



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

GETÚLIO TAKASHI NAGASHIMA

**CLORETO DE MEPIQUAT APLICADO EM SEMENTES DE  
ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum* L. *raça latifolium*)**

---

Londrina  
2008

**GETÚLIO TAKASHI NAGASHIMA**

**CLORETO DE MEPIQUAT APLICADO EM SEMENTES DE  
ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum* L. *raça latifolium*)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação,  
em Agronomia da Universidade Estadual de  
Londrina, como requisito parcial à obtenção do  
título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Édison Miglioranza  
Co- Orientador: Dr. Celso Jamil Marur

Londrina  
2008

**Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

N147c Nagashima, Getúlio Takashi.

Cloreto de mepiquat aplicado em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium*) / Getúlio Takashi Nagashima. – Londrina, 2008.

80f. : il.

Orientador: Édison Miglioranza.

Co-orientador: Celso Jamil Marur.

Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2008.

Inclui bibliografia.

1. Algodão – cultivo – Teses. 2. Sementes – Reguladores de crescimento – Teses. 3. Estresse hídrico – Teses. I. Miglioranza, Édison. II. Marur, Celso Jamil. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU 633.511

**GETÚLIO TAKASHI NAGASHIMA**

**CLORETO DE MEPIQUAT APLICADO EM SEMENTES DE  
ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum* L. *raça latifolium*)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação,  
em Agronomia da Universidade Estadual de  
Londrina, como requisito parcial à obtenção do  
título de Doutor em Agronomia.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Claudemir Zucareli – UEL

---

Prof. Dr. Odair Moraes – UEL

---

Prof. Dr. Pedro Soares Vidigal Filho – UEM

---

Dr. Fábio Suano de Souza – IAPAR

---

Dr. Lauro Akio Okuyama – IAPAR

---

Prof. Dr. Osmar Rodrigues Brito – UEL

---

Prof. Dr. Édison Miglioranza – Orientador  
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, 01 de agosto de 2008.

À minha esposa Michiko, pelo incentivo, dedicação, amor incondicional e muitas vezes pela

abdicação de seus sonhos para que eu os tivesse;

Às minhas filhas, Agnes e Luciene, pelo amor, compreensão e apoio;

Aos meus pais Katsumi (*in memoriam*) e Mitico pela vida, influência na minha formação

pessoal, mostrando os valores e princípios morais, os quais levo sempre comigo,

**DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

À Deus.

À Universidade Estadual de Londrina (UEL) pela oportunidade em realizar o curso e pela infra-estrutura disponibilizada.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, pelo apoio financeiro e por tratar a pós-graduação de forma séria e profissional.

Ao meu Orientador, Professor Dr. Édison Miglioranza, pela orientação, amizade, muita paciência e pela imensa contribuição para o meu crescimento pessoal e profissional.

Ao meu Co-orientador, Dr. Celso Jamil Marur, pela amizade, incentivo e pela co-orientação na realização dos trabalhos.

Ao Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar) pela cessão do terreno e estrutura necessária para a implantação e condução dos experimentos.

À Coordenadora do Curso de Pós-Graduação, Dr<sup>a</sup>. Carmen Silva Vieira Janeiro Neves, pela ajuda em todas as ocasiões solicitadas.

À minha família, em especial aos irmãos, Lucila, Edson, Regina e Mauro, e à família da minha esposa, por me tratarem como um filho verdadeiro, pelo apoio e incentivo, fontes fundamentais de inspiração para alcançar meus objetivos profissionais e pessoais.

Aos pesquisadores e professores amigos, Ruy Seiji Yamaoka, Celso Luiz Hohmann, Wilson Paes de Almeida e Inês Cristina de Batista Fonseca.

A todos os professores e funcionários do Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, pela ajuda e período de convivência.

Aos funcionários do Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), em especial a Namir Filipin Soler e Inês Fumiko Ubukata Yada.

Aos colegas dos cursos de Mestrado e de Doutorado em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, pelo excelente convívio e pela troca de conhecimentos.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e para que essa etapa da minha vida pudesse ser concretizada.

NAGASHIMA, Getúlio Takashi. **Cloreto de mepiquat aplicado em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium*)**. 2008. 92f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

## RESUMO

A tecnologia de embebição de sementes em solução com regulador de crescimento para a obtenção de plantas de algodão com porte reduzido desde a emergência vem sendo utilizada, de maneira experimental, para auxiliar no manejo da altura da planta, principalmente quando semeadas em espaçamentos estreitos. Quatro experimentos foram conduzidos com o objetivo de verificar os efeitos da embebição de sementes em solução com Cloreto de Mepiquat (CM) sobre o crescimento e o desenvolvimento da cultura do algodão, seu efeito sob estresse hídrico, sobre diferentes cultivares e diferentes métodos de aplicação na semente de algodão. O primeiro experimento objetivou avaliar o comportamento de plantas de algodão originadas de sementes da cultivar IPR 120 tratadas com regulador de crescimento à base de CM, via embebição, nas concentrações de 5,0 e 20 g i.a. kg<sup>-1</sup> de sementes e testemunha sem nenhum tratamento submetidas a estresse hídrico a partir da emergência. Analisou-se também o efeito da embebição de 15 g i.a. kg<sup>-1</sup> de sementes e sementes embebidas em água destilada e sujeitas ao estresse hídrico após 30 dias da emergência de plantas de algodão. O segundo experimento, com objetivo de avaliar formas de aplicação de regulador de crescimento CM à semente, utilizou a linhagem PR 02-307 (Iapar) com seguintes tratamentos: 1) controle - sementes sem qualquer tratamento; 2) sementes embebidas por 5 horas em solução contendo 7,5 g i.a. kg<sup>-1</sup> de sementes de CM; 3) sementes embebidas por 5 horas em solução com 3,75 g i.a. kg<sup>-1</sup> de sementes de CM; 4) aplicação direta de 7,5 g i.a. kg<sup>-1</sup> de sementes de CM e 5) aplicação direta de 3,75 g i.a. kg<sup>-1</sup> sementes de CM, cultivados em vasos, em condições de casa de vegetação. No terceiro experimento, em condições de casa de vegetação, foram avaliados os efeitos da aplicação do CM via sementes, utilizando a embebição em solução contendo 2,0 g i.a. 100 mL<sup>-1</sup> de água em cinco cultivares (IRP 120, IAC 24, CD 405, Delta Opal e Fibermax 966) visando a caracterização dessas cultivares quanto a resposta ao tratamento. O quarto experimento foi realizado para avaliar o efeito da prévia embebição de sementes em solução de CM e o desempenho das plantas em condições de cultivo em campo utilizando espaçamento entre linha de plantas de algodão ultra-adensada, de 0,30 m, empregando sementes da cultivar IPR 120 embebidas por 12 h em solução contendo CM nas doses de 0,0; 3,75; 7,5 e 15 g i.a. kg<sup>-1</sup> de sementes e com utilização e não do regulador via aplicação foliar em pulverizações subseqüentes após 32 dias da emergência. Pode-se concluir que: o metabolismo das plantas originadas de sementes embebidas em CM não foi prejudicado na ocorrência de um estresse hídrico e as plantas suportaram por um período maior quando comparado ao tratamento sem aplicação de CM. Além disso, a aspersão direta de sementes com regulador de crescimento CM apresentou efeitos similares à embebição, não necessitando de secagem após o tratamento. As cultivares responderam diferentemente ao regulador de crescimento à base de CM. Em cultivo em condições de campo, a embebição do regulador CM manteve a altura de plantas de algodão reduzidas por até 80 dias após emergência, não afetando a produção de algodão em caroço e, com aplicações foliares, a altura reduzida foi mantida até a colheita.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum* r. *latifolium*. Regulador de crescimento. Modo de aplicação. Estresse hídrico. Cultivares. Adensamento.



NAGASHIMA, Getúlio Takashi. **Mepiquat Chloride applied in cotton seeds (*Gossypium hirsutum* L. *raça latifolium*)**. 2008. 92f. Thesis (Doctor in Agronomy) – Londrina State University, Londrina, 2008.

## ABSTRACT

Soak seeds technology in solution with plant growth regulator aiming cotton plants with reduced load since emergency has been used, in an experimental way, to aid in handling of plant height, mainly when planted in narrow spacing. Four experiments were conducted with the objective of verifying the effects of soak seeds in solution with Mepiquat Chloride (MC) on cotton growth and development, its effect under water stress, on different cultivars and different application methods on cotton seed. The first experiment had as objective to evaluate cotton plants originated from IPR 120 seeds treated with MC, through soak, in rates of 5,0 and 20 g a.i. kg<sup>-1</sup> of seeds and a control without any treatment, submitted to water stress starting from the plant emergency. Soak effect of 15 g a.i. kg<sup>-1</sup> of seeds and seeds soaked in distilled water and submitted to water stress 30 days from emergency were also analyzed. The second experiment had the objective of evaluating methods of MC application on the seed using the lineage PR 02-307 (Iapar) with following treatments: 1) control - seeds without any treatment; 2) seeds soaked for 5 hours in solution containing 7,5 g a.i. kg<sup>-1</sup> of seeds of MC; 3) seeds soaked for 5 hours in solution with 3,75 g a.i. kg<sup>-1</sup> of seeds of MC; 4) direct application of 7,5 g a.i. kg<sup>-1</sup> of seeds of MC and 5) direct application of 3,75 g a.i. kg<sup>-1</sup> seeds of CM, grown in pots, in greenhouse conditions. In the third experiment, in greenhouse conditions, the effects of MC application through seeds were evaluated, using soak in solution containing 2,0 g a.i. 100 mL<sup>-1</sup> of water in five cultivars (IRP 120, IAC 24, CD 405, Delta Opal and Fibermax 966) aiming characterization of those cultivars according their response to the treatments. The fourth experiment was accomplished to evaluate seeds previous soak effect in MC solution and plants performance in field conditions using ultra narrow spacing of 0,30m, with IPR 120 seeds soaked by 12 h in solution containing MC in the rates of 0,0; 3,75; 7,5 and 15 g a.i. kg<sup>-1</sup> of seeds using or not the regulator through leaves application in subsequent spraying 32 days after emergency. It's possible to conclude that: plants metabolism originated from seeds soaked in MC was not harmed when a water stress occurred and plants supported stress situation for a larger period when compared to the treatment without MC application. Besides, direct aspersion of seeds with MC presented similar soak effects, not being necessary drying after the treatment. Different cultivars had different responses to MC. In field conditions, MC soak maintained cotton plant height reduced for until 80 days after emergency, not affecting cotton yield and, with leaf applications, reduced height was maintained until harvest.

**Keywords:** *Gossypium hirsutum* r. *latifolium*. Plant growth regulator. Application method. Water stress. Cultivars. Narrow spacing.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	12
<b>4 ARTIGO A – CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO ALGODOEIRO ORIGINADO DE SEMENTES EMBEBIDAS COM CLORETO DE MEPIQUAT SOB ESTRESSE HÍDRICO</b> .....	29
4.1 RESUMO E ABSTRACT .....	29
4.2 INTRODUÇÃO .....	31
4.3 MATERIAL E MÉTODOS .....	32
4.3.1 Estresse hídrico após emergência das plântulas .....	32
4.3.2 Estresse hídrico aos 30 dias da emergência das plântulas .....	33
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	34
4.4.1 Estresse hídrico após emergência das plântulas .....	34
4.4.2 Estresse hídrico aos 30 dias da emergência das plântulas .....	38
4.5 CONCLUSÕES .....	42
4.6 REFERÊNCIAS .....	43
<b>5 ARTIGO B – FORMAS DE APLICAÇÃO DE CLORETO DE MEPIQUAT EM SEMENTES DO ALGODOEIRO</b> .....	45
5.1 RESUMO E ABSTRACT .....	45
5.2 INTRODUÇÃO .....	47
5.3 MATERIAL E MÉTODOS .....	48
5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	49
5.5 CONCLUSÕES .....	52
5.6 REFERÊNCIAS .....	53
<b>6 ARTIGO C – RESPOSTAS DE CULTIVARES DE ALGODÃO AO CLORETO DE MEPIQUAT APLICADO VIA EMBEBIÇÃO DE SEMENTES</b> .....	55
6.1 RESUMO E ABSTRACT .....	55
6.2 INTRODUÇÃO .....	57
6.3 MATERIAL E MÉTODOS .....	58

6.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	59
6.5 CONCLUSÕES .....	64
6.6 REFERENCIAS .....	65
<b>7 ARTIGO D – CLORETO DE MEPIQUAT VIA EMBEBIÇÃO DE SEMENTES E APLICAÇÃO FOLIAR NO DESEMPENHO DO ALGODOEIRO EM ESPAÇAMENTO ULTRA-ESTREITO.....</b>	<b>67</b>
7.1 RESUMO E ABSTRACT.....	67
7.2 INTRODUÇÃO .....	69
7.3 MATERIAL E MÉTODOS .....	70
7.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	72
7.5 CONCLUSÕES.....	78
7.6 REFERÊNCIAS .....	79
<b>8 CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>81</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>82</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>91</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O algodoeiro é uma das plantas mais antigas domesticadas pelo homem, tendo o registro do seu uso pela humanidade há mais de 4.000 anos.

Atualmente, as fibras de algodão (*Gossypium hirsutum* L. *raça latifolium*) vestem mais de 40% da humanidade e o algodoeiro é cultivado em mais de 60 países, com uma área que ultrapassa a 34 milhões de hectares. A participação do algodão no mercado deve aumentar nos próximos anos devido à consciência global da preservação do meio ambiente, a crescente demanda por produtos naturais e o elevado preço do petróleo que é utilizado na fabricação de fibras sintéticas. No entanto, para ser mais competitiva numa economia globalizada, a cultura do algodão necessita de tecnologia cada vez mais avançada de forma a propiciar produtividades elevadas e reduções de custo.

Em parte das regiões produtoras, o índice pluviométrico elevado e a tecnologia adotada, como o uso intensivo de corretivos, fertilizantes e cultivares, proporcionam um crescimento intenso da parte vegetativa que pode levar a queda de produtividade e maior custo de produção.

Na atualidade, para obter um equilíbrio entre o crescimento vegetativo e reprodutivo das plantas, empregam-se reguladores de crescimento, contribuindo para que as cultivares tenham melhores condições de expressar todo o seu potencial produtivo.

Uma parcela da área destinada para o cultivo do algodão no mundo é formada de solo bastante depauperado pelo uso descompromissado com a conservação do agroecossistema, necessitando cada vez de maior quantidade de insumos e novas tecnologias para tornar a cultura do algodão economicamente interessante. Nestas condições, o cultivo utilizando espaçamento entre linhas mais estreito pode ser vantajoso, quando comparados aos espaçamentos convencionais, podendo reduzir os custos de produção e aumentar a rentabilidade em curto prazo.

As cultivares de algodoeiro apresentam porte acima de 1 m, dificultando a obtenção de plantas com estaturas que venham a atender a regra geral para o espaçamento entre linhas de  $2/3$  da altura máxima das plantas, principalmente em cultivo com espaçamentos entre linhas estreitas, sendo interessante que a planta receba o quanto antes o regulador de crescimento, o que poderia ser realizado, utilizando a mesma metodologia empregada no controle de pragas e doenças, tratando as sementes. Estudos recentes têm

comprovado a eficiência da embebição de sementes de algodão em solução contendo o Cloreto de Mepiquat, obtendo a redução do porte das plantas logo após a emergência.

A aplicação de regulador de crescimento CM via aplicação em sementes de algodão poderá auxiliar a implantação do adensamento da cultura, reduzindo o porte da planta desde a emergência das plântulas.

Após a emergência das sementes tratadas com regulador de crescimento CM pode ocorrer condições de estresse hídrico, o que faz surgir alguns questionamentos do efeito da aplicação do redutor de crescimento sobre as plântulas. Outro inconveniente deste processo é a necessidade de secagem da semente após um período de embebição para que a semeadura possa ser executada.

Diante dessas considerações, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da embebição de sementes com regulador de crescimento, sob estresse hídrico logo após a semeadura e 30 dias após o estabelecimento da cultura.

Objetivou-se também comparar o efeito do tratamento de semente via embebição e aspersão direta do produto Cloreto de Mepiquat nas sementes.

Outro objetivo foi avaliar o efeito da embebição do Cloreto de Mepiquat em sementes de algodão, em diferentes cultivares em condições de casa de vegetação e por fim, verificar o desempenho desta metodologia em condições de campo, em cultivo em espaçamento entre linhas ultra-estrito, com aplicação foliar subsequente do Cloreto de Mepiquat.

A tese está dividida em forma de artigos, a saber:

- Artigo 1: Crescimento e desenvolvimento do algodoeiro originado de sementes embebidas com Cloreto de Mepiquat sob estresse hídrico;
- Artigo 2: Formas de aplicação de Cloreto de Mepiquat em sementes do algodoeiro;
- Artigo 3: Respostas de cultivares de algodão ao Cloreto de Mepiquat aplicado via embebição de sementes; e
- Artigo 4: Cloreto de Mepiquat via embebição de sementes e aplicação foliar no desempenho do algodoeiro em espaçamento ultra-estrito.

E, antecedendo a apresentação dos referidos capítulos, encontra-se uma Revisão de Literatura de caráter geral.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

O algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.) é uma espécie com hábito de crescimento indeterminado, perene, com tendência de crescer continuamente. Apresenta complexidade morfológica extremamente grande, ostentando, durante o seu ciclo, eventos como crescimento vegetativo, aparecimento de gemas reprodutivas, florescimento e maturação de frutos (OOSTERHUIS, 1999; BELTRÃO; SOUZA 1999). Apresenta, portanto, uma forte competição interna pelos carboidratos oriundos da fotossíntese, sendo importante que estes eventos ocorram de modo balanceado (ROSOLEM, 2001).

A adequada disponibilidade de nutrientes e água, em condições de elevadas temperaturas, pode favorecer o excessivo crescimento vegetativo das plantas do algodoeiro, provocando o apodrecimento de frutos e a abscisão de estruturas reprodutivas, interferindo negativamente na produtividade da fibra e dificultando também o processo de colheita (RITCHIE et al., 2004).

Em solos com elevada fertilidade, as plantas de algodão apresentam um crescimento exuberante, dificultando o uso de espaçamentos adequados e a arquitetura da planta mais compacta, o que é mais adequada para a mecanização da colheita. Além disso, o excessivo crescimento vegetativo causa sombreamento no dossel inferior, e pode causar a abscisão precoce dos frutos (OOSTERHUIS, 2001).

A utilização de reguladores de crescimento para equilibrar o balanço de crescimento vegetativo e reprodutivo é uma das estratégias agronômicas, que pode contribuir com o aumento da produtividade e a uniformização do porte destas plantas, possibilitando as condições desejadas de cultivo (HODGES; REDDY; REDDY, 1991).

Os reguladores de crescimento sintéticos são compostos químicos que têm atuação na síntese de giberelinas nas plantas, hormônios estes responsáveis pela expansão das células, produzindo plantas mais compactas (TAIZ; ZEIGER, 2004). Conforme Sachs et al. (1960), o ácido giberélico está envolvido no processo de alongação celular dos caules, das folhas, das raízes, dos frutos e também da divisão celular.

A rota biossintética da giberelina é dividida em três etapas, ocorrendo cada uma em um compartimento celular. Na primeira etapa, são produzidos os precursores de terpenóides e *ent*-caureno nos plastídios, sendo a unidade biológica básica de isopreno, o isopentenil difosfato (IPP)<sup>2</sup>, que é usado na síntese da giberelina em tecidos clorofilados,

sendo sintetizado nos plastídios a partir de gliceraldeído-3-fosfato e do piruvato (LICHTENTHALER; ROHMER; SCHEWENDER, 1977).

Depois de sintetizadas, as unidades isoprenicas IPP são adicionadas para formar intermediários de 10 carbonos (geranil difosfato), de 15 carbonos (farnesil difosfato) e de 20 carbonos (geranilgeranil difosfato, GGPP), sendo o GGPP precursor de muitos compostos terpênicos e óleos essenciais. A rota para obtenção de giberelina torna-se específica somente após GGPP. Na segunda etapa, é sintetizada a primeira giberelina da rota em todos os vegetais e, portanto, precursor de todas as outras giberelinas no retículo endoplasmático e na terceira etapa, ocorre a formação de outras giberelinas a partir do GA12 e GA53 no citosol (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Segundo Taiz e Zeiger (2004) os compostos como CCC (Cloro de clorocolina), AMO-1618, Fosfon D e Cloro de Mepiquat (CM) são inibidores específicos da primeira etapa da biossíntese de giberelinas e são utilizados como reguladores de crescimento.

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) e apresenta em sua composição, o Cloro de 1,1 dimetilpiperidínio, com fórmula molecular  $C_7H_{16}NCl$  e peso molecular de 149,66, de coloração branca para amarelo leve, temperatura de fusão de  $223^{\circ}C$ , pouca toxicidade com  $LD_{50}$  para ratos adultos, que é de  $1.490 \text{ mg kg}^{-1}$  de peso vivo,  $LD_{50}$  dermal de  $7.800 \text{ mg kg}^{-1}$  de peso vivo, não apresentando efeitos teratogênicos, outras aberrações ou câncer sob condições experimentais

Apesar de não apresentar efeito na sensibilização da pele, foi notada uma baixa irritação nos olhos e na pele, sendo os riscos pela inalação excluídos sob condições práticas de uso. A toxicidade aguda, subaguda e a de longo prazo do CM são baixas e não apresentou nenhum efeito teratogênico ou oncogênico nos estudos até então executados (REG. DEP. AGRIC. CHEM. DIV., BASF JAPAN LTD., 1992).

Com o uso de CM há uma redução do alongamento celular, podendo ocorrer, também, redução de ramos produtivos e vegetativos, bem como a diminuição da área foliar (HOLDEN et al., 2004; REDDY; TRENT; ACOCK, 1992).

O CM tem sido utilizado tradicionalmente para o controle da altura de plantas em cereais e outras culturas (McCARTY; HEDIN, 1994) e em algodão é utilizado para promover o aumento da produção e maturidade (NICHOLS; SNIPES; JONES, 2003). Ele é absorvido na planta através das folhas, sendo translocado de forma ascendente e

descendente através do xilema e floema, e distribuído uniformemente por toda a planta, não sendo degradado na planta do algodão (REDDY; REDDY; HODGES, 1996). Segundo Holden et al. (2004) a movimentação do CM no interior da planta é rápida e cerca de 70 a 90% penetra na planta em período anterior a 8 horas após a aplicação, sendo móvel no interior da planta, distribuído rapidamente para áreas de crescimento, tais como as folhas e os ramos novos.

O uso de CM provoca modificações nas plantas de algodão, alterando alguns processos vitais nas mesmas.

Fernández, Cothren e McInnes (1992) avaliando o efeito do CM na economia de carbono e de água, concluíram que com o uso do regulador de crescimento, as plantas conservavam mais água, devido à redução da área foliar, e que em condições de estresse hídrico não foi observado redução na eficiência da assimilação do carbono.

Plantas tratadas com CM sob condições de estresse hídrico apresentaram valores significativamente maiores de clorofila e da assimilação de carbono, sendo que a aplicação do regulador de crescimento não intensificou os possíveis efeitos adversos do estresse em plantas de algodão (MARUR, 1998).

A relação entre o uso de regulador de crescimento e o acúmulo de carboxilases nas folhas de plantas de algodão é complexa e, muitas vezes, a taxa fotossintética é diminuída nos tratamentos submetidos ao CM, quando ocorre a redução na atividade da Ribulose-1,5-difosfato-carboxilase. A taxa de fotossíntese líquida foi reduzida em 25% em plantas com CM, em diversas doses aplicadas no estágio do primeiro botão floral (25 DAE), com as folhas apresentando maior teor de clorofila e resultando em parcial perda da capacidade fotossintética, pelo menos 20 dias após a aplicação de regulador de crescimento (REDDY; REDDY; HODGES, 1996).

A aplicação de 50 g ha<sup>-1</sup> do CM no início de florescimento foi efetuada para avaliar as modificações provocadas nas plantas e foi observada redução no tamanho das folhas, aumento no potencial de água das folhas e na pressão de turgor, alterando a relação entre a quantidade de CO<sub>2</sub> assimilado e a quantidade de água transpirada, aumentando a eficiência fotossintética da planta (STUART et al., 1984).

Zhao e Oosterhuis (2000) em experimentos realizados em dois anos agrícolas (1997 e 1998) em Arkansas (EUA), para determinar respostas fisiológicas e rendimento devido a aplicação foliar de CM e CM + *Bacillus cereus*, concluem que ambos os produtos foram eficientes na redução do porte das plantas, aumentou o teor de amido na folha, taxa de troca de CO<sub>2</sub> através da folha e não afetou a translocação de fotoassimilados das



folhas para as maçãs jovens, havendo um aumento da fotossíntese associado ao aumento da condutância estomática e aumento do peso específico da folha.

