN, D. L.; YORK, A. C. Wick applicat or for applying mepiquat chloride on cotton: I. Rate response of wick and spray delivery systems. **Journal of Cotton Science**, Bossier City, v. 5, n. 1, p. 9-14, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 954 p.

ZANON, G. D. **Manejo de cultivares de algodoeiro em densidade populacional variável com o uso de regulador de crescimento**. Piracicaba, 2002, 75f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

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