Para avaliar o efeito do CM na partição da biomassa em ambiente controlado, Fernández, Cothren e McInnes (1991) observaram que o uso do regulador de crescimento não afetou o acúmulo da biomassa, mas afetou a partição, por inibir o crescimento de ramos e caule e pela promoção do crescimento de raízes finas, e influenciou reduzindo a expansão foliar bem como a extensão da haste e pecíolo. Concluíram, também, que a combinação destes efeitos pode conferir uma melhor capacidade de suportar o déficit hídrico, pela redução da transpiração, pela menor área foliar e com maior sistema radicular, podendo assim explorar um maior volume de solo.

O efeito dos regimes de temperatura e do regulador de crescimento sobre a espessura da folha foi estudado utilizando plantas da cultivar Delta Opal sob duas doses de CM (15 e 30 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e três regimes de temperatura dia/noite (28/15; 32/22; 39/29 °C) em câmaras de crescimento por 21 dias (SOUZA et al., 2007). Segundo os autores, com o uso do regulador de crescimento há um espessamento maior da folha em relação à testemunha, independente das doses utilizadas. Em condições de alta temperatura, o efeito do regulador foi minimizado, provocando uma redução na taxa fotossintética.

Souza et al. (2005) para avaliar o efeito da temperatura na eficácia do CM, utilizaram a cultivar Delta Opal, semeada em vasos contendo areia e irrigação com solução de Hoagland, em condições de câmara de crescimento, utilizando um fotoperíodo de 12 horas e temperatura dia/noite de 30/20°C. Estas plantas foram pulverizadas com regulador de crescimento (0, 15 e 30 g i.a. ha<sup>-1</sup>) no estágio de botão floral (cabeça de fósforo) e submetidas a três regimes de temperaturas dia/noite (25/15°C, 32/22°C e 39/29°C). Os autores concluem que com aumento da temperatura há uma perda da eficácia do CM, mesmo nas doses maiores e maior percentagem na perda das estruturas reprodutivas (shedding), havendo uma correlação negativa entre temperatura elevada e fotossíntese.

A redução do crescimento das plantas, a melhoria na arquitetura, o aumento da retenção de frutos nas primeiras posições dos ramos frutíferos, aumentando a precocidade de abertura dos frutos, a melhoria da eficiência na colheita e na qualidade do produto colhido, são alguns dos benefícios potenciais do uso de CM (KERBY; HAKE; KEELEY, 1986; COTHREN; OOSTERHUIS, 1993).

A aplicação de CM reduz a altura de plantas, pelo encurtamento dos meristemas, resultando em plantas mais compactas, com coloração verde mais escura que

aquelas sem o regulador, com as maçãs localizadas nos ramos mais baixos, com índice de área foliar menor e encurtamento do ciclo (McCART; HEDIN, 1994).

Na cultura do algodoeiro, com o surgimento de novas cultivares, da utilização de semeadura adensada e da colheita mecânica, o uso de reguladores de crescimento tornou-se imprescindível, de forma a adequar as plantas às pulverizações para o controle de pragas e doenças, proporcionando mais precocidade ao algodoeiro e uniformizando o crescimento das plantas, o que facilita a penetração da calda no seu interior, melhorando o efeito dos tratamentos fitossanitários (SANTOS, 1998).

A redução no porte da planta de algodão é diretamente relacionada à dose aplicada do regulador de crescimento, sendo útil às culturas com perdas precoces de estruturas reprodutivas (shedding), causadas por ataque de pragas ou por outros fatores estressantes, e que reduzem os drenos reprodutivos, de modo que os carboidratos são utilizados para o crescimento vegetativo (HOLDEN et al., 2004).

Nas plantas de algodão que apresentam altura elevada e crescimento vegetativo vigoroso, a retenção de estruturas reprodutivas é menor, com a maturação dos frutos desuniforme, com excessiva podridão de frutos e colheita dificultada (JOST et al. 2006). Nas cultivares que apresentam crescimento vegetativo excessivo, os efeitos de CM foram benéficos. Por outro lado, nas de porte baixo o efeito do produto foi pouco significativo (CIA et al., 1984). Ferreira e Lamas (2006) confirmam também que em cultivares de porte elevado e ciclo mais longo, é mais visível o efeito dos reguladores de crescimento.

Durante três anos, em sete locais na Carolina do Norte (EUA), York (1983) avaliou o efeito de CM em 14 cultivares de algodão e constatou que as cultivares respondem diferentemente a este produto. Observaram também que as mesmas respostas ocorreram nos diferentes anos de cultivos e que não há interação entre cultivares e regulador de crescimento na percentagem e comprimento de fibras, peso das maçãs, peso das sementes, número de sementes por maçã, na altura das plantas ou na sua maturidade. O autor ressalta que a seleção das cultivares em avaliação não deve ser levada em consideração para a decisão de uso de reguladores de crescimento.

As recomendações de formas e de doses de aplicação do CM devem ser específicas, pois cada cultivar de algodoeiro herbáceo, intrinsecamente, detém particularidades próprias quanto à absorção de substâncias reguladoras do crescimento vegetal (SOUZA et al., 2005).

Zanqueta et al. (2004) no município de Selvíria, estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, estudando modos de aplicação de regulador de crescimento associado a diferentes

densidades de plantas (6, 10 e 14 plantas m<sup>-1</sup>) sobre o comportamento de cultivares de algodoeiro (IAC-22 e CNPA ITA 90), concluíram que dependendo da cultivar e da densidade de planta utilizada, o modo de aplicação de regulador (única ou parcelada) pode interferir na altura final das plantas.

Em duas cultivares de algodão (IAC-19 e IAC-20) que possuem características de porte e ciclo decrescentes nesta ordem, Santos, Barroso e Prado (1998) observaram que o regulador de crescimento CM provocou redução do porte de 13% em relação à testemunha, com efeito mais expressivo na cultivar descrito como de maior porte, com incremento de 300 kg ha<sup>-1</sup> de algodão em caroço.

Com o objetivo de estudar os efeitos da aplicação de regulador de crescimento (CM) sobre as cultivares de algodão (IAC-19, IAC-20 e IAC-21) aplicando-se ou não o regulador, Carvalho et al. (1999), concluíram que em ambos os experimentos, a cultivar IAC-20 mostrou-se com a menor altura do que IAC-19 e IAC-21, não ocorrendo diferenças de respostas à aplicação de regulador entre cultivares.

Em outro estudo, em três experimentos em campo em municípios paulistas no ano agrícola de 2000/2001, utilizando as cultivares Delta Opal, IAC-23 e Coodetec 401, Carvalho et al. (2005), utilizando e não o regulador de crescimento, asseveram que não houve interação entre regulador e cultivares, o que indica que o produto regulador pode ser recomendado independentemente das cultivares estudadas, pois além da redução na altura de plantas, pode promover o aumento da produção.

A dose adequada de regulador de crescimento CM se dá em função de cultivares. É a conclusão que chegaram Ferreira, Lamas e Barbosa (2005) após estudarem a melhor dose do regulador em diferentes cultivares (BRS Araçá, BRS Cedro, DeltaPenta, Fibermax 966 e BRS Buriti e a linhagem CNPA GO 2003-AR<sup>+</sup>). Segundo os autores, para a manutenção da altura do algodoeiro adequada entre 1,20 e 1,30 m, seriam necessários 45 gramas do princípio ativo do CM via pulverização foliar para a cultivar BRS Araçá e 95, 55, 27, 67 e 100 gramas para as cultivares BRS Cedro, DeltaPenta, Fibermax 966, linhagem CNPA GO 2003-AR<sup>+</sup> e BRS Buriti, respectivamente.

Dessa forma, para a tomada da decisão sobre o uso de reguladores de crescimento é indispensável analisar o potencial de crescimento vegetativo das plantas, o estágio de desenvolvimento, a taxa de crescimento, a retenção das estruturas reprodutivas, a fertilidade do solo, a quantidade de fertilizantes utilizada, a cultivar e o histórico da área, lembrando também que, entre os anos de cultivo, sempre ocorrem diferenças, o que deve ser considerado (LAMAS, 2007).

O monitoramento da altura de plantas de algodoeiro é útil para indicar o crescimento e o desenvolvimento da planta antes da aplicação do CM, podendo obter respostas positivas da aplicação do regulador de crescimento na produtividade, quando há um crescimento vegetativo excessivo. Restrições de água no início do ciclo foram tradicionalmente utilizadas para o propósito de restringir o desenvolvimento vegetativo mas podem reduzir a produção final. Este controle poderá ser adequado com o uso do CM, sem que a planta sofra estresse prematuro (HOLDEN et al., 2004).

Diversos critérios na decisão para a aplicação de reguladores de crescimento foram comparados, analisando suas influências sobre o crescimento e rendimento do algodoeiro. Segundo Mondino e Peterlin (2002) em trabalho desenvolvido na Argentina, o momento da aplicação é determinante no uso do produto, sendo o método da avaliação do comprimento de todos os internódios da haste principal da planta (> 4,5 cm) o que produziu os resultados mais equilibrados de crescimento e maiores rendimentos através do aumento no número e no peso de capulhos.

Landivar, Cothren e Livingston (1996) utilizaram a técnica do comprimento médio dos últimos cinco internódios da haste principal, para determinar o momento da aplicação de CM. Para tanto, os autores baseiam-se em duas suposições: primeiro, o crescimento máximo de cada internódio é alcançado no período entre 12 e 15 dias após o início do desenvolvimento, com 85% do crescimento ocorrendo nos primeiros cinco a seis dias, e segundo: o crescimento em altura da plantas segue um modelo sigmoidal. Os autores concluíram que o método é mais sensível para detectar mudanças no crescimento induzido pela aplicação do regulador de crescimento, e que também, a metodologia pode ser usada para quantificar o efeito do estresse hídrico e nutricional na alongação do ramo principal.

O princípio do índice de vigor (IV) para o monitoramento do desenvolvimento da planta foi recomendado por Holden et al. (2004), princípio este baseado em 13 trabalhos desenvolvidos entre os anos de 1982-1989, utilizando a cultivar Acala SJ-2, conduzidas sem estresse hídrico. Conforme os autores, o vigor da planta necessita ser monitorado imediatamente antes do aparecimento da primeira flor, conforme a equação:

$$IV = \frac{(A.A - A.S.A.)}{(N.S. - N.S.A.)}$$

onde IV é o índice de vigor; A.A é a altura de plantas atual; A.S.A. a altura de plantas na semana anterior; N.S. é o número de nós do caule atual e N.S.A. o de nós do caule na semana anterior. Se IV estiver entre 5,5 e 6,5 cm, haverá pequena resposta ao uso de CM, e

recomenda-se a dose de 200 mL ha<sup>-1</sup>. Para IV entre 6,5 e 7,5 cm e para valores acima de 7,5 cm por nó, respectivamente, devem ser aplicados 600 mL e 750 a 1.200 mL ha<sup>-1</sup>.

Tradicionalmente, a aplicação de reguladores de crescimento é feita via pulverizações foliares, podendo a dose recomendada ser aplicada de uma só vez ou parcelada de modo seqüencial, proporcionando desta maneira, uma maior redução da altura das plantas (FURLANI JR et al., 2003). Para a aplicação única de CM, a época a ser efetuada é no início da floração (BILES; COTHREN, 2001; COOK; KENNEDY, 2000).

A recomendação do regulador de crescimento CM, quando em aplicação única, na dose de 1,0 L do produto comercial (50 g i.a. L<sup>-1</sup>), deve ser iniciada quando a lavoura de algodoeiro apresentar 8-10 flores por metro linear ou com porte de 0,60 m. Para aplicação seqüencial, as doses deverão ser fracionadas em 2 ou 4 aplicações, baseadas na dose única, com a primeira aplicação quando 50% das plantas se encontrarem no estágio B<sub>1</sub> (MARUR; RUANO, 2001). A segunda aplicação deverá ocorrer de 10 a 15 dias da primeira, quando houver a retomada do crescimento, evitando o uso do regulador de crescimento na presença de estresse de qualquer natureza (BASF, 2003).

O momento da primeira aplicação é decisivo para que se obtenha sucesso com aplicação de reguladores de crescimento no algodoeiro. Segundo Lamas (2001), havendo atraso na primeira aplicação, a altura das plantas do algodoeiro no final do ciclo foi semelhante ao tratamento que não recebeu regulador de crescimento. Holden et al. (2004), salientam que a época da primeira aplicação do produto apresenta a maior influência em seu desempenho. A aplicação na dose de 600 mL ha<sup>-1</sup> do CM na época do aparecimento da primeira flor tem apresentado o mesmo efeito que 1.000 mL aplicados 10 dias mais tarde, devido ao rápido crescimento da planta nesta fase, o que reduz o nível de concentração do produto no interior da planta. Por outro lado, segundo os mesmos autores, as múltiplas aplicações têm o mesmo benefício em cultivos adensados, quando há um excessivo crescimento vegetativo.

Nas cultivares de crescimento vigoroso, a primeira aplicação deve ser feita quando as plantas apresentarem de 6 a 8 nós e para cultivares de porte mais baixo e com crescimento menos vigoroso, de 8 a 10 nós acima do cotiledonar (LAMAS, 2007). Para aplicação seqüencial, inicia-se próximo aos 40-50 dias após emergência (DAE), com as plantas apresentando uma altura média de 0,60 a 0,65 m (LAMAS, 2001; ATHAYDE; LAMAS, 1999; LACA-BUENDIA, 1989).

Diversas doses de CM e Cloreto de Chlormequat foram comparadas por Laca-Buendia (1989), em aplicação única e parcelada e foi constatado que o uso de 100 g i.a.

ha<sup>-1</sup> de CM e doses de 25 + 25 g i.a. ha<sup>-1</sup> de Cloreto de Chlormequat reduziram a altura de plantas de algodão em 31,3 e 28,8%, comparados com a testemunha, respectivamente.

Quando aplicadas parceladamente, utilizando três doses (1,0; 2,0 e 3,0 L ha<sup>-1</sup>), em duas cultivares de algodão (IAC-23 e Delta Opal), e três densidades de plantas (6, 9 e 12 plantas por metro linear) em espaçamento entre linhas de 45 cm, Carvalho et al. (2005) concluíram que doses elevadas de regulador de crescimento CM promovem redução mais acentuada na altura de plantas.

Visando estudar os efeitos de densidade de plantas, doses de nitrogênio em cobertura e modos de aplicação de regulador vegetal em uma única aplicação no início de florescimento do algodoeiro e parcelada em quatro vezes, com aplicações iniciadas aos 30 dias da emergência, Furlani Júnior et al. (2003) encontraram que a aplicação parcelada de regulador vegetal é mais eficiente na redução do crescimento que a aplicação única.

Yamaoka (1982), empregando três formas de aplicação de CM, aos 40 DAE, 60 DAE, 40 e 60 DAE ( $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$ ) e dose de 50 g ha<sup>-1</sup>, observou que a aplicação do regulador de crescimento, independente do modo, reduziu a altura das plantas do algodoeiro, sendo que a aplicação total aos 40 DAE foi prejudicial à produção de algodão em caroço. Por outro lado, com o parcelamento, a aplicação resultou em ganho de produtividade.

Com objetivo de comparar os efeitos de dois reguladores de crescimento, CM e Cloreto de Chlormequat, com aplicações isoladas e combinadas iniciadas aos 45 dias após emergência, Lamas (2001) observou que o parcelamento proporciona maior redução da altura de plantas e maior peso de capulhos, não havendo efeito da combinação de produtos na redução do porte.

Segundo Cia et al. (1984), a dose única de 50 g ha<sup>-1</sup> de CM não diferiu da testemunha, ao contrário do que ocorreu com a aplicação parcelada, em cultivares com grande desenvolvimento vegetativo, o que sugere que o método do parcelamento seja mais eficiente. Furlani Júnior et al. (2003) relatam que a aplicação parcelada de CM é mais eficiente que a aplicação única, em termos de limitação do crescimento do algodoeiro, pois propicia maior massa média de capulhos.

Pereira, Beltrão e Oliveira (2002) estudando o efeito de doses de CM (50 e 75 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e do parcelamento, iniciado aos 10 DAE; 10 e 20 DAE; 10, 20 e 30 DAE; 10, 20, 30 e 40 DAE sobre as características agrônômicas da cultivar de algodoeiro CNPA 97-2865 em condições irrigadas, concluíram que as doses e o fracionamento precoce do regulador de crescimento não promoveram mudanças substanciais na altura da planta, peso de capulhos e rendimento.

Ao estudar o efeito de diferentes doses de CM (0, 60 e 120 g ha<sup>-1</sup>) e épocas de aplicação (50, 65 e 80 DAE), Nóbrega et al. (1999) verificaram que não houve a interferência das doses na altura de plantas e rendimento de algodão em caroço. No entanto, constataram que a aplicação aos 50 DAE proporcionou maior redução do comprimento dos meritalos e que a altura das plantas do algodoeiro foi menor com aplicações aos 50 e 65 DAE quando comparada com a aplicação efetuada aos 80 DAE.

Diversos 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.

Redução no número de nós na haste principal da planta do algodoeiro, diretamente proporcional à dose aplicada, é obtida com o uso de CM, não resultando necessariamente em uma produtividade menor, pois a redução nos nós ocorre em porção pouco produtiva da planta, onde freqüentemente não há tempo suficiente para o amadurecimento dos frutos (HOLDEN et al., 2004).

Athayde e Lamas (1999) avaliando o efeito de CM aplicadas de forma parcelada, concluíram que além da redução da estatura de plantas o regulador de crescimento proporcionou uma redução no comprimento dos ramos e um melhor equilíbrio entre as partes reprodutivas e vegetativas.

A aplicação parcelada do regulador de crescimento propiciou a obtenção de plantas de algodoeiro com o diâmetro médio do caule inferior aos obtidos quando se aplica o regulador em dose única (ZANQUETA, et al. 2004).

Com o objetivo de avaliar diferentes doses de regulador aplicadas parceladamente em algodoeiro, Lamas, Athayde e Banzatto (2000) obtiveram, com o aumento da dose do regulador de crescimento, redução na massa seca da folha, do caule e do total da parte vegetativa, do número de nós na haste principal, de ramos e de comprimento de ramos.

O efeito de CM na dose de 49 g i.a. ha<sup>-1</sup> no desenvolvimento do algodoeiro, sob tratamentos variáveis de irrigação e adubação, resultou não somente na redução da altura das plantas, mas no número de nós no ramo principal e no número de ramos secundários (REDDY; TRENT; ACOCK, 1992). Entretanto, avaliando diversas doses de CM e Chlormequat, Laca-Buendia (1989) não obteve diferenças significativas para a altura da inserção e no número de ramos produtivos. Zanon (2002) utilizando regulador de crescimento CM nas doses de 450 a 650 mL ha<sup>-1</sup> do produto comercial verificou redução do comprimento

dos ramos frutíferos sem interferir no número de ramos vegetativos basais e na altura da inserção do primeiro ramo frutífero.

As plantas tratadas com CM tiveram o comprimento dos ramos do quinto, sétimo, nono e décimo primeiro nó reduzido, evidenciando que o efeito do regulador é maior nas partes da planta que apresentam ativo crescimento, sendo vantajoso, pois com o encurtamento dos ramos tem-se maior retenção nas primeiras posições dos ramos (ATHAYDE; LAMAS, 1999).

Rosolem (2001) baseado em resultados de experimento conduzido nos anos agrícolas 1999/2000, utilizando a cultivar ITA 90, em espaçamento entre linhas de 0,90 m e população de 88.000 plantas por hectare, obteve 67% da produção e do valor da produção localizados em frutos da posição um dos ramos frutíferos, 28% na posição dois e apenas 5% na posição três ou superior. Cook e Kennedy (2000) constataram que o uso de CM aumentou a retenção e a produção nos nós da posição dois e em ramos das posições inferiores.

Experimentos em campo em diversos municípios paulistas foram conduzidos por Cruz et al. (1982), que observaram que o emprego de regulador de crescimento reduziu o crescimento dos ramos laterais, melhorando as condições para a formação dos capulhos, com tendência de aumentar a produção de algodão em caroço.

Comparando dois reguladores de crescimento (CM e PGR-IV) aplicados isoladamente e em combinação, em uma única aplicação e aplicação seqüencial, Biles e Cothren (2001) observaram que a aplicação desses produtos influenciou positivamente o florescimento e que a percentagem de sobrevivência de flores não é diferente entre os tratados e não tratados, sendo em função da maior retenção de estruturas reprodutivas antes do florescimento e não pela sobrevivência de frutos após floração.

Em função da alteração no balanço entre ramos vegetativos e produtivos, o uso do regulador de crescimento favorece o segundo, produzindo plantas mais compactas, o que permite o uso de maiores populações (REDDY; BAKER; HODGES, 1990).

Uma das características principais de redução do custo de produção de algodoeiro, em cultivo utilizando espaçamento ultra-adensado é a colheita com colhedora “stripper” que, apresenta custo de aquisição mais baixo que as convencionais (LANDIVAR; DONATO, 2000).

Quando cultivados em espaçamentos estreitos e com altas densidades de plantas, a lavoura de algodão necessita teoricamente de poucas maçãs por planta e produção em curto período de tempo (BUXTON; PETERSON; BRIGGS, 1979; BADER et al., 1999), reduzindo custos e aumentando a produção e torna-se uma alternativa viável para os



cotonicultores (RENCK; HUDSON; MARTIN, 2000). Segundo Allen et al. (1998) solos considerados marginais (degradados) para a cultura do algodoeiro, podem ser melhores aproveitados adotando-se o espaçamento entre linhas ultra-estrito.

Segundo Nichols, Snipes e Jones (2003) o cultivo do algodoeiro em sistema ultra-adensado requer semeadura em espaçamento entre linhas inferior a 0,38 m com uma população variando de 173.000 a 297.000 plantas por hectare.

Em lavouras de algodoeiro implantadas no sistema ultra-estrito (0,38 m) e convencional, Landivar e Donato (2000) afirmam que o fechamento ocorre 40 dias após a emergência no sistema ultra-estrito e em 70 dias no convencional, favorecendo o controle de plantas daninhas, reduzindo a evaporação de água do solo. Mesmo que a maior interceptação da radiação solar aumente a transpiração, a mudança na proporção de evaporação do solo e da transpiração através das plantas aumenta a eficiência no uso da água, fato confirmado por Prince, Livingston e Landivar (1999).

Cawley et al. (1999) relataram que o espaçamento reduzido resultou em plantas de algodão mais compactas e com menor número de capulhos por planta; no entanto, o aumento da densidade de plantas na mesma área garantiu que as produções fossem iguais ou superiores às obtidas com espaçamentos maiores.

Na viabilização da semeadura de algodão em espaçamento ultra-adensado, é necessária a criação de cultivares de menor porte ou a aplicação de tecnologia adequada, interagindo a população de plantas com regulador de crescimento, adubação e eficiente aplicação de defensivos (YAMAOKA et al. 2001).

Relatos indicam que pouco é conhecido a respeito de cultivares indicadas para produção em espaçamento ultra-estrito (WRIGHT et al., 2005). Para Perkins (1998), as cultivares mais recomendadas para cultivo em sistema ultra-adensado, são aquelas que apresentam um porte reduzido e colunar, com tendência de limitar-se a um fruto por ramo frutífero, localizados na posição 1. Plantas com conformação colunar, semi-cluster são indicados por Prince, Livingston e Landivar (1999).

Experimentos conduzidos de 1998 a 2000 em Stoneville, MS (EUA), para avaliar o efeito do espaçamento entre linhas e aplicações de CM em quatro sistemas (quatro aplicações de 0,29 L ha<sup>-1</sup>, duas de 0,58, quatro de 0,58 e quatro de 0,88 L ha<sup>-1</sup>), cultivados em 0,19; 0,36 e 0,76 m entre linhas em 1998, 0,25; 0,38 e 0,76 m em 1999 e 2000, Nichols, Snipes e Jones (2003) concluíram que com uso de CM, a produção teve incremento em dois anos. Em geral, a redução do espaçamento entre linhas e o uso de regulador de crescimento não afetou a qualidade das fibras; porém, em muitos casos houve uma redução do

“micronaire” em espaçamentos mais estreitos, mas dentro de valores aceitáveis. Os autores consideram o uso de CM como uma ferramenta desejável para gerenciamento do controle do crescimento das plantas, especialmente em campos com histórico excessivo de crescimento vegetativo do algodoeiro.

Em condições de campo em Multan, Paquistão, Iqbal et al. (2004) avaliaram o efeito do espaçamento entre linhas (0,25; 0,50 e 0,75 m) e quatro sistemas de aplicação de CM (4 x 123, 2 x 246, 4 x 246 e 4 x 370 mL ha<sup>-1</sup>) e testemunha sem aplicação do regulador de crescimento, obtendo altura de plantas maior em parcelas onde não foi aplicado o produto. A produção de algodão foi maior em espaçamentos mais estreitos (0,25 e 0,50 m), quando comparados com 0,75 m. Esses autores concluem que embora a aplicação de CM não cause um aumento de produção, a sua utilização é desejável em cultivo de algodoeiro em espaçamentos ultra-estritos, principalmente em locais com histórico de crescimento excessivo de plantas e que a quantidade total de CM aplicado foi mais efetiva no manejo da altura de plantas de algodão comparado com número de aplicações.

Silva et al. (2006) avaliaram o efeito do crescimento e desenvolvimento da cultivar IAC 23 em espaçamento ultra-estrito, estrito e convencional (0,38; 0,76 e 0,95 m) e quatro densidades de plantas por metro linear (5, 8, 11 e 14), em Piracicaba (SP), e constataram interação significativa entre espaçamento e densidade para altura média das plantas, número de ramos frutíferos e de internódios, e que diferentes configurações de semeadura alteraram o crescimento e o desenvolvimento do algodoeiro.

Yamaoka et al. (2001) em Londrina, no estado do Paraná, com apenas uma aplicação de CM com densidade de 5, 7,5 e 10 plantas por metro linear e espaçamento entre linhas de 0,30; 0,60 e 0,90 m encontraram menor porte de plantas com em espaçamento de 0,30 m.

O comportamento de três cultivares de algodão com características morfológicas de ramificação distintas (IAC 24, Coodetec 405 e Deltapine 4049), em dois espaçamentos entre linhas (0,45 e 0,90 m) e com uso e não do regulador de crescimento (CM) foram avaliadas por Bolonhezi e Gomes (2003). Segundo os autores, independentemente do uso do regulador de crescimento, a produtividade das três cultivares de algodão não foi afetada em espaçamento de 0,45 m; o CM reduziu a altura de plantas.

Com a utilização de cinco espaçamentos entre fileiras de plantas, duas cultivares de algodão e populações variando de 100.000 a 500.000 plantas por hectare, cultivado em condições de campo no Nordeste brasileiro, Cardoso et al. (2004) concluíram

que o aumento da população reduziu linearmente a produção, a altura de plantas e o número de capulhos por planta.

Nos anos agrícolas de 2004 e 2005, em cinco locais em Carolina do Norte (EUA), utilizando três modos de aplicação de CM: a) 12 g i.a. ha<sup>-1</sup> aplicados em três vezes, espaçados de duas semanas, iniciando no estágio de primeiro botão floral; b) 24 g i.a. ha<sup>-1</sup> aplicados duas semanas antes e no estágio de uma flor branca por metro linear e c) 24 g i.a. ha<sup>-1</sup> aplicados no estágio de uma flor branca por metro linear e repetido duas semanas depois de cultivadas em espaçamento entre linhas de 0,38 e 0,97 m, Wilson Jr., York e Edmisten (2007) obtiveram redução de 11% na altura de plantas, maior retenção de frutos na posição 1 dos ramos frutíferos, e um número maior de maçãs por m<sup>2</sup> em espaçamento de 0,38 m comparados a 0,97 m. Independente do método de aplicação de regulador de crescimento houve uma redução na altura de plantas. A produção de pluma foi incrementada em 5% com espaçamento de 0,38 m, não apresentando efeito sobre outros fatores, tais como percentagem de fibras e “micronaire”. O modo de utilização do CM não surtiu efeito na produção e nem em outros fatores analisados.

A mínima diferença no crescimento e produção existente entre espaçamento entre linhas ultra-adensadas (0,19 e 0,38 m) e espaçamento convencional (0,76 e 1,01 m) não é um argumento conclusivo para sugerir um ou outro espaçamento exclusivamente, mas há a vantagem em cultivo, em condições de solo com histórico de crescimento vegetativo excessivo (JOST; COTHREN, 2001).

Com o objetivo de aumentar o rendimento, mediante o manejo de diferentes densidades para estabelecer o melhor balanço entre a produção de biomassa e o índice de colheita, Mondino, Peterlin e Garay (2001) verificaram que, para que o aumento da biomassa se expresse em rendimento, deve-se melhorar a partição, com fotoassimilados dirigidos a destinos de maior demanda (produção frutífera). Eles concluem que a otimização do rendimento é estabelecida pelo melhor balanço entre a produção de biomassa e o índice de colheita.

O estreitamento de linhas de semeadura para o manejo da população de plantas é uma técnica que pode resultar em incrementos na produção e redução de custo de produção, havendo, no entanto necessidade de desenvolvimento de tecnologias de aplicação que permitam a redução do porte das plantas o mais cedo possível.

Os resultados da aplicação do CM são influenciados diretamente pelas condições ambientais, e segundo Mateus, Lima e Rosolem (2004), no Brasil, a cotonicultura localiza-se em regiões onde o índice pluviométrico é de aproximadamente 2.000 mm anuais, e

a aplicação de regulador de crescimento nas condições com esse índice faz com que o produto aplicado seja lavado antes da absorção pelas plantas. Uma precipitação pluvial de 10 mm foi suficiente para lavar o produto da folha, havendo a necessidade de reaplicação do produto regulador de crescimento com a ocorrência da chuva até 16 h.

Zhao e Oosterhuis (2000) em trabalhos realizados em 1998 e 1999, com chuva simulada, concluíram que precipitação dentro de 8 h após aplicação de CM reduz significativamente a eficácia do produto no controle de crescimento vegetativo, pois a planta de algodão necessita de 12 h para absorver eficazmente o produto aplicado via foliar.

Utilizando três doses de CM (0, 15 e 30 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e quatro lâminas de chuva simulada (5, 10, 20 e 40 mm) e mais um tratamento sem chuva, Souza e Rosolem (2007) afirmaram que quanto maior a precipitação pluvial ocorrida após aplicação do regulador, maior será o comprometimento da ação do produto, interferindo no crescimento das plantas. Precipitações pluviais baixas como 5,0 mm ocorridas 90 minutos após aplicação do produto causaram prejuízo na ação do regulador.

Portanto, o uso da embebição de sementes de algodão com CM torna-se uma tecnologia para obtenção de plantas com menor estatura, e esta redução no porte ocorre desde a emergência (NAGASHIMA et al., 2005), sem riscos de perdas do produto por lavagem após ocorrência de chuvas e perdas por deriva em pulverizações foliares.

O potencial dos reguladores de crescimento CM e Cloreto de Chlormequat, em tratamento de sementes foi avaliado em Fayetteville, AR, (EUA) para reduzir o efeito negativo de Fluometuron, herbicida residual, em 1986 e 1987 (CORBIN; FRANS, 1991). Os autores embeberam por 3 h, 1 kg de semente em 2,0 L de água, utilizando uma concentração de 1.000 ppm, com temperatura variando de 20 e 25°C, e constataram que a altura das plantas de algodão foi reduzida por até três semanas após semeadura, com recuperação do crescimento até 9 semanas após plantio.

Xu e Taylor (1992) em Texas (EUA), em experimentos conduzidos em casa de vegetação utilizando plântulas de algodão regadas com soluções de CM e embebição de sementes em soluções de diversas concentrações de regulador de crescimento por 12 h a 20°C, concluíram que há real possibilidade para o uso deste redutor de crescimento para modificar os padrões de enraizamento e para aumentar a resistência das plântulas ao estresse hídrico. A embebição de sementes em solução contendo 500 mg kg<sup>-1</sup> de CM foi efetiva para modificar o desenvolvimento de raízes e aumentar a sobrevivência de plântulas sob condições de estresse hídrico.

Os efeitos de CM na iniciação e desenvolvimento de raízes laterais de plântulas de algodão foram estudados na China por Duan et al. (2004), utilizando sementes de algodão embebidas em solução contendo regulador de crescimento, na concentração de 400 mg L<sup>-1</sup> por 12 h com duas cultivares de algodão herbáceo, com as plântulas cultivadas em placas de vidro. O CM aumentou o número de raízes laterais, aumentando a concentração de auxina, zeatina e zeatina ribosídeo, razão fundamental para a indução de raízes laterais.

Nagashima et al. (2005) em Londrina, estado do Paraná estudaram, em condições de casa de vegetação, o efeito do tratamento de sementes de algodão, via embebição, com diferentes concentrações do regulador sintético de crescimento CM e três tempos de embebição, visando o controle do crescimento da planta já a partir da emergência. Esses autores verificaram que as sementes tratadas independentemente das doses e tempos de embebição resultaram em plantas com alturas reduzidas desde a emergência até o início do florescimento, evidenciando a possibilidade de que, em condições de campo, os tratamentos sejam aplicados satisfatoriamente no adensamento da cultura.

Estudos realizados na Austrália com o objetivo de avaliar em condições de campo o efeito do tratamento de sementes com CM, aplicado via embebição por 2,5 horas e aspersão direta do produto nas sementes, Yeates, Constable e McCumstie (2005) concluíram que o tratamento de sementes de algodão com regulador de crescimento é útil para a redução precoce do porte das plantas, obtendo redução e a duração diretamente relacionada à concentração utilizada. Segundo os autores, o método da embebição causou o dobro da redução da altura das plantas de algodão quando comparado com o método de aspersão direta na semente. O rendimento de algodão em pluma foi afetado com o uso de doses maiores (4 g kg<sup>-1</sup> de sementes), havendo atraso no desenvolvimento da cultura.

Com o objetivo de avaliar o efeito do tratamento de sementes com CM, embebidas durante uma noite, em soluções contendo 0, 500, 1.000, 1.500 e 2.000 mL L<sup>-1</sup> (sic) após trinta dias da semeadura, mantidas sob estresse hídrico por 9 dias, Iqbal et al. (2005) em Paquistão concluíram que todas as concentrações utilizadas mantiveram o crescimento radicular elevado, e menor massa fresca e seca das raízes. A embebição de sementes com CM foi efetiva para modificar o crescimento radicular e sua massa, e para aumentar a resistência da plântula ao estresse hídrico, auxiliando na sobrevivência de plântulas nestas condições.

Nagashima et al. (2007) em Londrina, Paraná, utilizaram sementes de algodoeiro da cultivar IPR 120 embebidas por 12 horas em soluções contendo CM, utilizando água deionizada, com temperatura de 24°C±0,5°C nas concentrações de 0; 0,5; 2,5; 5,0 e 7,5% (v/v) do produto comercial (50 g i.a. L<sup>-1</sup>). Avaliaram o efeito do tratamento em sementes

com CM no crescimento, desenvolvimento, e produção do algodoeiro em condições de campo. Os autores concluíram que nas concentrações utilizadas houve redução do porte das plantas até 31 DAE, sendo a redução relativa à dose utilizada. Ainda, segundo os autores, o tratamento de sementes reduziu a altura da inserção do nó cotiledonar, mas não influenciou na altura da inserção do primeiro ramo frutífero, no número total de ramos e no número total de ramos. Não houve efeito sobre a produção de algodão em caroço.

Com o objetivo de avaliar o efeito do CM na germinação das sementes, no crescimento das plantas de algodoeiro e o efeito deste produto em interação com fungicida, em diversas doses e diferentes métodos de aplicação, Lamas (2006) concluiu que o CM aplicado via sementes, reduziu a altura das plantas, da emergência até o início de florescimento, e a mistura de regulador de crescimento, fungicida e a interação entre estes fatores interferiram negativamente na altura, na percentagem de germinação e na massa seca de plantas de algodoeiro.

## 4. ARTIGO A: CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO ALGODOEIRO ORIGINADO DE SEMENTES EMBEBIDAS COM CLORETO DE MEPIQUAT SOB ESTRESSE HÍDRICO

### 4.1 Resumo

Sementes de algodoeiro tratadas com Cloreto de mepiquat (CM) podem ser usadas com sucesso para o controle do crescimento da planta desde a sua emergência. Esses efeitos podem mudar as respostas das plantas beneficiando ou prejudicando o estabelecimento da cultura, especialmente sob condições de estresse. Assim, o presente experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito do estresse hídrico no comportamento de plantas de algodão originadas de sementes embebidas em solução com regulador de crescimento à base de CM. Foram utilizadas concentrações de 5,0 e 20,0 g i.a kg<sup>-1</sup> de sementes embebidas durante 13 h e sementes sem tratamento submetidas a estresse hídrico a partir da emergência; embebição em 15 g i.a kg<sup>-1</sup> de sementes e sementes embebidas em água destilada por 10 horas e sujeitas ao estresse hídrico após 30 dias da emergência. Foram avaliados a altura de plantas de algodoeiro, a área foliar, o potencial de água, a taxa de fotossíntese líquida e transpiração. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, sendo os dados obtidos submetidos à análise de variância e regressão. Plantas provenientes de sementes tratadas com o regulador CM apresentaram menor crescimento em todos os períodos, e, com menor área foliar, economicamente transpiraram menos, o que resultou em economia na utilização da água, prolongando a sobrevivência das plantas. O tratamento de sementes de algodão com CM, além de resultar plantas de menor crescimento, mostrou-se promissor para minimizar os efeitos ambientais proporcionado por estigagens durante o estabelecimento e desenvolvimento vegetativo da cultura.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum* r. *latifolium*, regulador de crescimento, potencial de água, transpiração, fotossíntese.

## COTTON GROWTH AND DEVELOPMENT ORIGINATED FROM SOAK SEEDS WITH MEPIQUAT CHLORIDE UNDER WATER STRESS

### 4.1 Abstract

Cotton plant seeds treated with Mepiquat Chloride (MC) can be used successfully for plant growth control since their emergency. Plant response can be changed benefiting or damaging plants establishment, especially under stress conditions. Thus, this experiment was driven out with the objective of evaluating the effect of water stress on cotton plants originated from seeds soaked in solution with MC solution. Concentrations of 5,0 and 20,0 g a.i. kg<sup>-1</sup> of seeds were used, soaked during 13 hours and seeds without treatment submitted to water stress starting from the emergency; soak in 15 g a.i. kg<sup>-1</sup> of seeds and seeds soaked in water distilled by 10 hours and submitted to the water stress 30 days from emergency. They were appraised the Cotton plant height, leaf area, water potential, net photosynthesis and transpiration were evaluated. The experimental design was the completely randomized and the obtained data were submitted to variance analysis and regression. Plants from seeds treated with the MC presented smaller growth in all of the periods, and, smaller leaf area, lower transpiration, what resulted in water use economy, prolonging plants survival. Treatment of cotton seeds with MC, besides resulting plants of lower growth, was promising to minimize environmental effects provided by droughts during cotton crop establishment and vegetative development.

**Key-Words:** *Gossypium hirsutum* r. *latifolium*, growth regulator, water potential, transpiration, photosynthesis.



## 4.2 Introdução

Por ter um crescimento indeterminado, a altura das plantas de algodoeiro é influenciada pelas condições de fertilidade e de umidade do solo. Para evitar um porte excessivo e induzir a planta a entrar na fase reprodutiva, recomenda-se que produtos reguladores de crescimento sejam aplicados parceladamente, em intervalos que podem variar ao redor de três semanas.

O uso de regulador de crescimento na cultura do algodoeiro, especificamente o Cloreto de Mepiquat (CM) influencia o crescimento, a fotossíntese e a respiração (HODGES et al., 1991). O CM altera a partição de assimilados estimulando e inibindo determinadas partes da planta, oferecendo maior eficiência e maior tolerância ao estresse hídrico (COTHREN; OOSTERHUIS, 1993). Fernández et al. (1992), estudando a economia de carbono e de água com o uso do regulador de crescimento, concluíram que as plantas de algodoeiro tratadas com CM conservaram mais água devido à redução da área foliar. Entretanto, em termos práticos, na ocorrência de uma estiagem o crescimento da planta é normalmente reduzido, tornando desnecessária a aplicação do produto, até que o crescimento seja retomado.

A técnica de aplicação de regulador de crescimento via sementes no algodoeiro tem sido pesquisada, utilizando a embebição de sementes em soluções contendo o CM, como alternativa à aplicação via foliar feita usualmente. A vantagem desta metodologia é a segurança de que a planta terá seu crescimento diminuído desde a emergência independente de condições adversas para a pulverização, tais como o prolongado período de chuvas, que pode também lavar o produto recentemente aplicado (MATEUS et al., 2004). Nagashima et al. (2005) utilizaram sementes da cultivar IPR 120, submetidas a diferentes concentrações do produto comercial em três tempos de embebição e obtiveram plantas com baixa estatura desde a sua emergência, evidenciando a possibilidade de que, em condições de campo, os tratamentos sejam aplicados satisfatoriamente no adensamento da cultura.

Iqbal et al. (2005) embeberam por uma noite sementes de algodão em solução com diversas concentrações de CM e, trinta dias após a semeadura, submeteram a planta originada dessa semente a estresse hídrico por nove dias, quando então foram irrigadas novamente. Constataram que o uso do regulador aumentou o comprimento e a massa fresca e seca de raízes, e foi efetivo para a sobrevivência de plântulas sob estresse hídrico.

Estudando o efeito do CM na germinação e no crescimento das plantas quando as sementes de algodão foram tratadas com fungicidas, Lamas (2006) observou que o

regulador reduziu o crescimento de plantas de algodoeiro da emergência até o início do florescimento. Ressaltou também que esta metodologia pode ser usada especialmente em regiões onde, após a emergência, a probabilidade de ocorrência de estiagem é pequena.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do estresse hídrico imposto logo após a emergência das plântulas e também a partir dos 30 dias após a emergência, no comportamento do algodoeiro IPR 120 proveniente de sementes tratadas e não tratadas com o regulador de crescimento à base de CM via embebição.

### **4.3 Material e Métodos**

#### **4.3.1 Estresse hídrico após emergência das plântulas**

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação, no Instituto Agronômico do Paraná (Iapar) em Londrina, Paraná, Sul do Brasil (23°29'41,4''S e 51°12'5,5''W). O ensaio foi conduzido com 6 tratamentos, constituídos de 3 níveis de tratamento de sementes e dois tratamentos de estresse hídrico (com e sem), com seis repetições. Sementes do cultivar IPR 120 deslindadas quimicamente foram submetidas aos seguintes tratamentos: a) embebição durante 13 h em solução com CM na concentração de 5,0 g i.a. kg<sup>-1</sup> de sementes; b) embebição na concentração de 20,0 g i.a. kg<sup>-1</sup> de sementes e c) controle absoluto (semeadas diretamente no substrato). A embebição foi efetuada no dia 22 de novembro 2006, com temperatura da água destilada de 20 ±0,5° C, e gastos 550 mL da solução; logo após, as sementes foram secas em condições de sombra em local arejado.

Recipientes de PVC com 0,15 m de diâmetro e 0,60 m de comprimento, foram preenchidos com substrato formado por terra agricultável (latossolo vermelho distroférico) misturada com 1/3 do volume de areia e 1/3 de esterco de gado. Em cada recipiente três sementes foram semeadas na profundidade de 0,02 m. A semeadura ocorreu no dia 27 de novembro de 2006 e a emergência quatro dias após. Logo no início da emergência procedeu-se ao desbaste para permanência de uma plântula. Os recipientes foram diariamente regados até o dia seguinte da emergência, quando a irrigação foi suspensa. Os vasos tiveram a parte superior coberta com saco de polipropileno para evitar a evaporação da umidade, de modo que a água perdida fosse somente devido à transpiração das plantas.

Aos 22 e 29 dias após emergência foram avaliadas a altura e a área foliar (NAGASHIMA et al., 2005) das plantas de todos os tratamentos. Nestas mesmas datas, foram avaliados o potencial da água da folha, por meio de psicrômetros de termopar conectados a

um sistema de aquisição de dados; a taxa de fotossíntese líquida, por meio de um sistema portátil LI-COR, modelo LI-6200; e a transpiração, utilizando um porômetro LI-1600. Estas análises foram efetuadas somente nas plantas do tratamento controle absoluto e naquelas originadas de sementes embebidas com 5,0 g i.a. kg<sup>-1</sup> de sementes de CM.

#### **4.3.2 Estresse hídrico aos 30 dias da emergência das plântulas**

Foram utilizadas também sementes de algodão da cultivar IPR 120, deslintadas quimicamente com ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). As sementes ficaram imersas durante 10 h em solução com CM na concentração de 15 g i.a. kg<sup>-1</sup> de semente, com gasto de 550 mL da para 1 kg de sementes; como controle, sementes ficaram, pelo mesmo tempo, imersas em água destilada. A embebição foi efetuada no dia 29 de dezembro de 2006, com temperatura da água de 27 ± 0,5° C. Após a embebição, as sementes foram secas em condições de sombra em local arejado.

Recipientes com três diferentes volumes foram preenchidos com solo latossolo vermelho distroférico misturada com 1/3 do volume de areia e 1/3 de esterco bovino. Em cada recipiente, a semeadura foi realizada na profundidade de 0,02 m, no dia 5 de janeiro de 2007 e a emergência ocorreu 5 dias após, procedendo-se ao desbaste para permanência da uma plântula por vaso.

Na avaliação da altura das plantas de algodoeiro, medida do nível do solo ao ápice, e da massa da matéria seca de folhas, caules e raízes foram utilizados vasos de plástico com capacidade de 200 mL para avaliação aos 5 dias após emergência (DAE), com 12 repetições. Para as determinações efetuadas aos 10 e 20 DAE, os vasos utilizados foram de 4 L, com 10 repetições. Para as análises aos 30 DAE foram utilizados tubos de PVC com 0,15 m de diâmetro e 0,60 m de comprimento, com 10 repetições.

Para obtenção da massa da matéria seca as partes foram embaladas em sacos de papel e secadas em estufa com circulação forçada de ar, em temperatura de 60°C, até a obtenção da massa constante. A área foliar foi obtida pelo método não destrutivo, mediante comprimento e largura das folhas (NAGASHIMA et al., 2005).

Em vinte tubos de PVC, com as mesmas dimensões e repetições anteriormente descritas, as plantas foram irrigadas até 30 DAE, sendo então suspenso o fornecimento de água em metade dos vasos. Os tubos de PVC tiveram a parte superior coberta com um saco de polipropileno para evitar a evaporação, de modo que a água perdida fosse somente devida à transpiração das plantas, medida diretamente ao se pesar os vasos

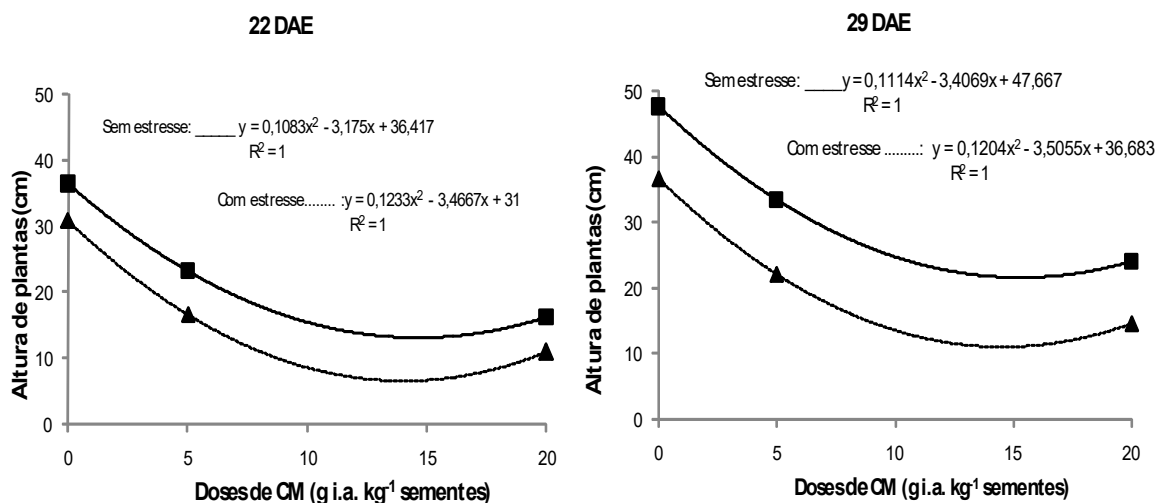
diariamente. Foram avaliados o potencial da água da folha, por meio de psicrômetros de termopar conectados a um sistema de aquisição de dados, Campbell Modelo CR-7 e a resistência estomática, utilizando porômetro LI-1600. Após as avaliações efetuadas, os vasos voltaram a ser regados diariamente.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. No caso de fatores quantitativos usou-se a regressão.

#### 4.4 Resultados e Discussão

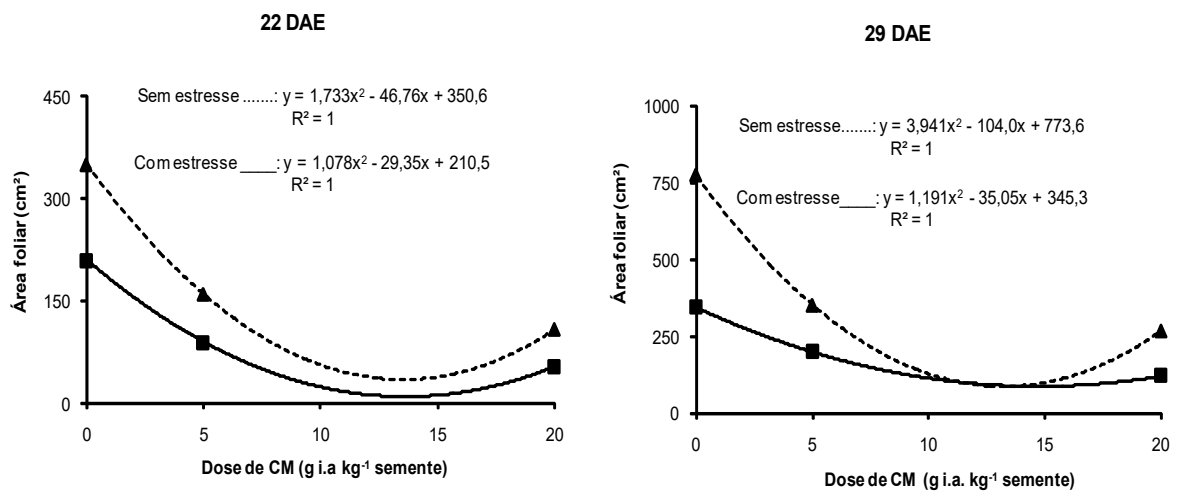
##### 4.4.1 Estresse hídrico após emergência das plântulas

Em todos os tratamentos com regulador de crescimento e em todas as avaliações efetuadas, a altura da planta do algodoeiro foi reduzida, sendo maior a redução quanto maior a dose utilizada. Sem e com estresse hídrico, as plantas de algodoeiro reduziram o porte seguindo um ajustamento quadrático em relação às doses estudadas, com menor crescimento de plantas de algodão submetidas ao estresse hídrico, sendo maior a diferença com o passar do tempo da emergência (Figura 4.1). Esses resultados corroboram com os obtidos por Nagashima et al. (2005), Iqbal et al. (2005) e Lamas (2006) que obtiveram plantas de algodoeiro menores quando utilizaram doses maiores de CM.



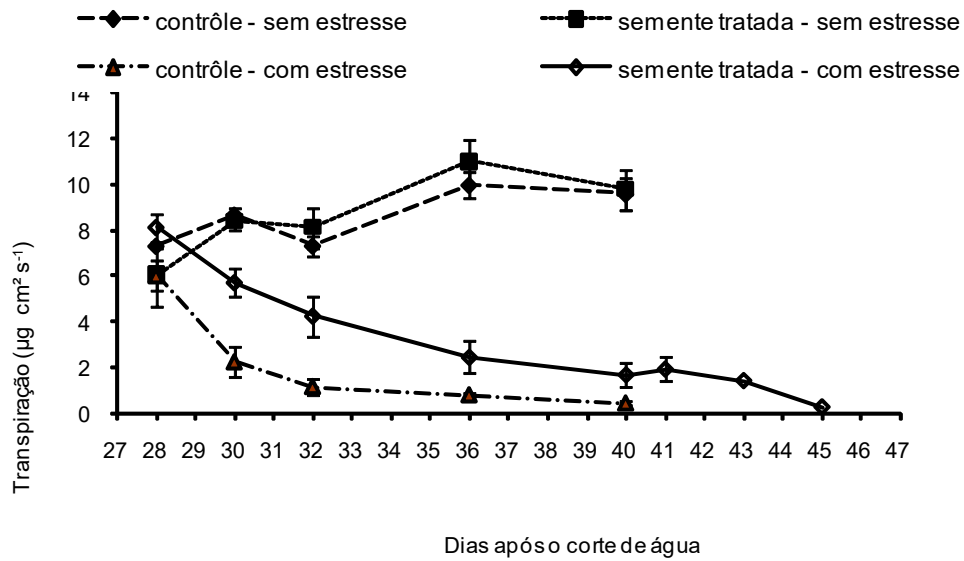
**Figura 4.1.** Altura de plantas de algodão conduzidas com e sem estresse hídrico aos 22 e 29 dias após emergência, em função de diferentes doses de CM. Londrina, 2007.

Nas avaliações das áreas foliares efetuadas aos 22 e 29 DAE, os tratamentos com embebição de sementes foram significativamente diferentes do tratamento controle (Figura 4.2). Em todos os tratamentos submetidos a estresse hídrico houve redução da área foliar. O ajuste da redução da área foliar em função da dose obedeceu a ajustamentos quadráticos. Estes dados corroboram com os verificados por McCart e Hedin (1994) e Nagashima et al. (2005), redução esta que atua positivamente na economia de água do solo em condições de estresse hídrico.



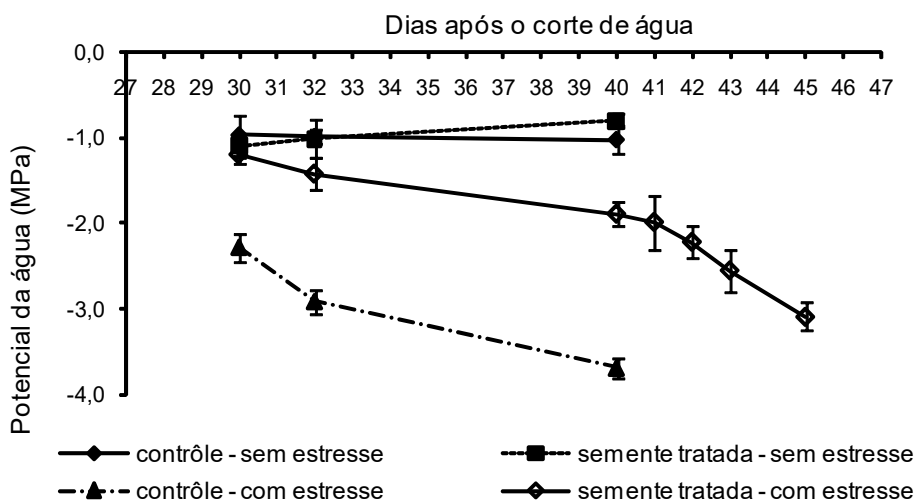
**Figura 4.2.** Área foliar do algodoeiro com e sem estresse hídrico aos 22 e 29 dias após emergência, em função de doses de CM das soluções de embebição das sementes. Londrina, 2007.

Nas fases iniciais do crescimento de plantas de algodoeiro, as taxas de transpiração por unidade de área e tempo (em  $\mu\text{g}$  de água  $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) foram semelhantes nos 3 tratamentos, apresentando diferenças após 27 dias após a suspensão das regas. Os tratamentos cujas plantas não foram submetidas ao estresse hídrico continuaram transpirando em taxas superiores a  $7 \mu\text{g}$  de água  $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$  inclusive aumentando com o decorrer do experimento (Figura 4.3). Entretanto, por terem transpirado quantidades maiores devido às maiores áreas foliares, as plantas originadas de sementes sem tratamento em solução de CM passaram a apresentar restrição na absorção de água e a transpirar menores taxas, próximas de  $2 \mu\text{g}$  de água  $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ , já a partir do trigésimo dia após o corte da rega (Figura 4.3). A partir desse dia, as taxas de transpiração das plantas originadas de sementes tratadas foram maiores do que aquelas de sementes sem embebição, e mantiveram-se transpirando por 5 dias a mais.



**Figura 4.3.** Transpiração de plantas de algodoeiro IPR 120 originadas de sementes embebidas e não embebidas em CM, com e sem estresse hídrico. Londrina, 2007. Barras verticais correspondem aos erros padrão da média.

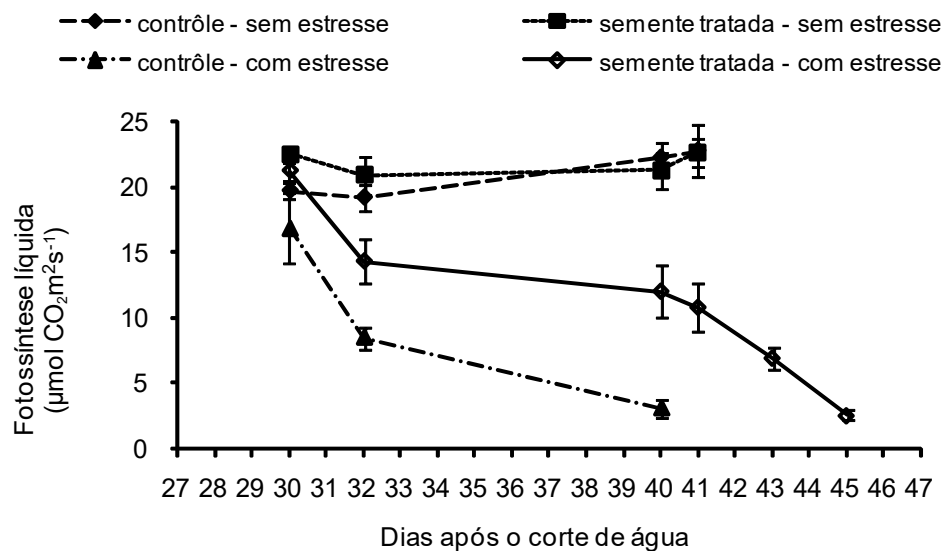
As relações hídricas das plantas também podem ser observadas pelas avaliações do potencial da água nas folhas (Figura 4.4). Verifica-se, ao longo do experimento, que as plantas irrigadas (tratadas ou não com CM) mantiveram o potencial da água em aproximadamente  $-1,0$  MPa, conforme também relatado por Fernández et al. (1992).



**Figura 4.4.** Potencial da água na folha de plantas de algodoeiro IPR 120 originadas de sementes embebidas e não embebidas em CM, com e sem estresse hídrico. Londrina, 2007. Barras verticais correspondem aos erros padrão da média.

Já aos 30 dias após o corte do fornecimento de água foi observada redução no potencial da água das plantas controle (originadas de sementes sem embebição), atingindo valores próximos a  $-4,0$  MPa aos 40 dias, quando então foram novamente irrigadas. As plantas originadas de sementes tratadas levaram aproximadamente dez dias a mais para chegar ao mesmo nível de estresse que as plantas sem embebição. Esses dados concordam com Marur (1998), que, embora não tenha obtido diferenças significativas no potencial de água entre plantas tratadas e não tratadas com regulador CM, ressalta que plantas tratadas tenderam a exibir valores ligeiramente maiores.

A taxa de fotossíntese líquida retrata o metabolismo das plantas ao longo do período estudado e as plantas dos tratamentos analisados apresentaram comportamentos similares aos da transpiração. Nas plantas que não sofreram qualquer restrição de água, as taxas mantiveram-se ao redor de  $20 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Figura 4.5). A partir do trigésimo segundo dia sem fornecimento de água as plantas originadas de sementes sem embebição apresentaram taxas fotossintéticas inferiores, e atingiram os menores valores aos 40 dias. As plantas originadas de sementes tratadas com CM, sem água, apresentaram taxas fotossintéticas intermediárias entre aquelas das plantas normalmente irrigadas e das originadas das sementes sem embebição e sem água. Plantas provenientes de sementes com embebição de CM e com o fornecimento de água cortado atingiram valores próximos a zero somente 5 dias depois do que as com sementes não tratadas e com estresse hídrico.



**Figura 4.5.** Taxas de fotossíntese líquida, de plantas de algodoeiro IPR 120 originadas de sementes embebidas e não embebidas em CM, com e sem estresse hídrico. Londrina, 2007. Barras verticais correspondem aos erros padrão da média.

Portanto, quando submetidas a estresse hídrico logo após a emergência, as plantas provenientes de sementes tratadas com CM transpiraram menos nos primeiros dias após o corte de água, e tiveram seu metabolismo beneficiado pela manutenção da umidade no substrato por um período de tempo maior, de cinco dias, do que as plantas originadas de sementes sem embebição em solução de CM.

#### 4.4.2 Estresse hídrico aos 30 dias da emergência das plântulas

Na emergência, a massa da matéria seca de plântulas das diferentes partes da mesma não diferiu entre os dois tratamentos, enquanto que somente o comprimento do caule da plântula foi significativamente menor nas plantas originadas de sementes tratadas com o regulador de crescimento (Tabela 4.1).

Fernández et al. (1991) informaram que o CM reduziu a expansão de folhas e pecíolos. Lamas et al. (2000), avaliando o efeito de diferentes doses de CM aplicadas parceladamente, verificaram também a redução da massa seca foliar, do caule e da parte vegetativa e Sobrinho et al. (2007) obtiveram menor área foliar com uso de 50 g i.a ha<sup>-1</sup> de CM, todos mediante aplicação foliar.

**Tabela 4.1.** Massa da matéria seca da plântula, radícula e epicótilo e comprimentos da plântula e radícula aos 5 dias após semeadura em plântulas originadas de sementes embebidas e não embebidas em solução de CM, Londrina, 2007.

	Massa da matéria seca (g)			Comprimento (cm)	
	Plântula	Radícula	Epicótilo	Plântula	Radícula
Sem C.M.	0,0712	0,0093	0,0619	17,86	12,71
Com C.M.	0,0651	0,0087	0,0564	14,55	10,57
DMS	0,0077	0,0015	0,0075	2,78	2,69
F	2,78 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>ns</sup>	2,42 <sup>ns</sup>	6,25*	2,78 <sup>ns</sup>
C.V. (%)	12,04	17,58	13,41	18,27	24,65

<sup>ns</sup>: não significativo; \*: significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Já a partir do décimo dia após a emergência, as plântulas originadas de sementes tratadas tiveram massa da matéria seca de suas folhas, caules e áreas foliares menores do que as plantas controle (Tabela 4.2). Os dados obtidos estão de acordo com Nagashima et al (2005) que, utilizando embebição de sementes de algodão com CM,



constatarem redução na área foliar das plantas. As raízes foram significativamente menores apenas a partir dos 20 dias após a emergência.

**Tabela 4.2.** Massa da matéria seca de folhas, caule e raiz e áreas foliares estimadas aos 10, 20 e 30 dias após emergência (DAE) em plantas de algodão originadas de sementes embebidas (com C.M.) e não embebidas (sem C.M.), Londrina, 2007

	Massa da matéria seca (g)									Área foliar estimada (cm <sup>2</sup> )		
	Folha			Caule			Raiz			10 DAE	20 DAE	30 DAE
	10 DAE	20 DAE	30 DAE	10 DAE	20 DAE	30 DAE	10 DAE	20 DAE	30 DAE			
Sem	0,20	0,76	4,00	0,11	0,36	2,63	0,08	0,19	0,96	89,46	257,79	1140
Com	0,14	0,41	1,60	0,05	0,14	0,93	0,09	0,15	0,41	42,86	96,46	397
DMS	0,02	0,10	0,41	0,01	0,05	0,32	0,01	0,03	0,12	9,09	26,44	115
F	51,0**	55,7**	144,0**	169,9**	90,1**	124,9**	1,9**	6,5**	207,9**	113,1**	160,3**	183,6**
CV(%)	11,24	20,16	16,09	15,64	23,61	19,08	12,88	21,40	23,06	16,22	17,63	15,06

ns: não significativo e \*\*: significativo ao nível de 5% de probabilidade;

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As plantas apresentam alturas significativamente diferentes já a partir de 5 DAE e em todas as outras avaliações (Tabela 4.3.), confirmando os resultados apresentados por Lamas (2006), que utilizou o CM juntamente com fungicida em tratamento de sementes, em experimento conduzido até o estágio F<sub>3</sub>. Aos 90 DAE, menor altura também foi observada em plantas originadas de sementes embebidas com regulador de crescimento. As plantas que não tiveram a semente tratada e que foram submetidas ao estresse hídrico retomaram o crescimento depois de irrigadas e não apresentaram diferença estatística em comparação às não estressadas. No entanto, plantas originadas de sementes embebidas não recuperaram a altura, apresentando-se significativamente menores.

**Tabela 4.3.** Altura média de plantas de algodoeiro IPR 120 originadas de sementes embebidas (Com C.M.) e não embebidas (Sem C.M.) em CM aos 5; 10; 20; 30 e 90 dias após emergência, Londrina, 2007.

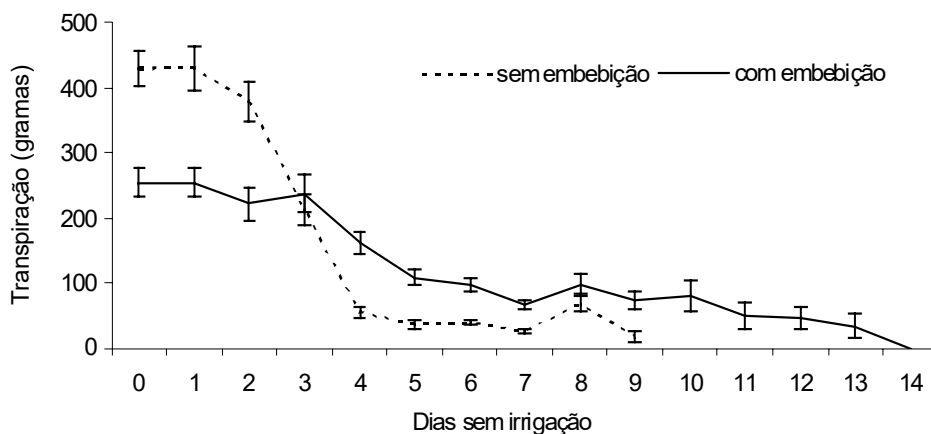
	Altura média de plantas (cm)					
	5 DAE	10 DAE	20 DAE	30 DAE	90 DAE	
					Sem estresse	Com estresse
Sem C.M.	5,15	16,45	32,10	43,40	78,50 a A	76,30 a A
Com C.M.	3,98	6,75	14,95	25,75	65,65 b A	45,75 b B
DMS	0,32	1,19	1,69	4,05	11,88	5,49
F	60,36**	293,52**	455,42**	83,81**	5,16**	136,86**
C.V. (%)	7,38	10,91	7,64	12,47	17,55	9,57

\*\* : significativo ao nível de 1% de probabilidade; DAS: dias após semeadura; DAE: dias após emergência.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha (90 DAE) não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

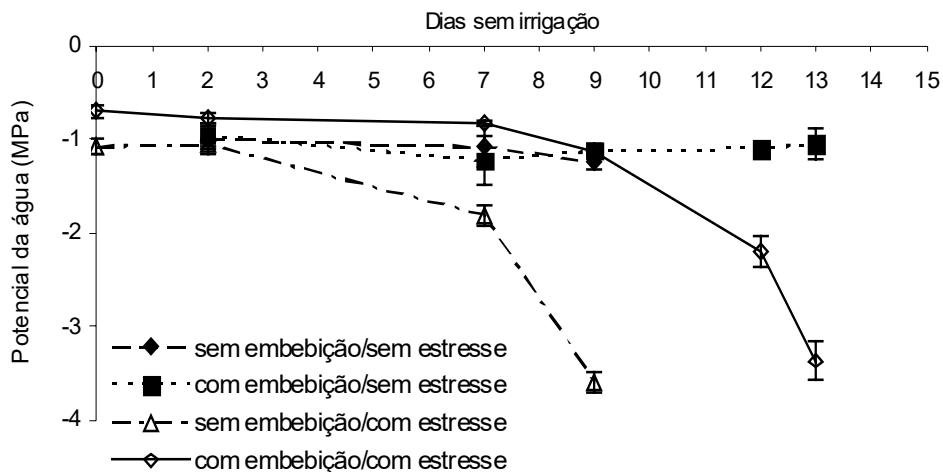
Na avaliação realizada aos 30 DAE, as plantas originadas de sementes sem embebição já se encontravam no estágio V<sub>8</sub>B<sub>2</sub> (MARUR; RUANO, 2001) enquanto que as de sementes tratadas estavam no estágio V<sub>6</sub> e ainda não haviam iniciado a fase B. Isso evidencia que com o uso do regulador de crescimento houve um retardamento no desenvolvimento da planta, indo de acordo com o observado por Iqbal et al. (2005), que verificaram o retardamento da emissão da primeira folha verdadeira e também com Yeates et al. (2005). Nagashima et al. (2005) obtiveram menor desenvolvimento das plantas originadas de sementes embebidas com CM, com redução no número de ramos frutíferos e no número de botões florais aos 49 DAE em plantas com 7,5% de concentração (v/v).

Nos 3 primeiros dias após o corte do fornecimento de água, as plantas originadas de sementes sem embebição apresentaram transpiração maior do que aquelas com tratamento com CM (Figura 4.6). Este resultado pode estar associado à maior área foliar apresentada por plantas originadas de sementes sem embebição (Tabela 4.2). Esta situação foi alterada já no terceiro dia quando o total de água transpirado foi igual em ambos os tratamentos. A partir daí, observa-se menores valores nas plantas oriundas de sementes sem o tratamento com CM, que chegaram a taxas nulas no nono dia sem irrigação. Por outro lado, as plantas originadas de sementes tratadas com CM mantiveram taxas transpiratórias inalteradas entre o quinto e décimo terceiro dias. Estas plantas reduziram a transpiração somente no décimo quarto dia, ou seja, permaneceram ativas por cinco dias a mais do que as do controle (Figura 4.6).



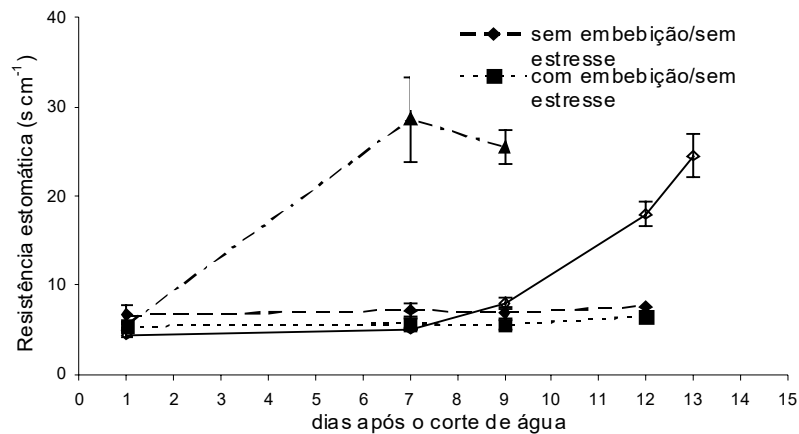
**Figura 4.6.** Taxas diárias de transpiração de plantas de algodoeiro IPR 120 originadas de sementes embebidas e não embebidas em solução de CM, a partir do início da suspensão de irrigação. Londrina, 2007. Barras verticais representam os erros padrão da média.

As relações hídricas das plantas também podem ser observadas pelas avaliações do potencial da água nas folhas (Figura 4.7). Verifica-se, ao longo do experimento, que as plantas irrigadas mantiveram o potencial da água sempre ao redor de  $-1,0$  MPa, conforme também relatado por Fernández et al. (1992). No sétimo dia sem irrigação as plantas originadas de sementes não tratadas apresentaram redução no potencial da água, sendo que no nono dia foram observados valores próximos de  $-3,6$  MPa, quando então as plantas foram novamente irrigadas. Neste dia, as plantas originadas de sementes tratadas apresentavam o mesmo nível de turgidez desde o início da suspensão de fornecimento de água. Somente no décimo terceiro dia estas plantas apresentaram o mesmo nível de estresse observado nas plantas controle no nono dia, voltando a ser regadas novamente.



**Figura 4.7.** Potencial da água na folha de plantas de algodoeiro IPR 120 originadas de sementes embebidas e não embebidas em CM, com e sem estresse hídrico. Londrina, 2007. Barras verticais são os erros padrão da média.

O comportamento descrito para o potencial da água na folha também foi verificado para a resistência estomática, característica que regula a perda de água pela folha e também pela entrada do  $\text{CO}_2$  assimilado no processo de fotossíntese. Os altos valores de resistência estomática observados já no sétimo dia nas plantas sem embebição e sob estresse foram atingidos somente 6 dias depois nas plantas originadas de sementes tratadas com o regulador de crescimento (Figura 4.8)



**Figura 4.8.** Resistência estomática, de plantas originadas de sementes embebidas e não embebidas em CM, com e sem estresse hídrico. Londrina, 2007. Barras verticais são os erros padrão da média.

Os dados constantes indicam que plantas originadas de sementes embebidas em CM apresentaram economia na utilização da água, conseqüente da menor transpiração em função da sua menor área foliar, resultados que corroboram com os de Fernández et al (1992) e Marur (1998), que indica que a aplicação de regulador de crescimento não intensifica possíveis efeitos adversos de um posterior estresse hídrico.

#### 4.5 Conclusões

1. Plantas de algodoeiro originadas de sementes tratadas com regulador de crescimento CM apresentaram menor estatura e área foliar desde a emergência;
2. Sementes de algodoeiro embebidas em solução de CM resultaram em plantas com menores massas da matéria seca de folhas, caules e raízes;
3. O metabolismo de plantas de algodoeiro originadas de sementes embebidas em soluções de CM não foi prejudicado pelo estresse hídrico ocorrido imediatamente ou 30 dias após a emergência das plântulas.

#### 4.6 Referências

- COTHREN, J.T. ; OOSTERHUIS, D.M. Physiological impact of plant growth regulators in cotton. In: **BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCES**, 1993, Dallas, Texas. Proceedings... Memphis, National Cotton Council, 1993, p.128-132.
- FERNÁNDEZ, 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**, v. 31, p. 1224-1228, 1991.
- FERNÁNDEZ, C.J.; COTHREN, J.T.; McINNES, K.J. Carbon and water economies of well-watered and water-deficient cotton plants treated with Mepiquat chloride. **Crop Science**, v. 32, p. 175-180, 1992.
- HODGES, H.F.; REDDY, V.R.; REDDY, K.R. Mepiquat chloride and temperature effects on photosynthesis and respiration o fruiting cotton. **Crop Science**, Madison, v. 31, n. 5, p. 1301-1308, 1991.
- IQBAL, M.; NISAR, N.; KHAN, R.S.A.; HAYAT, K. Contribution of mepiquat chloride in drought tolerance in cotton seedlings. **Asian Journal of Plant Sciences**, v. 4, n. 5, p. 530-532, 2005.
- LAMAS, F.M. CM na cultura do algodoeiro via sementes. In: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 33, 2006, Dourados: EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE, 19 p., 2006. Disponível em:<<http://www.cpao.embrapa.br/publicacoes/ficha.php?tipo=BP&num=33&ano=2006>>. Acesso em: 05 nov. 2007.
- LAMAS, F.M.; ATHAYDE, M.L.F.; BANZATTO, D.A. Reações do algodoeiro CNPA-ITA 90 ao cloreto de mepiquat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 3, p. 507-516, 2000.
- MARUR, C.J. Fotossíntese e translocação de carboidratos em algodoeiros submetidos a déficit hídrico após aplicação de cloreto de mepiquat. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 10, n. 1, p. 59-64, 1998.
- MARUR, C.J.; RUANO, O. A reference system for determination of developmental stages of upland cotton. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 5, p. 313-317, 2001
- MATEUS, G.P.; LIMA, E. do V.; ROZOLEM, C.A. Perdas de cloreto de mepiquat no algodoeiro por chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 7, p. 631-636, 2004.
- McCARTY JR, J.C.; HEDIN, P. A. Effects of 1,1 dimethylpiperidinium chloride on the yields, agronomic traits, and allelochemicals of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), a nine year study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 42, n. 10, p. 2302-2304, 1994.

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

SOBRINHO, F.P.C.; FERNANDES, P.D.; BELTRÃO, N.E. DE M.; SOARES, F.A.L.; NETO, C.P.C.T. Crescimento e rendimento do algodoeiro BRS-200 com aplicações de cloreto de mepiquat e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 3, p. 284-292, 2007.

YEATES, S. J.; CONSTABLE, G. A.; McCUMSTIE, T. Cotton growth and yield after seed treatment with mepiquat chloride in the tropical winter season. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 93, p. 122-131, 2005.

## 5. ARTIGO B: FORMAS DE APLICAÇÃO DE CLORETO DE MEPIQUAT EM SEMENTES DO ALGODOEIRO

### 5.1 Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do tratamento de sementes com Cloreto de Mepiquat (CM), embebidas e aplicadas diretamente nas sementes de algodão no crescimento das plantas de algodoeiro. Os tratamentos foram arranjados em blocos casualizados com seis repetições, utilizando a linhagem PR 02-307. O experimento foi constituído por cinco tratamentos: sementes sem tratamento; embebidas em solução de CM a 7,5 e 3,75 g i.a. kg<sup>-1</sup> de sementes e aplicação direta sobre as sementes de CM a 7,5 e 3,75 g i.a. kg<sup>-1</sup> de sementes. Após os tratamentos, as sementes foram semeadas em vasos com três litros de solo em casa de vegetação. Foram determinadas, a altura e a área foliar do início até 90 dias após emergência e a massa da matéria seca no final do experimento. Os tratamentos, onde o regulador de crescimento independente da dose e forma de aplicação, foram utilizados na semente, provocaram redução na altura da planta desde a emergência. O CM pode ser utilizado no tratamento de sementes, tanto por embebição quanto por aplicação direta sobre as sementes, com efeitos semelhantes na redução da altura, da área foliar e da massa seca de folhas e de caules das plantas de algodoeiro, com efeito proporcional a dose utilizada.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum* r. *latifolium*, regulador de crescimento, métodos de tratamento, tratamento de sementes.

## METHODS FOR MEPIQUAT CHLORIDE APPLICATION ON COTTON SEEDS

### 5.1 Abstract

The objective of the work was to evaluate the effect of seeds treatment with Mepiquat Chloride (MC), soaked and applied directly on cotton seeds on cotton plant growth. The treatments were arranged in randomized blocks with six replications, using PR 02-307 lineage. The experiment was constituted by five treatments: seeds without treatment; soaked in CM solution in the rates of 7,5 and 3,75 g a.i. kg<sup>-1</sup> of seeds and direct MC application on the seeds in the rates of 7,5 and 3,75 g i.a. kg<sup>-1</sup> of seeds. After the treatments, seeds were planted in vases of three liters in a greenhouse. Height and leaf area were evaluated from the beginning until 90 days after emergency and dry matter weight at the end of the experiment. The treatments, where MC regardless the rate and method of application, was used on the seeds led to plant height reduction from the emergency. MC can be used in the treatment of seeds, so much for soak as for direct application on the seeds, with similar effects on height reduction, leaf area, dry matter of leaves and stems of cotton plants, with proportional effect of the rate used.

**Keywords:** *Gossypium hirsutum* r. *latifolium*, plant growth regulator, treatment methods, seeds treatment.



## 5.2 Introdução

O regulador de crescimento Cloreto de Mepiquat (CM) vem sendo utilizado há anos para o controle de altura de plantas do algodoeiro (McCARTY Jr. et al., 1994), principalmente em aplicações foliares, em aplicação única ou parcelada, desde o botão floral até o florescimento.

Após a aplicação foliar, a absorção do regulador é influenciada por diversos fatores do ambiente (ZHAO; OOSTERHUIS, 1998), dentre eles, o intervalo sem chuvas após a aplicação do regulador é um dos principais. Mateus et al. (2004) e Souza e Rosolem (2007) relatam que quanto maior o intervalo entre a aplicação e a precipitação, menor a quantidade de produto a ser reposta. Segundo os autores, uma chuva de 10 mm até 16 horas após a aplicação é suficiente para lavar o regulador, tendo sido o efeito diretamente proporcional à quantidade de chuva simulada.

Como alternativa para contornar o problema das eventuais perdas do produto aplicado via foliar causado pelas chuvas, o tratamento de sementes de algodão com CM vem sendo estudado. A aplicação do CM na semente também tem mostrado efeito positivo em condições de estresse fitotóxico no uso de herbicidas (CORBIN; FRANS, 1991) e na promoção do enraizamento (DUAN et al., 2004).

Nagashima et al. (2005) embebendo sementes da cultivar IPR 120, em diferentes concentrações do produto comercial [0; 0,5; 2,5; 5,0; 7,5 % (v/v)] e três tempos de embebição (3, 6 e 12 horas), constataram redução da massa seca, da área foliar, da altura da inserção do primeiro nó cotiledonar e da altura das plantas desde a emergência. Os resultados indicaram a possibilidade de utilização dessa metodologia para a obtenção de plantas de menor estatura, o que auxiliaria na implantação de cultivos adensados do algodoeiro.

Yeates et al. (2005), em condições de campo, compararam os tratamentos de sementes de algodão com regulador de crescimento via a embebição e aplicação direta na semente, e concluíram que ambas as formas de aplicação provocaram reduções precoces no porte das plantas. A redução do porte e a duração do efeito redutor foram sensíveis às concentrações utilizadas. Segundo os autores, houve atraso no desenvolvimento das plantas e o rendimento da cultura foi reduzido quando aplicou doses a partir de 4,0 g kg<sup>-1</sup> de sementes de CM.

Avaliando o efeito do CM aplicado diretamente na semente juntamente com fungicidas na germinação de sementes e no crescimento das plantas, Lamas (2006) também

verificou que o regulador reduziu o crescimento das plantas, da emergência até o início do florescimento.

Trabalhando em condições de campo com algodoeiro, da cultivar IPR 120, oriundo de sementes embebidas em soluções de diversas concentrações de CM, Nagashima et al. (2007) demonstraram que essa forma de aplicação pode provocar redução no porte da planta que persistiu até o início da formação do botão floral. Contudo, o efeito não afetou a produção de algodão em caroço.

Em outros experimentos (XU; TAYLOR, 1992; CORBIN; FRANS, 1991; DUAN et al., 2004), diferentemente ao de Lamas (2006) e Yeates et al (2005), efetuaram o tratamento de sementes por imersão da semente (embebição) em diversas concentrações e tempos de embebição. Entretanto, a adoção desta metodologia de utilização, em extensas áreas de cultivo, pode ser dificultada pela necessidade de secagem das sementes embebidas. Assim, há necessidade de desenvolvimento de novos modos de aplicação do regulador de crescimento CM a fim de permitir que esse método possa ser empregado em condições de campo, atendendo as exigências demandadas pela cotonicultura.

O objetivo do presente trabalho foi o de avaliar o efeito do tratamento de sementes com CM via embebição e aplicação direta na semente de algodão sobre o crescimento das plantas de algodoeiro.

### 5.3 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação, no Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar) em Londrina, Paraná, sul do Brasil (23°29'41,4''S e 51°12'5,5''W). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos e seis repetições: 1) controle – sementes sem qualquer tratamento; 2) sementes embebidas por 5 h na dose de 7,5 g i.a. kg<sup>-1</sup> de sementes com CM; 3) sementes embebidas por 5 h na dose de 3,75 g i.a. kg<sup>-1</sup> de sementes; 4) aplicação direta de 7,5 g i.a. kg<sup>-1</sup> de sementes e 5) aplicação direta de 3,75 g i.a. kg<sup>-1</sup> de sementes. Utilizou-se o produto comercial com 250 g i.a. L<sup>-1</sup> de CM.

Para embebição de sementes, foram gastos 400 mL da solução para cada kg de sementes, na temperatura de 25± 0,5 °C. Pelo método da aplicação direta por aspersão, as sementes (1 kg) foram acondicionadas em sacos plásticos, sendo o produto regulador aplicado diretamente sobre as mesmas, utilizando-se 30 e 15 mL do produto comercial, contendo 250 g i.a. L<sup>-1</sup> correspondendo a 7,5 e 3,75 g i.a. kg<sup>-1</sup> de sementes, com agitação manual vigorosa até

distribuição uniforme. As sementes de algodão utilizadas foram a linhagem PR 02-307 (Iapar) com porte considerado médio para alto, arquitetura de planta com formato cilíndrico e ciclo médio de 150 dias para início da colheita, deslindadas quimicamente pelo método via úmida com o uso de ácido sulfúrico concentrado.

As sementes foram tratadas no dia 15 de janeiro de 2007, e a semeadura ocorreu quatro dias após, em vasos pretos de polipropileno, com capacidade de três litros, preenchidas com solo agricultável da região (latossolo vermelho distroférico) misturado com 30% do volume de areia. A emergência ocorreu no dia 24 de janeiro. Foram avaliadas as alturas de plantas aos 14, 35, 49 e 90 DAE, a área foliar (NAGASHIMA et al., 2005) aos 14, 35 e 90 DAE e, no final do experimento, aos 90 dias da emergência, a massa da matéria seca das folhas, do caule, e da estrutura reprodutiva e da raiz.

Os vasos foram regados diariamente e os tratamentos fitossanitários foram os recomendados para a cultura.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

#### 5.4 Resultados e Discussão

Nas Tabelas 5.1 e 5.2 são apresentados os resultados da análise de variância, com o efeito dos tratamentos sobre a área foliar estimada, altura de plantas e massa da matéria seca das partes das plantas. Observam-se diferenças significativas para área foliar somente aos 14 e 35 DAE. Foram observadas diferenças na altura das plantas em todas as avaliações. A massa da matéria seca das folhas e caules apresentou diferenças no tratamento quando avaliadas aos 90 DAE, no encerramento do experimento. Não houve efeito do tratamento para a massa da matéria seca de raízes e estruturas reprodutivas.

**Tabela 5.1.** Resumo da análise de variância (F) para a área foliar estimada, altura de plantas aos 14, 35 e 90 dias após emergência e altura de plantas aos 14, 35, 49 e 90 dias. Londrina, 2007

F.V.	Área foliar estimada			Altura de plantas			
	14 DAE	35 DAE	90 DAE	14 DAE	35 DAE	49 DAE	90 DAE
Blocos	274,8 ns	6.108,0 ns	11.908,9ns	4,16 ns	21,15 ns	23,47 ns	61,71*
Trat.	5.967,5**	32.131,9**	9.177,4ns	185,41**	329,14**	449,78**	496,10**
C.V. (%)	17,06	18,95	19,36	13,48	15,68	16,42	13,04

ns: não significativo; \*\* e \*: significativo ao nível de 1 e 5 % de probabilidade; DAE: dias após emergência.

**Tabela 5.2.** Resumo da análise de variância (F) para a massa seca de folhas, caules, raízes e de estruturas reprodutivas aos 90 dias após emergência. Londrina, 2007

F.V.	Massa seca			
	Folhas	Caules	Raízes	Estruturas reprodutivas
Blocos	0,56 ns	0,50 ns	0,12 ns	1,38 ns
Tratamentos	1,08*	1,77*	0,21 ns	1,92 ns
C.V. (%)	20,90	20,69	22,62	23,03

ns: não significativo; \*: significativo em nível de 5 % de probabilidade.

Para altura de plantas, independentemente das doses e da forma de tratamento de sementes utilizados, foram observadas diferenças significativas em relação às sementes sem tratamento com CM (testemunha). A aplicação de regulador de crescimento, através de aspersão direta do produto comercial na semente, proporcionou maior redução na altura das plantas na dose de 7,5 g i.a. kg<sup>-1</sup> em relação à dose de 3,75 g i.a. kg<sup>-1</sup> em diferentes épocas avaliadas, porém não apresentando diferenças com a aplicação de CM na água de embebição das sementes, mesmo nas doses menores (Tabela 5.3). Os efeitos foram concordantes com os dados obtidos por Nagashima *et al.* (2005), que obtiveram maiores efeitos com o aumento da concentração e com maiores tempos de embebição, e Lamas (2006), que utilizaram a aspersão direta nas sementes, obtendo redução da altura das plantas até o início do florescimento. Entretanto, estes resultados em condições de cultivo em vaso em casas de vegetação diferem daqueles obtidos por Yeates *et al.* (2005) que concluem que o efeito do método da embebição causou o dobro da redução da altura das plantas quando comparado com o método de aspersão, em condições de campo.

**Tabela 5.3.** Altura média de plantas de algodoeiro originadas de sementes sem tratamento e tratadas CM por aspersão e embebição, aos 14, 35, 49 e 90 dias após emergência, Londrina, 2007

Tratamentos	Altura de plantas (cm)			
	14 DAE	35 DAE	49 DAE	90 DAE
0,0	26,05 a	43,17 a	49,50 a	51,58 a
7,5 g i.a. por aspersão	12,37 c	24,67 c	28,08 b	28,67 c
3,75 g i.a. por aspersão	16,40 b	33,42 b	37,42 b	37,75 b
7,5 g i.a. embebição	12,65 bc	26,08 bc	29,17 b	30,42 bc
3,75 g i.a. embebição	15,73 bc	29,58 bc	33,25 b	34,67 bc
D.M.S.	3,87	8,48	10,06	8,25
C.V. (%)	13,48	15,65	16,42	13,04

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade

No presente experimento, a diferença da altura entre os tratamentos foi mantida até os 90 DAE, quando foi encerrado o experimento.

Aos 14 DAE já se observa que as plantas originadas de sementes tratadas com CM apresentavam áreas foliares menores que as do tratamento testemunha. O efeito do CM sobre a redução na área foliar foi menos acentuado com o passar do tempo. Na avaliação realizada aos 35 DAE, as doses de 3,75 g i.a. e 7,5 g i.a.  $\text{kg}^{-1}$  de semente por embebição e aspersão, respectivamente, não apresentavam diferença da área foliar em relação à testemunha. Aos 90 DAE, não foram detectadas diferenças estatísticas entre as áreas foliares dos tratamentos, evidenciando que o efeito do produto tinha esvaecido (Tabela 5.4). Estes resultados corroboram com os de Nagashima et al.(2005) que obtiveram redução da área foliar por planta, com a embebição de sementes com CM e o efeito do tratamento perdurou até o aparecimento do botão floral do algodoeiro. Stuart et al. (1984) que utilizaram o regulador via aplicação foliar entre o estágio de botão floral e florescimento, obtendo redução no índice de área foliar pela redução no número de folhas e tamanho da folha. Segundo Fernández et al. (1991), o CM inibe a expansão foliar e, em consequência, origina plantas com arquitetura mais compacta.

Somente na dose de 7,5 g i.a.  $\text{kg}^{-1}$  em aplicação direta de CM foi observada redução da massa da matéria seca de folhas, em relação ao tratamento com embebição das sementes na mesma dose. O tratamento das sementes em aplicação direta do regulador de crescimento na dose de 7,5 g i.a.  $\text{kg}^{-1}$  proporcionou menor massa da matéria seca de caule das plantas em relação ao tratamento testemunha. Não foi observada redução na massa seca de raízes e de estruturas reprodutivas entre os tratamentos, concordante com resultados obtidos por Nagashima et al. (2005 e 2007) em condições de casa de vegetação e cultivo em campo. Segundo Cothren e Oosterhuis (1993) e Fernández et al. (1991), com o uso de CM têm-se 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. O ideal é que a relação entre a massa seca da parte reprodutiva e a vegetativa do algodoeiro seja maior que uma unidade pois, nesse caso, a correlação com a produção é positiva (MEREDITH Jr.; WELL, 1989).

**Tabela 5.4.** Efeito do tratamento de sementes de algodoeiro com CM por meio de embebição (EM) e aplicação direta (AD), sobre a área foliar aos 14, 35 e 90 dias após emergência e massa seca de folhas, caules, raízes, e de estruturas reprodutivas aos 90 dias após emergência, Londrina, 2007

Tratamentos	Área foliar estimada (cm <sup>2</sup> )			Massa da matéria seca (g planta <sup>-1</sup> )			
	14 DAE	35 DAE	90 DAE	Folhas	Caules	Raízes	Est. Rep.
0,0.	142,8 a	509,8 a	550,1	2,63 ab	3,96 a	1,73	7,17
7,5 g i.a. AD	62,5 b	321,0 b	449,9	2,38 a	2,60 b	1,77	6,36
3,75 g i.a. AD	82,4 b	420,8 ab	513,4	2,98 ab	3,71 ab	1,91	6,44
7,5 g i.a. EM	72,2 b	391,8 ab	535,3	3,49 ab	3,15 ab	2,17	5,67
3,75 g i.a. EM	80,8 b	355,0 b	493,8	3,03 ab	3,66 ab	2,06	6,00
D.M.S.	25,98	130,78	169,11	1,05	1,22	0,75	2,52
F	26,37**	5,45**	0,96 ns	2,93*	3,55*	1,12 ns	0,90 ns
C.V. (%)	17,06	18,95	19,26	20,90	20,69	22,62	23,03

Médias seguidas de mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. DAE: dias após emergência. Est. Rep.: Estruturas reprodutivas.

Com os resultados obtidos através deste experimento, é possível a utilização do tratamento de sementes com o uso da aplicação direta de CM obtendo resultados similares à embebição do produto pelas sementes, entretanto, há necessidade de maiores estudos em condições de campo.

## 5.5 Conclusões

1. O modo de aplicação direta do CM sobre a semente de algodão substitui com vantagens o da embebição das sementes;
2. Independentemente do modo de aplicação, o CM reduz a altura, a área foliar e a massa seca de folhas e caules das plantas de algodoeiro;
3. O efeito do CM na altura de planta do algodoeiro, quando aplicado a semente via embebição, perdurou por pelo menos 90 dias após a emergência.

## 5.6 Referências

- CORBIN, B.R.; FRANS, R.E. Protecting cotton (*Gossypium hirsutum*) from Fluometuron injury with seed protectants. **Weed Science**, v. 39, n. 3, p. 408-411, 1991.
- COTHREN, J.T. ; OOSTERHUIS, D.M. Physiological impact of plant growth regulators in cotton. In: **BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCES**, 1993, Dallas, Texas. Proceedings... Memphis, National Cotton Council, 1993, p.128-132.
- DUAN, L.; LI, Z.; TIAN, X.; ZHAI, Z.; HE, Z. Promoting effects of mepiquat chloride on lateral roots initiation of cotton seedlings. **Research Centre for Crop Chemical Regulation**. Disponível em:<[http://www.pgrsa.org/Charleston\\_PGRSA\\_Proceedings\\_2004/papers/055.pdf](http://www.pgrsa.org/Charleston_PGRSA_Proceedings_2004/papers/055.pdf)> Acesso em: 24 dez. 2007.
- FERNÁNDEZ, 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**, v. 31, n. 5, p. 1224-1228, 1991.
- LAMAS, F.M. Cloreto de mepiquat na cultura do algodoeiro via sementes. In: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 33, 2006, Dourados: EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE, 19 p., 2006. Disponível em:< <http://www.cpa.embrapa.br/publicacoes/ficha.php?tipo=BP&num=33&ano=2006T>>. Acesso em: 03 jan. 2007.
- MARUR, C.J.; RUANO, O. A reference system for determination of developmental stages of upland cotton. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 5, p. 313-317, 2001
- MATEUS, P.M.; LIMA, E.V.; ROSOLEM, C.A. Perdas de cloreto de mepiquat no algodoeiro por chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 7, p. 631-636, 2004.
- MCCARTY JR, J.C.; HEDIN, P. A. Effects of 1,1 dimethylpiperidinium chloride on the yields, agronomic traits, and allelochemicals of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), a nine year study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 42, n. 10, p. 2302-2304, 1994.
- MEREDITH JR, W.R.; WELL, R. Potential for increasing cotton yields through enhanced partitioning to reproductive structures. **Crop Science**, v. 29, n. 3, p. 636-639, 1989.
- NAGASHIMA, G.T.; MARUR, C.J.; YAMAOKA, R.S.; MIGLIORANZA, É. Desenvolvimento de plantas de algodão provenientes de sementes embebidas com cloreto de mepiquat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 9, p. 943-946, 2005.
- NAGASHIMA, G.T.; MIGLIORANZA, É.; MARUR, C.J.; YAMAOKA, R.S., GOMES, J.C. Embebição de sementes e aplicação foliar com cloreto de mepiquat no crescimento e produção do algodoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1027-1034, 2007.
- SOUZA, F.S.; ROSOLEM, C.A. Rainfall intensity and mepiquat chloride persistence in cotton. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 64, n. 2, p. 125-130, 2007.

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

XU, X.; TAYLOR, H.M. Increase in drought resistance of cotton seedlings treated with mepiquat chloride. **Agronomy Journal**, v.84, p.569-574, 1992.

YEATES, S.J.; CONSTABLE, G.A.; McCUMSTIE, T. Cotton growth and yield after seed treatment with mepiquat chloride in the tropical winter season. **Field Crops Research**, n. 93, p. 122-131, 2005.

ZHAO, D.; OOSTERHUIS, D. Evaluation of plant growth regulators for effect on the growth and yield of cotton. In: **BELTWIDE COTTON CONFERENCE**, 1998, San Diego, CA. Proceedings.... Memphis: National Cotton Council of America, 1998. p. 1482-1484.



## 6. ARTIGO C: RESPOSTAS DE CULTIVARES DE ALGODÃO AO CLORETO DE MEPIQUAT APLICADO VIA EMBEBIÇÃO DE SEMENTES

### 6.1 Resumo

As recomendações de reguladores de crescimento Cloreto de Mepiquat (CM) geralmente não consideram as diferenças entre cultivares de algodoeiro utilizadas para o cultivo. O trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e o desenvolvimento de cultivares de algodão ante a embebição das sementes com regulador de crescimento, visando a sua caracterização quanto à resposta ao tratamento. Foram utilizadas as cultivares IPR-120, IAC-24, CD-405, Delta Opal e Fibermax 966, cujas sementes foram embebidas em solução contendo 2,0 g de Cloreto de Mepiquat para cada 100 mL de água deionizada por 12 horas e cultivadas em vaso, em casa de vegetação. Foram avaliadas: a altura de plantas, a altura da inserção do nó cotiledonar, o diâmetro caulinar, a área foliar e a massa da matéria seca da parte aérea. As cultivares apresentaram resultados diferenciados ao tratamento de sementes via embebição com regulador de crescimento, sendo o método eficiente na redução do porte, da inserção do nó cotiledonar, da área foliar e da massa da matéria seca da parte aérea do algodoeiro, além de alterar a partição dos assimilados.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum* r. *latifolium*, pix, partição de assimilados, redução de crescimento.

## COTTON CULTIVAR RESPONSES TO SEED IMBIBITION WITH MEPIQUAT CHLORIDE

### 6.1 Abstract

Recommendations for use of the plant growth regulator Mepiquat Chloride (MC) usually do not consider differences among cotton cultivars. The aim of this work was to evaluate growing and development of cotton cultivars when the seeds were soaked with growth regulator as a way of characterizing treatment response. The cultivars used were IPR-120, IAC-24, CD-405, Delta Opal e Fibermax 966, whose seeds were soaked in a solution containing 2.0 g of Mepiquat Chloride diluted in 100 mL of deionized water during 12 hours and then cultivated in pots, in greenhouse. The parameters evaluated were plant height, height of the cotyledon node insertion, stem diameter, foliar area and aerial dry matter. The cultivars presented differential responses to growth regulator seed imbibition treatments, the method being efficient in reducing the size of the plant and cotyledon node insertion, foliar area and cotton aerial dry matter, and also altered assimilates partitioning.

**Key words:** *Gossypium hirsutum* r. *latifolium*, pix, assimilates partitioning, growth reduction.

## 6.2 Introdução

Diante de profundas transformações no sistema de produção na cultura do algodoeiro, quando cultivada em condições sem estresse hídrico e com quantidade adequada de nutrientes, produz-se excessiva vegetação, o que interfere negativamente na produção final. Nesses casos, torna-se imprescindível a manipulação da arquitetura das plantas do algodoeiro com reguladores de crescimento, sendo esta uma das estratégias agronômicas incorporadas no processo de produção dessa cultura com o objetivo de melhorar os atuais níveis de produtividade e reduzir custos (LAMAS et al., 2000, REDDY et al., 1992).

Os reguladores de crescimento, principalmente o Cloreto de Mepiquat, (CM) têm sido utilizados via aplicações foliares. Apesar de intensos usos do CM, desde os anos 80, faltam informações em relação à resposta das diferentes cultivares à aplicação do regulador de crescimento (GWATHMEY; CRAIG JR, 2003). Jost et al. (2006) enfatizaram que nem todas as cultivares de algodão apresentam o mesmo hábito de crescimento e, segundo Bogiani et al. (2007), devido à diversidade de cultivares em uso, com possíveis diferentes sensibilidades e resposta ao regulador utilizado, nem sempre se consegue resultados satisfatórios e constantes.

Além do porte da planta, outro fator importante na obtenção de elevadas produções de algodoeiro é o emprego de um número maior de plantas por área, valendo-se preferencialmente da utilização de cultivares de menor porte. York (1983), estudando o efeito do regulador de crescimento em 14 cultivares via aplicação foliar, concluiu que a seleção das cultivares não deve ser levada em consideração para a decisão de uso de reguladores de crescimento.

Comparando quatro cultivares com diferentes hábitos de maturação e de crescimento, com aplicação foliar, Craig e Gwathmey (2005) observaram que as cultivares de algodão com crescimento indeterminado são mais responsivos ao tratamento e é necessário compreender os hábitos de crescimento em novos materiais para a aplicação deste regulador de crescimento.

A utilização de cultivares selecionadas e adaptadas é fundamental para que sejam aproveitados todos os manejos técnicos na condução da cultura, para atingir o máximo de fotossíntese por unidade de área; neste aspecto, a pesquisa tem estudado a eficiência da utilização de altas populações que maximize a produção (JUSTI, 2000).

O uso do CM via aplicação na semente apresenta viabilidade para a introdução da cultura em altas densidades de plantio, com redução do porte da planta desde a emergência.

Em tratamento de sementes via embebição, Corbin e Frans (1991) avaliaram o potencial dos reguladores de crescimento, CM e Cloreto de Chlormequat, para reduzir o efeito negativo de Fluometuron, herbicida residual, embebendo 1,0 kg de semente em 2,0 L da solução, utilizando uma concentração de 1000 ppm, por 3 h. Os autores constataram que a altura das plantas foi reduzida por até 3 semanas após semeadura, com recuperação do crescimento até 9 semanas após plantio.

Nagashima et al. (2005) constataram que o tratamento de semente de algodão com CM reduziu a altura inicial das plantas, da cultivar IPR-120, desde a emergência sendo a redução em função da dose e do tempo de embebição.

Lamas (2006), tratando sementes de algodão da cultivar Delta Opal via aspersão direta com CM, verificou que o regulador reduz o crescimento do algodoeiro, desde a emergência até o florescimento.

Esta metodologia de utilização do regulador de crescimento via sementes apresenta vantagens, pois não há riscos de perdas por ocorrência de chuvas após pulverização e sem risco de contaminação ambiental devido a derivas quando utilizados via aplicação foliar.

O estudo teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de cultivares de algodão ante o tratamento das sementes, via embebição, com solução de Cloreto de Mepiquat.

### **6.3 Material e Métodos**

O presente experimento foi realizado em casa de vegetação, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina, Paraná, Sul do Brasil (Latitude 23° 19' S, Longitude 51° 12' W). Foram utilizadas sementes de cinco cultivares (IPR-120, CD-405, FIBERMAX 966, DELTA OPAL e IAC-24), com ciclos médios para as cultivares IPR-120, Fibermax 966 e Delta Opal, com altura média de plantas de 1,08; 1,10 e 1,70 m respectivamente, e ciclos tardios, para as cultivares CD-405 e IAC-24 com altura média de 1,22 m para CD-405 e IAC-24, descrito como de porte alto. Para a embebição, as sementes de algodão foram colocadas entre 2 folhas de papel tipo “germitest” umedecidas na proporção de 2,5 vezes a sua massa seca, numa solução de CM na concentração de 2,0 g do princípio ativo para cada 100 mL de água deionizada, à temperatura de 20±0,5 °C, por 12 h. Em seguida, as

sementes foram secas à sombra, em local ventilado, por 48 h. As testemunhas não receberam tratamento algum.

A semeadura foi realizada utilizando 5 sementes por vaso, separadas equidistantemente e após a emergência sofreram desbaste, mantendo uma planta por vaso. O substrato utilizado foi o latossolo vermelho distroférrico (2 L por vaso), adubado com 5,0 g da fórmula 08-28-16 para cada vaso.

Aos 59 dias após emergência (DAE), foram avaliadas a altura das plantas, do nível de solo até a ápice da planta, a altura da inserção do nó cotiledonar, a espessura do caule (2 cm acima do colo da planta) com uso de paquímetro, a área foliar e a massa da matéria seca da parte aérea. A massa da matéria seca foi determinada após a secagem, em estufa, a 55 °C ( $\pm 2$  °C), até a obtenção da massa constante. Após obtenção da massa da matéria seca das diferentes partes das plantas, estas foram transformadas em porcentagem em relação à massa da matéria seca total das plantas, para a análise da partição de assimilados.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 4 repetições em esquema fatorial 5 x 2, correspondente a cinco cultivares e a embebição ou não das sementes. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

## 6.4 Resultados e Discussão

Conforme os dados apresentados na tabela 6.1, constata-se que não houve interação entre os fatores analisados, com exceção para a espessura do caule. No entanto, houve efeito significativo para altura de plantas, altura da inserção do nó cotiledonar e área foliar em função de cultivares, não havendo diferença para massa da matéria seca total e espessura de caules.

**Tabela 6.1** Análise de variância (valores de F) para altura de plantas, altura da inserção do nó cotiledonar, área foliar, massa da matéria seca da parte aérea e espessura do caule de plantas de algodoeiro aos 59 dias após a emergência em função de cultivares e regulador aplicado nas sementes. Londrina, 2006

Fatores	Altura de plantas	Altura inserção nó cotiledonar	Área foliar	Massa da matéria seca	Espessura do caule
Cultivares (Cv)	4,07**	6,32**	0,55**	0,53 <sup>ns</sup>	1,97 <sup>ns</sup>
Regulador (Rg)	127,31**	143,00**	3,39**	5,90**	24,96**
Cv*Rg	1,65 <sup>ns</sup>	2,15 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	2,75*
C.V. (%)	20,7	15,8	27,8	31,4	11,3

ns: não significativo ; \* e \*\*: significativo ( $P < 0,05$  e  $0,01$ ) respectivamente.

O fator regulador de crescimento nas sementes foi significativo para todos os parâmetros analisados.

A cultivar IAC-24, ciclo tardio e de porte alto, foi a que apresentou a maior altura média, altura da inserção do nó cotiledonar e área foliar e a Fibermax 966 os menores valores nestas características (Tabela 6.2). Segundo Jost et al. (2006), a cultivar Fibermax parece ser mais responsiva ao CM e pode exigir uma menor dose de aplicação.

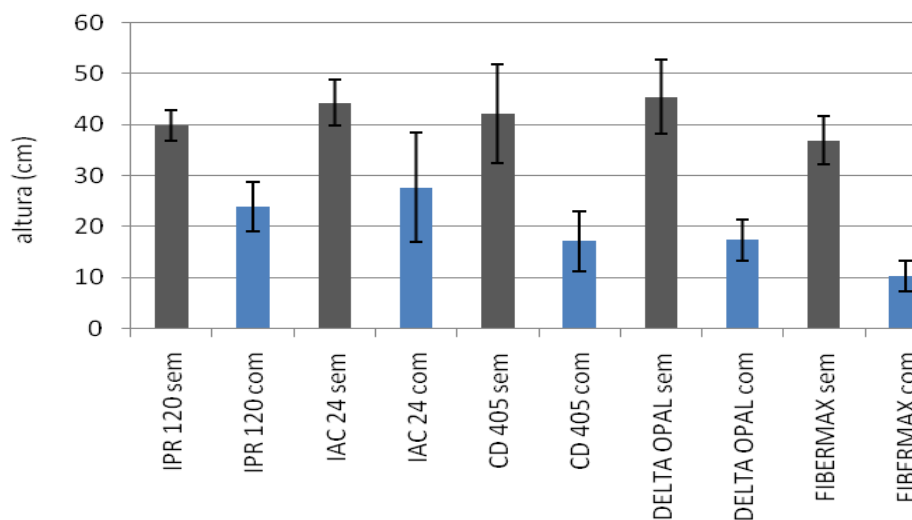
A aplicação do regulador de crescimento via embebição de sementes, quando comparada com a testemunha sem nenhuma embebição, afetou todas as características analisadas, comprovando que todas as cultivares são sensíveis à ação do CM, reduzindo a altura e a massa da matéria seca da planta do algodoeiro. Nagashima et al. (2005), embebendo semente da cultivar IPR-120, obtiveram a redução do porte inicial da planta, com redução na altura da inserção cotiledonar e área foliar. Rangel e Suinaga (2004), em experimentos com três cultivares de portes diferentes sob três formas de aplicação de CM, obtiveram para a cultivar de porte mais alto, redução na altura a níveis próximos ao das cultivares de menor porte utilizando parcelamento de forma seqüencial e em maior concentração. Segundo esses autores, a cultivar Fibermax 966, de porte mais baixo, apresentou maior valor na altura quando a dosagem do ingrediente foi mais elevada, não apresentando resultados com doses acima de 1,0 L do produto comercial por hectare.

**Tabela 6.2** Média de altura de plantas, altura da inserção do nó cotiledonar, área foliar e massa da matéria seca da parte aérea aos 59 dias após a emergência de algodoeiro em função de cultivares e regulador aplicado nas sementes. Londrina, 2006

Tratamento	Altura de plantas (cm)	Altura inserção nó cotiledonar (cm)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Massa da matéria seca da parte aérea (g)
<b>Cultivares</b>				
IPR 120	31,9 AB	8,4 A	770,1 A	6,6 AB
IAC 24	36,0 A	8,4 A	787,8 A	8,3 A
CD 405	29,6 AB	7,7 A	692,3 AB	7,0 AB
Delta Opal	31,4 AB	7,0 AB	708,7 AB	6,9 AB
Fibermax 966	23,6 B	5,9 B	436,2 B	5,0 B
DMS	9,2	1,7	272,6	3,1
<b>Regulador</b>				
Sem	41,8	9,7	916,5	9,9
Com	19,3	5,3	441,6	3,6
DMS	4,1	0,8	121,5	1,4
C.V. (%)	20,7	15,8	27,7	31,4

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

A Figura 6.1 apresenta a altura das plantas aos 59 dias da emergência, tratadas e não com regulador de crescimento via sementes, onde se observa maior redução do porte para as cultivares Fibermax 966, Delta Opal e CD 405, demonstrando assim que as doses do regulador de crescimento devem ser utilizadas em função do genótipo, concordante com Jost et al. (2006). Craig e Gwathmey (2005) observaram que cultivares com porte alto, como Delta Opal, com crescimento indeterminado são mais sensíveis aos tratamentos com CM e que é necessário compreender melhor os hábitos de crescimento das cultivares que serão recomendadas futuramente



**Figura 6.1** Altura de plantas de cultivares de algodoeiro na presença e ausência de regulador de crescimento via embebição na semente, aos 59 dias após emergência de plântulas. As barras verticais correspondem ao desvio padrão da média.

Com a presença do regulador de crescimento CM via embebição de sementes, quando avaliado a espessura do caule a 2 cm do solo, houve diferença somente entre a cultivar IAC-24 que obteve maior espessura e a Fibermax 966 com a menor, não havendo nenhuma diferença significativa entre as cultivares analisadas na ausência do regulador de crescimento. Dentro das cultivares, somente a Fibermax 966 e Delta Opal tiveram a espessura reduzida com o uso do regulador (Tabela 6.3), dados estes concordantes com Zanon (2002), que relata que com a aplicação do regulador de crescimento via pulverização foliar, obteve redução no diâmetro caulinar, sendo mais expressiva na cultivar Delta Opal. Azevedo et al. (2003) aplicando o CM, via pulverização foliar, obtiveram redução do diâmetro caulinar na cultivar CNPA 7H, na dose de 75 g i.a. ha<sup>-1</sup>, em duas aplicações.

Entretanto, também em aplicação foliar, Cordão Sobrinho et al. (2007) constataram que não houve efeito do regulador de crescimento na redução do diâmetro caulinar.

**Tabela 6.3** Espessura média de caule (mm) de plantas de algodoeiro de diferentes cultivares originadas de sementes embebidas e não em solução de CM, aos 59 dias após emergência. Londrina, 2006

Cultivares	Espessura do caule (mm)		DMS
	Sem regulador	Com regulador	
IPR-120	5,68 A a	5,55 A ab	
IAC-24	6,50 A a	6,10 A a	
CD-405	6,70 A a	5,08 A ab	0,95
DELTA OPAL	6,43 A a	5,30 B ab	
FIBERMAX 966	6,40 A a	4,48 B b	
DMS	1,35	1,35	
C.V. (%)	11,3		

Letras iguais maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

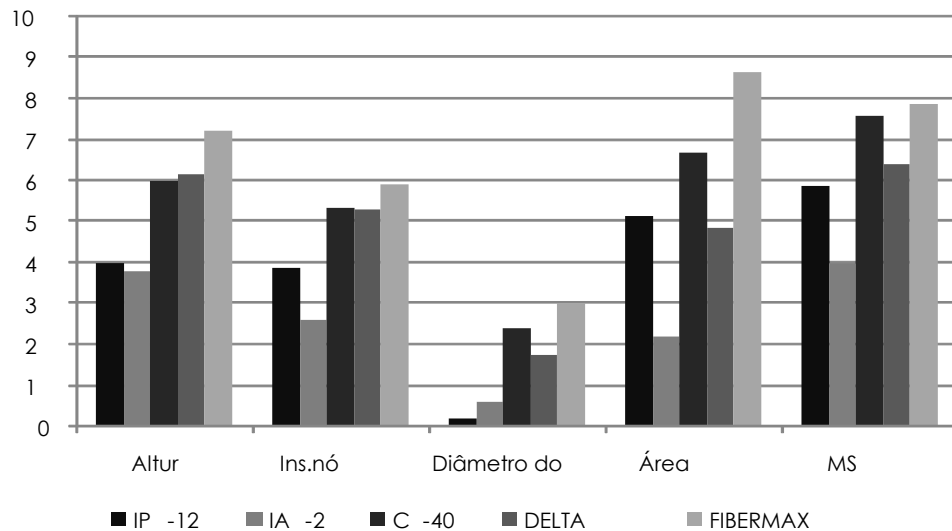
Em relação à altura de plantas, altura da inserção do nó cotiledonar, espessura do caule, área foliar e massa da matéria seca da parte aérea, as cultivares mais responsivas foram a Fibermax 966, a Delta Opal e a CD 405 e as menos susceptíveis à redução desses parâmetros com uso de regulador de crescimento foram a IPR 120 e IAC-24 (Figura 6.2).

A redução na altura de plantas, com a embebição utilizando solução de 2,0 g para 100 mL de água, comparada à testemunha sem tratamento algum, foi de 53 % em média para todas as cultivares analisadas e chegando a uma redução de até 72,16 % na cultivar Fibermax 966 e 60,14 e 61,76 % para CD 405 e Delta Opal, respectivamente.

A diminuição na altura da inserção do nó cotiledonar foi semelhante à redução na altura de plantas. A menor redução foi constatada na cultivar IAC 24 com 25,97 % e a maior na Fibermax 966, com 59,10 %.

Com relação à espessura do caule, as cultivares CD 405 e Fibermax 966 apresentaram as maiores reduções em função da aplicação de CM, com 24,25 e 30,08 %, respectivamente. Em relação à área foliar e massa da matéria seca da parte aérea, todas as reduções ocorridas apresentaram semelhanças, com as cultivares Delta Opal e Fibermax 966 com 48,73 e 86,53% para área foliar e 75,97 e 78,89 % de redução para massa da matéria seca.





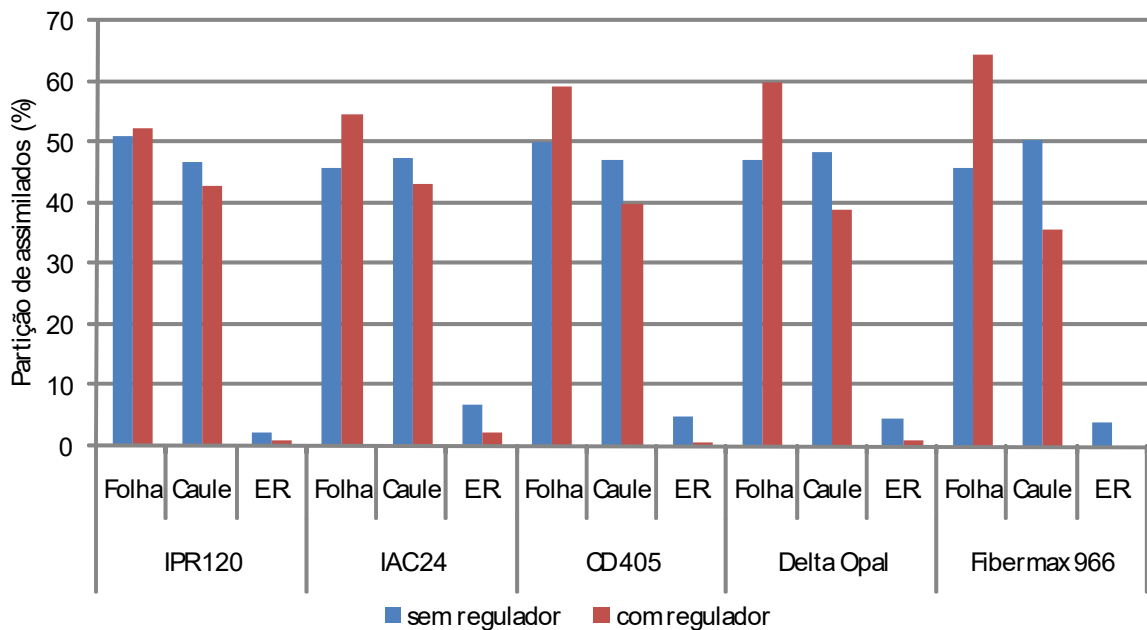
**Figura 6.2** Percentagem de redução de altura de plantas, da inserção do nó cotiledonar, diâmetro do caule, área foliar e massa da matéria seca total (MS) em plantas de algodoeiro provenientes de sementes embebidas em solução de CM em relação a não embebidas. Londrina, 2006.

As reduções verificadas nas características, acima citadas, estão de acordo com Nagashima et al. (2005) que obtiveram resultados similares com o uso da embebição de sementes com CM com a cultivar IPR-120.

Foi observado quanto à partição de assimilados que quando o regulador de crescimento CM foi utilizado via embebição de sementes, houve maior porcentagem na produção de folhas, principalmente a Fibermax 966, cultivar considerada mais responsiva ao regulador de crescimento CM e a Delta Opal e a CD 405 que apresentam ciclos e portes maiores (Figura 6.3). Com a redução do porte da planta, a quantidade de fotoassimilados deslocados para a produção de caules foi reduzida em todas as cultivares, sendo mais perceptível nas três cultivares supracitadas. A porcentagem de assimilados nas estruturas reprodutivas aos 59 DAE comprova que com o uso do CM, há um retardamento no desenvolvimento da planta, com menor quantidade de estruturas reprodutivas produzidas. Com a embebição em CM, a cultivar Fibermax 966 não apresentou nenhuma estrutura reprodutiva nesta data.

Estes resultados estão de acordo com Alves et al. (2005) que avaliaram a partição de assimilados do algodoeiro semiperene BRS 200, submetido a diferentes lâminas de irrigação e diferentes doses de regulador de crescimento e observaram maior percentual de folhas que caules e raízes e constataram também que não houve influência das doses do CM

na partição de assimilados, mantendo o percentual de folhas próximo de 75 %, 17 % para caules e raiz (entre 7,5 e 8 %).



**Figura 6.3** Partição de assimilados (%) de folhas, caules e estruturas reprodutivas (E.R.) em plantas de diferentes cultivares de algodoeiro originadas de sementes embebidas em solução de CM em relação a não embebidas. Londrina, 2006.

Considerando as diferenças observadas entre os genótipos quanto à sensibilidade ao regulador de crescimento CM aplicado via embebição de sementes, fica evidente a necessidade de estudos subsequentes que venham a contribuir para recomendações específicas de acordo com a cultivar ou grupo de cultivares.

## 6.5 Conclusões

1. As cultivares respondem diferentemente ao CM, quando empregado via embebição de sementes;
2. Há alteração na partição de assimilados, em função da cultivar, quando utiliza regulador de crescimento via aplicação na semente;
3. As cultivares Fibermax 966, Delta Opal e CD 405 foram mais sensíveis à aplicação de CM quanto à altura de plantas, altura da inserção do nó cotiledonar, área foliar, massa da matéria seca da planta e espessura do caule.

## 6.6 Referências

- ALVES, J.C.M.; PEREIRA, J.R.; BEZERRA, J.R.C.; LIMA, S.V.; SOUZA, R.N.; MASCENA, A.M.; PINHO FILHO, F.A.L.; ALENCAR, S.B. Partição de assimilados em algodoeiro semi-perene BRS marrom sob diferentes lâminas de irrigação e doses de regulador de crescimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5, 2005, Salvador. 2005. Disponível em: <[www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos\\_cba5/169.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba5/169.pdf)>. Acesso em 30 jan. 2008.
- AZEVEDO, D.M.P.; BEZERRA, J.R.C.; ALVES, I.; PEREIRA, J.R.; BRANDÃO, Z.N.; JERÔNIMO, J.F. Parcelamento do cloreto de mepiquat no crescimento e produção do algodoeiro irrigado. In: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 189, 2003, Campina Grande: EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE, 3 p., 2003. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/publicacoes/2003/COMTEC189.PDF>>. Acesso em 05 mar.2008.
- BOGIANI, J.C.; TOZI, T.S.; ROSOLEM, C.A. Comportamento de cultivares de algodoeiro a aplicação de diferentes doses de cloreto de mepiquat. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 2007, Uberlândia. Anais. Brasília : ABRAPA/EMBRAPA, 2007. Disponível em: <<http://www.cbamg.com.br/br/programa.php>>. Acesso em 15 nov. 2007.
- CORDÃO SOBRINHO, F.P.; FERNANDES, P.D.; BELTRÃO, N.E.M.; SOARES, F.A.L.; TERCEIRO NETO, C.P.C. Crescimento e rendimento do algodoeiro BRS-200 com aplicações de cloreto de mepiquat e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.11 n.3, p.284-292, Campina Grande, PB, 2007.
- CORBINS, B.R.; FRANS, R.E. Protecting cotton (*Gossypium hirsutum*) from Fluometuron injury with seed protectants. **Weed Science**, v.39, n.3, p.408-411, 1991.
- CRAIG, C.C.; GWATHMEY, O. Variety response to mepiquat chloride applications. In: Beltwide Cotton Production Research Conferences, **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of America, Memphis, 2005, p. 1946.
- 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. 2008.
- JOST, P.; WHITAKER, J.; BROWN, S.M.; BEDNARZ, C. Use of plant growth regulators as a management tool in cotton. [S.I.]: University of Georgia, College of Agricultural and Environmental Sciences, 2006. (College of Agricultural and Environmental Sciences. Bulletin, 1305). Disponível em: <<http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubcd/B1305.htm>>. Acesso em: 30 mar. 2008.
- JUSTI, M.M. **Cloreto de Mepiquat em cultivares de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. 2005. 80 p. Tese. (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista – Jaboticabal.
- LAMAS, F.M.; ATHAYDE, M.L.F.; BANZATTO, D.A. Reações do algodoeiro CNPA-ITA 90 ao cloreto de mepiquat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.35, n.3, p. 507-516, 2000.

LAMAS, F.M. Cloreto de mepiquat na cultura do algodoeiro via sementes. In: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 33, 2006, Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 19 p., 2006. Disponível em: <<http://www.cpa.embrapa.br/publicacoes/ficha.php?tipo=BP&num=33&ano=2006>>. Acesso em: 03 nov. 2007.

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

RANGEL, L.E.P.; SUINAGA, F.A. Uso de reguladores nas novas variedades do algodoeiro. In: Documentos 127, 2004, Campina Grande: EMBRAPA ALGODÃO, 15 p., 2004. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/publicacoes/2004/DOC127.PDF>>. Acesso em 05 mar. 2008.

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

YORK, A.C. Cotton cultivar response to mepiquat chloride. **Agronomy Journal**, v.75, p. 663-667, 1983.

ZANON, G.D. **Manejo de cultivares de algodoeiro em densidade populacional variável com o uso de regulador de crescimento**. 2002. 75 p. Dissertação. (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade de São Paulo – Piracicaba.

## 7. ARTIGO D: CLORETO DE MEPIQUAT VIA EMBEBIÇÃO DE SEMENTES E APLICAÇÃO FOLIAR NO DESEMPENHO DO ALGODOEIRO EM ESPAÇAMENTO ULTRA-ESTREITO

### 7.1 Resumo

Com o cultivo constante dos solos e o seu rápido depauperamento, a semeadura em espaçamentos adensados e altas populações de plantas são manejos necessários para o cultivo racional, principalmente do algodoeiro. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento e produção de algodão em caroço e qualidade das fibras produzidas em condições de campo em espaçamento entre linha de plantas de algodoeiro de 0,30 m considerado como ultra-estrito, submetidos a diferentes doses de regulador de crescimento via embebição de sementes. Avaliaram-se o efeito de doses de Cloreto de Mepiquat (CM) (0,0; 3,75; 7,5 e 15,0 g i.a. kg<sup>-1</sup> de sementes) embebidas por 12 h utilizando sementes da cultivar IPR 120 e a interação com aplicação foliar seqüencial com o mesmo produto, num total de quatro aplicações a cada 17 dias, iniciadas aos 32 dias após a emergência. O experimento foi conduzido em delineamento experimental blocos ao acaso com quatro repetições, totalizando 32 parcelas e em esquema fatorial. Foram avaliados a altura das plantas de algodão, a inserção do primeiro ramo frutífero, o número de ramos produtivos, a percentagem de maçãs na posição 1, o número total de frutos por planta, a produção de algodão em caroço, a massa de capulhos, massa de 100 sementes e percentagem de plumas. A redução no porte devido à embebição foi visível até 80 dias após semeadura, com efeitos maiores em consonância a dose utilizada e afetou a altura da inserção do ramo frutífero e número de frutos por planta. Não houve interação entre os fatores analisados. A aplicação foliar teve efeito somente na redução da altura de plantas. Não houve efeito da dose na embebição e da aplicação foliar na produção e no peso de capulho e massa de 100 sementes e percentagem de fibras, no número de nós por planta e na percentagem de retenção de frutos na posição 1.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum* r. *latifolium*., mapeamento da produção, tratamento de sementes, adensamento.

## MEPIQUAT CHLORIDE VIA SEED IMBIBITION AND FOLIAR APPLICATION ON THE PERFORMANCE OF COTTON IN ULTRA NARROW ROW SPACING

### 7.1 Abstract

In areas with continuous soil cultivation and rapid depauperation, the adoption of ultra narrow row spacing and high plant density are important management practices to rational crop cultivation, especially for cotton. The objective of this work was to evaluate cotton development, production of cottonseeds and fiber quality, under field conditions, using ultra narrow row spacing (0.30 m), when the seeds were soaked on growth regulator. The following doses of Mepiquat Chloride (MC) were tested: 0.0; 3.75; 7.5 e 15.0 g a. i. kg<sup>-1</sup> of seeds of the cultivar IPR 120 for 12h. The interaction of seed treatment with aerial spraying was also evaluated through sequential application (four times) of the MC at a seventeen-day interval, beginning 32 days after emergence. Treatments were displayed in a factorial randomized block design, with four replicates (32 experimental units). The parameters evaluated were cotton plant height, insertion of the first productive branch and number of productive branches, percentage of first position bolls, total number of bolls per plant, cottonseed production, open boll mass, mass of one hundred seeds e plume percentage. The effect of the MC was dose dependent. Size reduction, caused by seed treatment, was apparent until 80 days after planting. The product also negatively affected the height of the branch insertion as well as the number of fruits per plant. There was no interaction among the factors analyzed. Aerial application sole effect was reduction on plant height. There was also no effect of the soaking of cotton seeds and foliar application in the production and weight of the, 100-seed mass, percentage of fiber, number of nodes per plant and percentage of retention of first position bolls.

**Keywords:** *Gossypium hirsutum* r. *latifolium*., production mapping, seed treatment, ultra narrow row spacing

## 7.2 Introdução

A produção do algodoeiro, em espaçamentos adensados e ultra-adensados, é alternativa viável ao espaçamento convencional em diferentes localidades (NICHOLS et al., 2003; MERT et al., 2006). Conforme Renck et al. (2000), o cultivo em espaçamento ultra-adensado contribui para redução nos custos e aumento da produção do algodoeiro e é uma alternativa viável para os cotonicultores. Segundo Nichols et al. (2003), cultivo em sistema ultra-adensado requer semeadura em espaçamento entre linhas inferior a 0,38 m com populações que variam de 173.000 a 297.000 plantas por hectare.

Nas diversas regiões de cultivo do algodoeiro nos EUA, o uso de espaçamentos estreitos e altas densidades de plantas têm recebido interesses cíclicos ao longo das últimas quatro décadas. Mais recentemente, com o desenvolvimento de reguladores de crescimento e de cultivares transgênicas modernas e resistentes a herbicidas, tem ocorrido o crescimento no número de pesquisas deste sistema de cultivo (NICHOLS et al., 2004).

O aumento da população de plantas proporcionado pela redução de espaçamento entre linhas ou pelo aumento de densidade de plantas nas linhas de semeadura permite reduzir o porte das plantas de algodoeiro. No entanto, o melhor espaçamento entrelinhas ainda continua sendo 2/3 da altura média de plantas (YAMAOKA et al., 2001). Segundo os autores, para viabilizar a semeadura em espaçamento ultra-adensado há necessidade do desenvolvimento de cultivares de pequeno porte, ou da adoção de tecnologia adequada, interagindo a população de plantas com o uso de regulador de crescimento, adubação, entre outros fatores.

A aplicação foliar de Cloreto de Mepiquat (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). Frequentemente, a aplicação de CM resulta em plantas mais baixas e mais compactas tanto nos espaçamentos convencionais (ZHAO; OOSTERHUIS, 2000; PETTIGREW; JOHNSON, 2005), quanto nos ultra-adensados (NICHOLS et al., 2003).

No cultivo ultra-adensado, o uso de regulador de crescimento deve ser utilizado o mais cedo possível, de forma a propiciar a redução do porte das plantas jovens, principalmente em semeaduras efetuadas nas épocas de elevadas temperaturas e precipitações, fato que ocasiona maior estiolamento das plantas.

Nagashima et al. (2005), em Londrina, em condições de casa-de-vegetação, embebendo as sementes de algodão em regulador de crescimento (CM) durante 3, 6 e 12

horas nas concentrações de 0,0; 0,5; 2,5; 5,0 e 7,5 % (v/v) do produto comercial (50 g i.a.L<sup>-1</sup>), obtiveram redução da altura de plantas do algodoeiro desde a emergência, sendo o efeito redutor verificado inverso à dose e tempo de embebição, e evidenciaram a possibilidade de que em condições de campo os tratamentos poderiam ser aplicados satisfatoriamente no adensamento da cultura.

Yeates et al. (2005), em experimento conduzido à campo na Austrália, utilizaram espaçamento de 0,8 m entre linhas, utilizando cinco doses de CM (0,0; 0,2; 0,5; 1,0 e 2,0 g i.a.kg<sup>-1</sup> de sementes) aplicados por meio de aspersão e por meio de embebição por 2,5 horas, 5 dias antes da semeadura, concluíram que o tratamento via embebição reduziu em duas vezes a altura de plantas comparada com a aspersão direta da solução na semente, e que há necessidade de mais pesquisas, concernente a utilização de CM em algodoeiro.

Em experimento em condições de campo na safra agrícola 2003/2004, Nagashima et al. (2007), utilizando concentrações de CM [0,0; 0,5; 2,5; 5,0 e 7,5 % (v/v)] do produto comercial com 50 g i.a. L, em espaçamento entre linhas de 0,60 m, obtiveram a redução do porte das plantas de algodão até 31 dias após emergência e constataram que o tratamento de sementes via embebição não afetou a produção.

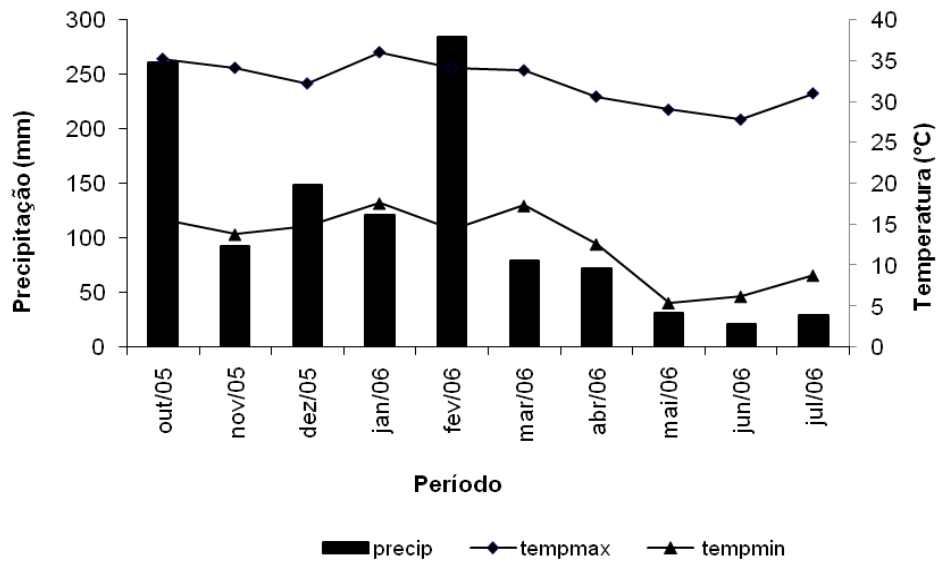
Em função da carência de informações sobre efeitos de aplicação de regulador de crescimento (CM) através de embebição das sementes, em cultivo ultra-adensado e em condições de campo no Brasil, o trabalho objetivou verificar o efeito e a interação da aplicação via embebição com a aplicação foliar seqüencial deste produto no crescimento, desenvolvimento, produção do algodão e qualidade da fibra.

### **7.3 Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2005/2006, cultivado em condições de campo, no Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar) em Londrina-PR, Sul do Brasil (“23°29’41,4” S, “51°12’5,5” W), que apresenta clima do tipo Cfa (Köppen) subtropical úmido mesotérmico com tendência de concentração de chuvas no verão. Os dados climáticos do período de condução do experimento são apresentados a seguir (Figura 7.1).

Cada 2,0 kg da semente da cultivar IPR 120 de ciclo até colheita de 152 dias e porte médio e arquitetura tipo taça, deslindadas quimicamente pelo método úmido com ácido sulfúrico, foram embebidas em 1500 mL da solução de água destilada e deionizada contendo





**Figura 7.1.** Dados de precipitação e temperaturas máximas e mínimas durante o período de experimento. Londrina, 2006.

CM nas doses de: 0,0; 3,75; 7,5 e 15 g i.a kg<sup>-1</sup> de sementes por 12 horas, e temperatura da solução de  $20 \pm 0,5$  °C. A embebição foi efetuada no dia 15 de dezembro de 2005. Logo após o tratamento, as sementes foram secas à sombra, em local arejado, e conservadas em sacos de papel até a semeadura, em 19 de dezembro de 2005. A emergência das plântulas ocorreu seis dias após a semeadura, sendo efetuado o desbaste manual 16 dias após a emergência (DAE), mantendo o estande de 10 plantas de algodoeiro por metro linear. O cultivo foi efetuado em latossolo vermelho distroférico e adubação de semeadura foi de 12,5; 62,5 e 62,5 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente. A adubação nitrogenada em cobertura foi efetuada aos 24 DAE, utilizando 20 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de sulfato de amônio.

O espaçamento adotado foi de 0,30 m entre linhas de plantas, com cada parcela sendo composta de 10 linhas com 5,0 m de comprimento, considerando-se como área útil, as 6 linhas centrais, excluindo-se 0,50 m de cada extremidade.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 2, com as quatro concentrações de CM, descritas anteriormente e presença ou ausência de aplicações foliares subsequentes do mesmo produto, com quatro repetições.

A primeira aplicação foliar foi efetuada aos 32 DAE, enquanto que as três aplicações subsequentes, a cada 17 dias. As doses de CM foram de 20,0 g i.a. ha<sup>-1</sup> nas primeiras três aplicações e de 30,0 g i.a. ha<sup>-1</sup> na última aplicação, com gasto total de 90 g i.a.

ha<sup>-1</sup>, em aplicação foliar, utilizando pulverizador costal de CO<sub>2</sub>, com volume de aplicação de 222,2 L ha<sup>-1</sup>.

A altura das plantas, medida do nível do solo ao ápice, foi efetuada aos 10, 30, 60, 80, 92 e 128 DAE, nos estádios fenológicos B<sub>-1</sub> aos 30 dias, F<sub>-1</sub> aos 60, Cut-out (paralisação do crescimento vegetativo) aos 92 e aos 128 dias no estágio C<sub>-1</sub> (MARUR; RUANO, 2001).

No estágio fenológico C<sub>1</sub>, foi avaliada a altura da inserção do primeiro ramo frutífero, considerando a distância do nível do solo ao primeiro nó frutífero. A colheita foi efetuada em 3 ocasiões, sendo que por ocasião da primeira, aos 156 DAE, foram determinados o número de ramos produtivos por planta, a percentagem de maçãs na posição 1, o número total de frutos por planta, e no final da colheita, determinou-se a produção total de algodão em caroço, a percentagem de fibras, a massa de capulho e de 100 sementes.

O controle de plantas daninhas foi efetuado mediante emprego de capina manual, sempre que necessário. O controle de pragas utilizado foi aquele preconizado para a cultura.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando necessário, a teste Tukey em nível de 5% de probabilidade aplicada nos fatores com níveis qualitativos. Quando necessário os dados foram ajustados em regressão.

## **7.4 Resultados e Discussão**

Nas avaliações de altura de plantas realizadas aos 10, 30, 60, e 80 DAE, a análise de variância demonstrou o efeito significativo para doses de regulador utilizadas na embebição de sementes. O efeito da aplicação foliar efetuado aos 32 DAE foi constatado na avaliação efetuada aos 60 DAE, mantendo o efeito redutor significativo até o final do ciclo da cultura. Não houve interação entre os fatores analisados (Tabela 7.1).

A redução da altura de plantas do algodoeiro, com aplicação foliar verificada aos 60 DAE foi de 9,60% e de 16,12% no estágio C<sub>1</sub>, quando se iniciou a abertura das primeiras maçãs.

**Tabela 7.1** Análise de variância (valores de F) para fatores doses, aplicação foliar e interação dose e aplicação foliar para altura de plantas de algodoeiro aos 10, 30, 60, 80, 92 e 128 dias após emergência de plântulas de algodoeiro em função de doses de CM via sementes e aplicação foliar de CM e comparação de médias para aplicação foliar

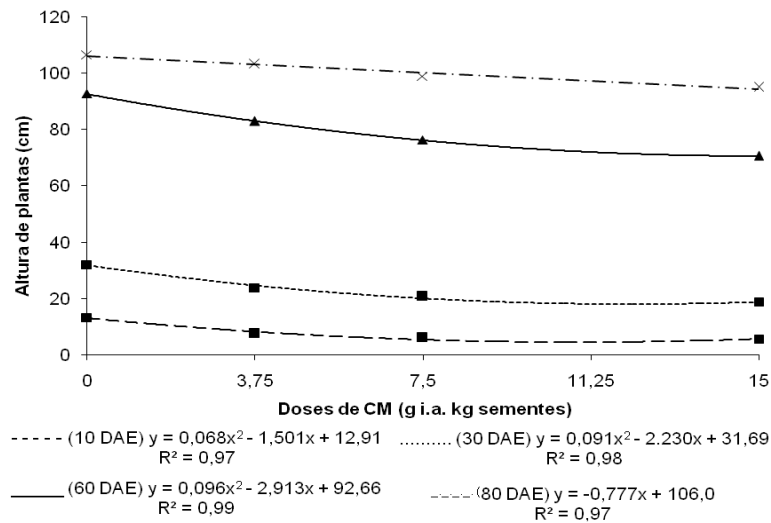
Fatores	Dias após emergência					
	10	30	60	80	92	128
Doses (D)	245,0**	407,7**	18,0**	3,1*	2,6ns	1,2ns
Ap. foliar (AF)	0,3ns	2,0ns	13,3**	28,5**	28,0**	16,9**
D x AF	2,2ns	0,5ns	0,7ns	1,2ns	0,8ns	0,2ns
Blocos	2,2ns	34,5**	4,0*	2,7ns	3,5*	1,5ns
<u>Ap. foliar (cm)</u>						
Com	8,13	24,43	76,56	93,25	98,06	100,44
Sem	9,25	24,02	84,69	108,69	117,06	119,75
DMS	0,46	0,60	4,64	6,01	7,47	9,77
C.V. (%)	7,71	5,10	7,83	8,10	9,44	12,07

\*\* e\*: significativos ao nível de 1% e 5% respectivamente; ns: não significativo.

Estes resultados estão de acordo com Nagashima et al. (2007) que cultivaram plantas de algodão em espaçamento entre linhas de 0,60 m e obtiveram o efeito da aplicação foliar, iniciada aos 17 DAE, ocasião em que obtiveram redução da altura de plantas de até 28% quando comparada às plantas que não receberam pulverização foliar com regulador de crescimento (CM).

O CM aplicado à semente via embebição promoveu a redução na altura de plantas de algodoeiro desde a emergência (Figura 7.2). Estes resultados corroboram com os de Nagashima et al. (2005 e 2007) que, em experimentos em casa de vegetação e de campo, observaram redução de porte das plântulas originadas de sementes tratadas pelo sistema de embebição com CM. Os resultados evidenciam que a embebição de sementes com CM foi consistentemente adequada para a redução do porte de plantas na fase inicial do crescimento, concordante com Yeates et al. (2005) e Lamas (2006). Fato adicional é que comparado com aplicação foliar, a aplicação de CM na semente apresenta menores riscos de contaminação do meio ambiente com produto.

Até a avaliação realizada aos 80 DAE, as doses de CM utilizadas na embebição de sementes mantiveram reduzido o porte das plantas de algodão. As menores alturas de plantas foram obtidas com a dose de 11,0 g i.a.kg<sup>-1</sup> aos dez dias após a emergência e com 12,1 e 15,0 g i.a. kg<sup>-1</sup> para 30 e 60 DAE, respectivamente. Para 80 DAE, há uma redução linear de 0,77 cm para cada grama do ingrediente ativo utilizado na embebição de sementes com CM.



**Figura 7.2** Altura de plantas da cultivar de algodão IPR 120 originadas de sementes embebidas em CM aos 10, 30, 60 e 80 dias após emergência.

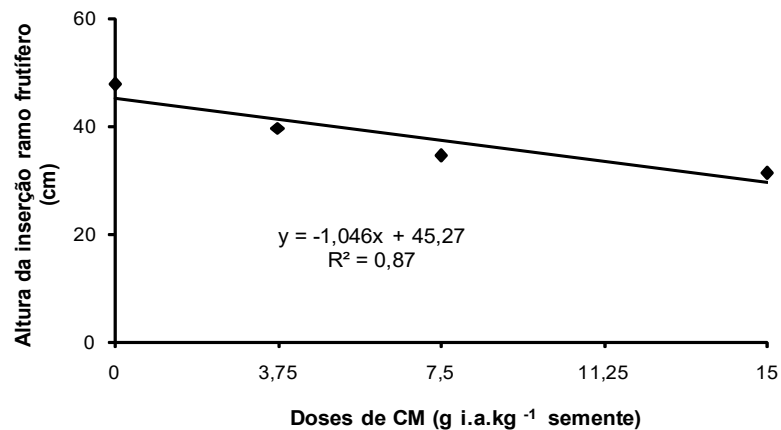
A altura da inserção do primeiro ramo frutífero foi reduzida pela embebição das sementes com CM em todas as doses. Este resultado ficou mais pronunciado com o aumento da dose aplicada na semente. Não houve efeito da aplicação foliar sobre esta característica (Tabela 7.2).

**Tabela 7.2** Análise de variância (valores de F) para altura da inserção do primeiro ramo frutífero, número de nós produtivos, número de frutos por planta de algodoeiro e número de maçãs na posição um em função das doses de embebição com CM e com e sem aplicação foliar subsequente em planta de algodoeiro, Londrina, 2006

Doses (g i.a. kg <sup>-1</sup> semente)	AIPRF (cm)	NPP	NFP	PMP1 (%)
F	27,21**	2,48ns	3,68*	2,77ns
F linear	78,47**	7,30*	6,46*	6,05ns
F quadrática	3,13ns	0,00ns	4,45*	0,02ns
F cúbica	0,03ns	0,01ns	0,13ns	2,09ns
<b>Aplicação foliar</b>				
Com CM	39,44	12,75	5,81	90,75
Sem CM	37,38	13,50	5,75	93,38
F	2,24ns	2,48ns	0,03ns	1,85ns
C.V. (%)	10,15	10,26	18,84	5,97

AIPRF: altura da inserção do primeiro ramo frutífero; NPP: número de nós produtivos por planta; NFP: número de frutos por planta; PMP1: percentagem de maçãs na posição 1; \*\* e\*: significativos em nível de 1% e 5% respectivamente; ns: não significativo.

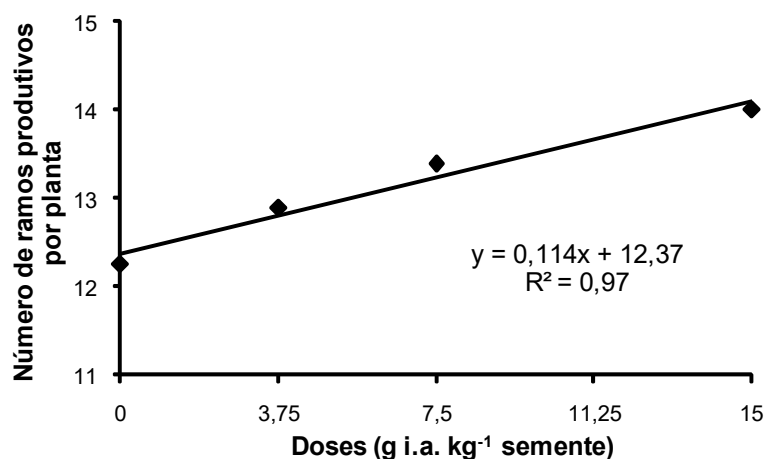
A altura da inserção do primeiro ramo frutífero e a dose de CM utilizada no tratamento das sementes de algodão apresentou efeito linear (Figura 7.4).



**Figura 7.4** Altura da inserção do primeiro ramo frutífero de plantas de algodoeiro em função das doses de CM utilizadas na embebição de sementes.

Para cada grama do princípio ativo de CM utilizado na embebição de sementes, observou-se redução de 1,04 cm na altura de inserção do primeiro ramo frutífero. Comparando os resultados do tratamento testemunha (ausência de CM) com a maior dose de CM estudada, constata-se que houve redução de 34,3% na altura da inserção do primeiro ramo frutífero em plantas de algodão.

O número de ramos produtivos por planta não foi afetado pelas aplicações de CM na semente e também via foliar (Tabela 7.2). Entretanto, a análise de regressão revelou ajuste linear e relação direta entre o número de ramos produtivos e as doses de CM aplicadas à semente (Figura 7.5).

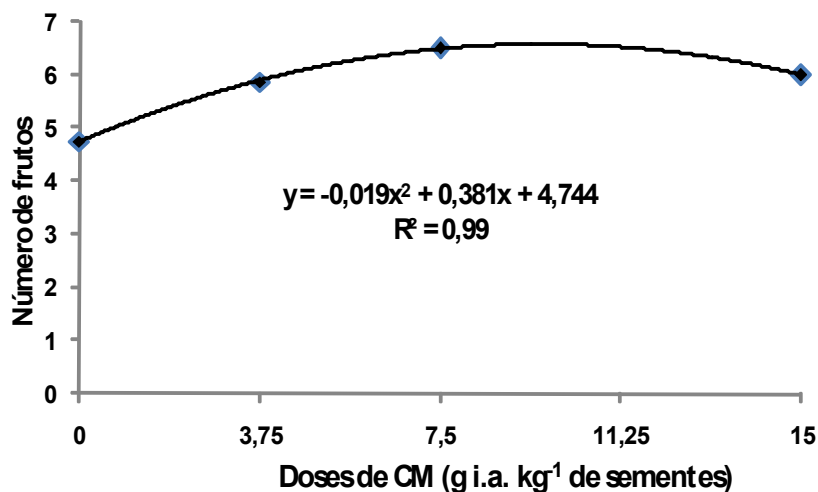


**Figura 7.5** Número de ramos produtivos por planta de algodoeiro em função das doses de CM utilizadas na embebição de sementes de algodão.

Tais resultados contrariam os obtidos por Yeates et al. (2005) que verificaram redução no número de ramos com o uso de 8,0 g do princípio ativo de CM na

embebição da semente, aos 63 dias após semeadura. Verificaram também que houve recuperação da emissão de ramos e, por ocasião da paralisação do crescimento vegetativo, 112 dias da semeadura, não foi observado diferença entre os tratamentos.

O número médio de frutos por planta foi afetado pela dose de regulador na embebição de sementes (Tabela 7.2), sendo a resposta obtida ajustada à equação quadrática com a quantidade máxima de frutos obtidos com a dose de 9,6 g i.a. kg<sup>-1</sup> de sementes de CM (Figura 7.6). Quanto à aplicação foliar, o efeito foi não significativo para esta avaliação. Nagashima et al., (2007), utilizando espaçamento entre linhas de plantas de 0,60 m, não observaram o efeito das doses de CM na semente e sim do CM em aplicações foliares, com redução no número de maçãs. Contudo, Yeates et al. (2005) observaram que, apesar de não ser proporcional a dose utilizada, quando do uso de 2,0 g i.a. kg<sup>-1</sup> sementes de CM, houve incremento no número de maçãs por planta de algodão.



**Figura 7.6** Número médio de frutos por planta de algodoeiro em função das doses de CM utilizadas na embebição de sementes.

Com relação à altura da inserção do primeiro ramo frutífero e ao número de frutos por planta, os resultados mostram-se conflitantes com aqueles obtidos por Nagashima et al. (2007) que verificaram redução dos ramos com o uso da aplicação foliar do CM. Possivelmente, estes resultados podem ser atribuídos às variações nos espaçamentos entre linhas de plantas utilizadas nos dois experimentos, aquele a 0,60 m e este a 0,30 m, fato que resultou na duplicação da população de plantas de algodoeiro por área. Segundo Silva et al. (2006), independente do espaçamento entre linhas e da densidade de plantas na entrelinha, o número de ramos frutíferos diminui com o aumento da população de plantas e também com a dose de CM utilizada.

A percentagem de maçãs na posição 1 dos ramos produtivos não foi afetada, nem pela embebição com CM e nem pela aplicação foliar de CM subsequente, com valor mínimo de 89,0% com a dose de 7,5 g i.a. kg<sup>-1</sup> de sementes e máximo de 95,13% sem embebição de CM em sementes de algodoeiro (Tabela 7.2). Jost e Cothren (2000), avaliando o efeito de diferentes espaçamentos na produção de algodoeiro sem o uso de CM, obtiveram 61,7% de retenção de frutos na posição 1, utilizando espaçamento entre linhas de plantas de 0,38 m. Também constataram que com a redução do espaço entre linhas houve incremento da frutificação na posição um dos ramos produtivos do algodoeiro.

Na Tabela 7.3 são apresentados os resultados da produção de algodão em caroço, massa de um capulho, massa de 100 sementes e percentagem de fibras. A produção de algodão em caroço não foi afetada pela aplicação de CM via embebição, com produção média de 3.523,5 kg de algodão em caroço por hectare. Apesar do uso de CM apresentar efeitos variáveis e inconsistentes sobre a produção de algodão em caroço (McCARTY; HEDIN, 1994; HODGES et al., 1991), dados deste trabalho são concordantes com os obtidos por Nagashima et al. (2007). Embora os tratamentos com CM não tenham contribuído com o aumento da produção de algodão em caroço, manteve-se satisfatória a arquitetura da planta nas condições de um solo de alta fertilidade. Por sua vez, Yeates et al. (2005) obtiveram redução no rendimento de algodão com uso de 4,0 g i.a. kg<sup>-1</sup> sementes, aplicado via embebição.

**Tabela 7.3** Produção de algodão em caroço, massas de um capulho, massa de 100 sementes e percentagem de fibras de algodoeiro em função das doses de CM na embebição de sementes e com aplicação e sem aplicação foliar. Londrina, 2006

Doses (g i.a. kg <sup>-1</sup> semente)	Produção (kg ha <sup>-1</sup> )	Capulho (g)	Massa de 100 sementes (g)	Fibras (%)
0,0	3.523,5	5,4	10,1	39,8
3,75	3.651,0	5,6	11,0	37,9
7,50	3.511,5	5,8	10,5	38,6
15,00	3.409,5	5,6	10,5	38,6
C.V. (%)	14,63	10,62	8,33	4,23
F	0,30 ns	0,53 ns	1,80 ns	1,61 ns
<b>Aplicação foliar</b>				
Com	3.664,5	5,7	10,6	38,9
Sem	3.382,5	5,5	10,4	38,7
F	1,40 ns	0,80 ns	0,37 ns	0,29 ns

ns: não significativo teste F.

A massa de um capulho de 100 sementes e a percentagem de fibras não foram afetadas pela aplicação de CM via embebição de semente ou foliar. No entanto, Cia et

al. (1996), estudando o efeito da densidade de plantas e uso de regulador de crescimento (Cloreto de Clorocolina) na dose de 50 g i.a. ha<sup>-1</sup>, e em espaçamento entre linhas de 1,0 m, observaram que houve um incremento na massa de 100 sementes e de capulho. Por sua vez, Athayde e Lamas (1999) avaliando efeito de doses de CM aplicado de forma parcelada, não observaram efeito significativo para produção de algodão em caroço e percentagem de fibras. Outro estudo desenvolvido por Lamas (2001) mostrou peso de capulho maior com a aplicação de regulador de crescimento, 50 g de CM e 100 g de Cloreto de Clormequat por hectare com início da aplicação aos 42 dias da emergência.

Neste estudo, embora tenha sido utilizado 90 g i.a. ha<sup>-1</sup> em aplicação foliar parceladas em quatro pulverizações, o porte final das plantas foi superior ao preconizado por Yamaoka et al.(2001). Ou seja, de 1,5 vezes o espaçamento entre linhas utilizado havendo, portanto, a necessidade de mais estudos relacionados com doses e épocas de aplicação foliar sequencial de CM para obtenção de plantas com altura adequada e desprovida de ramos vegetativos.

## 7.5 Conclusões

1. Sementes embebidas em soluções com CM reduzem a altura de plantas, sendo consonante à dose utilizada e com efeito visível até 80 dias após emergência, interferindo na altura da inserção do primeiro ramo frutífero e no número de frutos por planta de algodão, quando cultivada em condições adensadas;
2. A embebição de sementes de algodão com CM não afeta a produção de algodão em caroço, a massa de capulho, de sementes, e a percentagem de fibras e reduz a altura até o final do ciclo da planta, sem afetar o peso de capulho, o peso de 100 sementes, e percentagem de fibras e a produção de algodão em caroço em cultivo adensado;
3. A aplicação foliar do regulador CM reduz a altura de plantas de algodoeiro até o final do ciclo, sem afetar a massa de capulho, de 100 sementes, percentagem de fibras e a produção de algodão em caroço.



## 7.6 Referências

- ATHAYDE, M.L.F.; LAMAS, F.M. Aplicação seqüencial de cloreto de mepiquat em algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v 34, n.3, p.369-375, 1999.
- CIA, E.; ALLEONI, L.R.F.; FERRAZ, C.A.M.; FUZATTO, 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**, Campinas, v.55, n.2, p. 309-316, 1996.
- HODGES, H.F.; REDDY, V.R.; REDDY, K.R. Mepiquat chloride and temperature effects on photosynthesis and respiration of fruiting cotton. **Crop Science**, v.31, n.5, p.1302-1308, 1991.
- JOST, P.H.; COTHREN, J.T. Growth and yield comparisons of cotton planted in conventional and ultra-narrow row spacings. **Crop Science**, v.40, p.430-435, 2000.
- LAMAS, F.M. Estudo comparativo entre cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat aplicados no algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 265-272, Fev. 2001.
- LAMAS, F.M. Cloreto de mepiquat na cultura do algodoeiro via sementes. In: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 33, 2006, Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 19 p., 2006. Disponível em: <<http://www.cpao.embrapa.br/publicacoes/ficha.php?tipo=BP&num=33&ano=2006>>. Acesso em: 03 jan. 2007.
- MARUR, C.J. ; RUANO, O. A reference system for determination of developmental stages of upland cotton. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, Brasília, v.5, n2, p.313-317, 2001.
- MERT, M.; ASLAN, E.; AKIŞCAN, Y.; CALIŞKAN, M.E. Response of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) to different tillage systems and intra-row spacing. **Soil and Tillage Research**, v. 85, n.1-2, p.221-228, 2006.
- MCCARTY JR, J.C.; HEDIN, P.A. Effects of 1,1 dimethylpiperidinium chloride on the yields, agronomic traits, and allelochemicals of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), a nine year study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.42, n.10, p.2302-2304, 1994.
- NAGASHIMA, G.T.; MARUR, C.J.; YAMAOKA, R.S.; MIGLIORANZA, E. Desenvolvimento de plantas de algodão provenientes de sementes embebidas com cloreto de mepiquat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.40, n 9, p 943-946, 2005.
- NAGASHIMA, G.T.; MIGLIORANZA, É.; MARUR, C.J.; YAMAOKA, R.S.; GOMES, J.C. Embebição de sementes e aplicação foliar com cloreto de mepiquat no crescimento e produção do algodoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p 1027-1034, 2007.
- NICHOLS, S.P.; SNIPES, C.E.; JONES, M.A. Evaluation of row spacing and mepiquat chloride in cotton. **Journal of Cotton Science**, v.7, n. 4, p.148-155, 2003.
- NICHOLS, S.P.; SNIPES, C.E.; JONES, M.A. Cotton growth, lint yield, and fiber quality as affected by row spacing and cultivar. **Journal of Cotton Science**, v.8, n.1, p. 01-12, 2004.

PETTIGREW, W.T.; JOHNSON, J.T. Effects of different seeding rates and plant growth regulators on early-planted cotton. **Journal of Cotton Science**, v. 9, p.189-198, 2005.

RENCK, A.; HUDSON, D.; MARTIN, S. The cost of ultra-narrow row cotton production in Mississippi: a commercial-scale experiment. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCES, **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council, Memphis, 2000, v.1, p.289-290.

SILVA, A.V.; CHIAVEGATO, E.J.; CARVALHO, L.H.; KUBIAK, D.M. Crescimento e desenvolvimento do algodoeiro em diferentes configurações de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v. 5, n.3, p. 407-411, 2006.

YAMAOKA, R.S.; ALMEIDA, W.P.; PIRES, J.R.; MARUR, C.J.; NAGASHIMA, G.T.; SILVA, A.V. Comportamento de cultivares IPR 95 e Coodetec 401 ao adensamento de plantio do algodoeiro no estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3, 2001, Campo Grande. **Resumos**. Campo Grande: UFMS; Campina Grande: EMBRAPA-CNPA; Dourados: EMBRAPA-CPAO, 2001, v.1. p.609-611.

YEATES, S.J.; CONSTABLE, G.A.; McCUMSTIE, T. Cotton growth and yield after seed treatment with mepiquat chloride in the tropical season. **Field Crop Research**, v 93, p.122-131, 2005.

ZHAO, D.; OOSTERHUIS D.M. Pix plus and mepiquat chloride effects on physiology, growth, and yield of field-grown cotton. **Journal Plant Growth Regulator**. v.19, p.415-422, 2000.

## 8 CONCLUSÕES GERAIS

1. Havendo o estresse hídrico, logo após a emergência ou 30 dias da semeadura nas plantas tratadas com regulador de crescimento Cloreto de Mepiquat via embebição de sementes, o metabolismo destas plantas não é prejudicado na ocorrência de um estresse hídrico. As plantas suportam por mais alguns dias o estresse hídrico;
2. O modo de aplicação direta do Cloreto de Mepiquat sobre a semente de algodão substitui com vantagens o da embebição das sementes nas soluções com regulador de crescimento apresentando efeito similar a embebição;
3. As cultivares respondem diferentemente ao regulador de crescimento Cloreto de Mepiquat utilizado via embebição;
4. Sementes embebidas em soluções com CM reduzem a altura de plantas, sendo efeito inverso à dose utilizada e com redução de até 80 dias após emergência, em condições de cultivo em campo e a embebição e aplicação foliar de CM não afeta a produção de algodão em caroço, nem a massa de capulho, massa de sementes e percentagem de fibras.

Contudo, há necessidade de mais pesquisas relacionadas com o tema, para auxiliar na implantação da cotonicultura em sistema de cultivo adensado, de forma a viabilizar o cultivo em regiões com solo depauperado pelo uso, facilitar e reduzir os custos de produção.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, C.T.; KENNEDY, C.; ROBERTSON, B.; KHARBOUTLI, M.; BRYANT, K.; CAPPS, C.; EARNEST, L. Potential of ultra narrow row cotton in southeast Arkansas. In: Beltwide Cotton Conference, **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of America, Memphis, 1998. v.2, p.1403-1406.

ATHAYDE, M.L.F.; LAMAS, F.M. Aplicação seqüencial de Cloreto de Mepiquat em algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.34, n.3, p.369-375, 1999.

BADER, M.J.; SMITH, W.; REED, R.; McDANIEL, R.; LANIER, L.L.; ELLIS, C. UNR farm trials in Georgia 1998. . In: Beltwide Cotton Production Research Conferences. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council, Memphis, 1999, v.2, p.1481-1484.

BASF, 2003. Recomendações de uso (Bula).

BELTRÃO, N.E.M.; SOUZA, J.G. FITOLOGIA DO ALGODÃO HERBÁCEO (SISTEMÁTICA, ORGANOGRAFIA E ANATOMIA). IN: BELTRÃO, N.E.M. Ed. **O AGRONEGÓCIO DO ALGODÃO NO BRASIL**. 1ª EDIÇÃO. BRASÍLIA, DF: EMBRAPA ALGODÃO, 1999, p.55-86.

BILES, S.P.; COTHREN, J.T. Flowering and yield of cotton to application of mepiquat chloride and PGR-IV. **Crop Science**, v.41, p.1834-1837, 2001.

BOLONHEZI, A.C.; GOMES, E.A. Avaliação de variedade de algodão herbáceo em espaçamento estreito com cloreto de mepiquat. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4, 2003, Goiânia - GO. Algodão, um mercado em evolução. **Resumos**. Campo Grande: UFMS; Campina Grande: EMBRAPA-CNPA; Dourados: EMBRAPA-CPAO, 2003. Disponível em: <[http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos\\_cba4/120.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba4/120.pdf)> Acesso em: 03 nov. 2007.

BUXTON, D.R., PETERSON, I.L.; BRIGGS, R.E. Fruiting pattern in narrow-row cotton. **Crop Science**, v.19, p.17-22, 1979.

CARDOSO, G.D.; BELTRÃO, N.E.M.; PEREIRA, J.R.; GONDIM, T.M.S.; BRUNO, R.L.A. Produtividade e características da fibra do algodão plantado em população ultra-adensada. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.8, n.2/3, p. 831-838, 2004.

CARVALHO, L.H.; FURLANI JR., E.; SILVA N.M.; CHIAVEGATO, E.J.; FERREIRA, J.C.V.N.A. Resposta de três cultivares de algodoeiro ao cloreto de mepiquat. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.8, n.1, p.73-84, 1999.

CARVALHO, L.H.; SILVA, N.M.; KONDO, J.I.; CIA, E.; CHIAVEGATO, E.J.; FURLANI JR., E. Aplicação de cloreto de mepiquat em três cultivares de algodão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5, 2005, Salvador. **Algodão, uma fibra natural – Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n4/13.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2008.

CARVALHO, L.H.; CHIAVEGATO, E.J.; CIA, E.; KONDO, J.I. Comportamento da IAC 23 e DeltaOpal na presença do cloreto de mepiquat em plantio adensado do algodão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5, 2005, Salvador. **Algodão, uma fibra natural – Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. Disponível em:<[http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos\\_cba4/123.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba4/123.pdf)>. Acesso em: 02 abr. 2008.

CAWLEY, N.; EDMINSTEN, K.; WELLS R.; STEWART, A. Evaluation of ultra narrow row cotton in North Carolina. In: PROCEEDINGS BELTWIDE COTTON CONFERENCES, Orlando, 1999. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of America, 1999, v.1, p.558-559.

CIA, E.; CARVALHO, L.H.; KONDO, J.I.; FUZATTO, M.G.; BORTOLETTO, N.; GALLO, P.B.; CRUZ, L.S.P.; SABINO, N.P.; PETTINELLI JR, A.; MARTINS, A.L.M.; SILVEIRA, J.C.O. Efeito de 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.

COOK, D.R.; KENNEDY, C.W. Early flower bud loss and mepiquat chloride effects on cotton yield distribution. **Crop Science**, v.40, p.1678-1684, 2000.

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

CORBINS, B.R.; FRANS, R.E. Protecting cotton (*Gossypium hirsutum*) from fluometuron injury with seed protectants. **Weed Science**, v.39, n.3, p.408-411, 1991.

CRUZ, L.S.P.; SABINO, N.P.; TOLEDO, N.M.P. Efeitos do cloreto de mepiquat empregado como fitoregulador sobre algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. “IAC 16”). **Planta Daninha**, Campinas, v.1, p.15-22, 1982.

DUAN, L.; TIAN, X.; ZHANG, Y.; TANG, Z.; ZHAI, Z.; HE, Z. Effects of mepiquat chloride on lateral roots initiation of cotton seedling and its mechanism. In: International Crop Science Congress, 4, 2004. Disponível em: <[http://www.cropscience.org.au/icsc2004/poster/1/3/1/719\\_duan.htm](http://www.cropscience.org.au/icsc2004/poster/1/3/1/719_duan.htm)>. Acesso em: 03 abr. 2008.

FERNÁNDEZ, 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**, v. 31, p.1224-1228, 1991.

FERNÁNDEZ, C.J.; COTHREN, J.T.; McINNES, K.J. Carbon and water economies of well-watered and water deficient cotton plants treated with mepiquat chloride. **Crop Science**, v. 32, p.175-180, 1992.

FERREIRA, A.C.B.; LAMAS, F.M. **Uso de reguladores de crescimento, desfolhantes, dessecantes e maturadores na cultura do algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 2006, 8 p. (Embrapa-CNPA. Documentos, 95. Disponível em: <[www.cnpa.embrapa.br/publicacoes/2006/CIRTEC95.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/publicacoes/2006/CIRTEC95.pdf)>. Acesso em: 30 mar. 2008.

FERREIRA, A.C.B.; LAMAS, F.M.; BARBOSA, K.A. Resposta de genótipos de algodoeiro a doses de regulador de crescimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5, 2005, Salvador. **Algodão, uma fibra natural – Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005.

FURLANI JUNIOR, E.; SILVA, N.M.; CARVALHO, L.H.; BORTOLETTO, N.; SABINO, J.C.; BOLONHEZI, D. Modos de aplicação de regulador vegetal no algodoeiro, cultivar IAC-22, em diferentes densidades populacionais e níveis de nitrogênio em cobertura. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.227-233, 2003.

HODGES, H.F.; REDDY, V.R.; REDDY, K.R. Mepiquat chloride and temperature effects on photosynthesis and respiration of fruiting cotton. **Crop Science**, v.31, n.5, p.1302-1308, 1991.

HOLDEN, J.; CONSTABLE, G.; KERBY, T.; HAKE, K. **The use of pix as a cotton management tool**. Australian Cotton CRC. Disponível em: <<http://www.cotton.crc.org.au/publicat/agro/pix.htm>> Acesso em: 30 mar. 2008.

IQBAL, M.; IQBAL, M.Z.; KHAN, R.S.A.; HAYAT, K.; CHANG, M.A. Response of new cotton variety MNH-700 to mepiquat chloride under varying plant population. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.7, n.11, p.1898-1902, 2004.

IQBAL, M.; NISAR, N.; KHAN, R.S.A.; HAYAT, K. Contribution of mepiquat chloride in drought tolerance in cotton seedlings. **Asian Journal of Plant Sciences**, v. 4, n. 5, p. 530-532, 2005.

JSMONE. **Mepiquat chloride - Summary of product**. Disponível em: <<http://www.jsmon.com/english/mepiquat.htm>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

JOST, P.; WHITAKER, J.; BROWN, S.M.; BEDNARZ, C. Use of plant growth regulators as a management tool in cotton. [S.I.]: University of Georgia, College of Agricultural and Environmental Sciences, 2006. (College of Agricultural and Environmental Sciences. Bulletin, 1305). Disponível em: <<http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubcd/B1305.htm>>. Acesso em: 30 mar. 2008.

JOST, P.H.; COTHREN, J.T. Phenotypic alteration and crop maturity differences in ultra-narrow row and conventionally space cotton. **Crop Science**, v.41, p.1150-1159, 2001.

KERBY, T.A.; HAKE, K.; KEELEY, M. Cotton fruiting modification with mepiquat chloride. **Agronomy Journal**, v.78, n.5, p.907-912, sep./oct. 1986.

LACA-BUENDIA, J.P. Efeito de doses de reguladores de crescimento no algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, DF, v.1, n.1, p.109-113, 1989.

LAMAS, F.M. Cloreto de mepiquat na cultura do algodoeiro via sementes. In: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 33, 2006, Dourados: EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE, 19 p., 2006. Disponível em: <<http://www.cpa.embrapa.br/publicacoes/ficha.php?tipo=BP&num=33&ano=2006>>. Acesso em: 03 nov. 2007.

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

LAMAS, F.M. Reguladores de crescimento, desfolhantes e maturadores. In: FREIRE, E.C. **Algodão no cerrado do Brasil**. 1ª edição. Brasília, DF: ABRAPA, 2007. p.689-703.

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

- LANDIVAR, J.A.; COTHREN, J.T.; LIVINGSTON, S. Development and evaluation of the average five internodes length technique to determine time of mepiquat chloride application. In: BELTWISE COTTON CONFERENCE. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of America, 1996, p.1153-1156.
- LANDIVAR, J.A.; DONATO, M.C. Cultivo intensivo. **Cultivar**, v.23, p.43-45, 2000.
- LICHTENTHALER, H.K.; ROHMER, M.S.; SCHWENDER, J. Two independent biochemical pathways for isopentenyl diphosphate and isoprenoid biosynthesis in higher plants. **Physiology Plantarum**, v.101, p.643-652, 1997.
- MARUR, C.J. Fotossíntese e translocação de carboidratos em algodoeiros submetidos a déficit hídrico após a aplicação de cloreto de mepiquat. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, DF, v.10, n.1, p.59-64, 1998.
- MATEUS, G.P.; LIMA, E.V.; ROSOLEM, C.A. Perdas de cloreto de mepiquat no algodoeiro por chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.39, n.7, p.631-636, 2004.
- MCCARTY JR, J.C.; HEDIN, P. A. Effects of 1,1 dimethylpiperidinium chloride on the yields, agronomic traits, and allelochemicals of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), a nine year study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.42, n.10, p.2302-2304, 1994.
- 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.
- MONDINO, M.H.; PETERLIN, O.A.; GARAY, F. Optimización del rendimiento del algodón (*Gossypium hirsutum* L.) mediante el manejo controlado del crecimiento, empleando diferentes combinaciones de densidades y regulaciones. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3, 2001, Campo Grande. **Resumos**. Campo Grande: UFMS; Campina Grande: EMBRAPA-CNPA; Dourados: EMBRAPA-CPAO, 2001, v.1, p.100-103.
- NAGASHIMA, G.T.; MARUR, C.J.; YAMAOKA, R.S.; MIGLIORANZA, É. Desenvolvimento de plantas de algodão provenientes de sementes embebidas com cloreto de mepiquat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.40, n.9, p.943-946, 2005.



NAGASHIMA, G.T.; MIGLIORANZA, É.; MARUR, C.J.; YAMAOKA, R.S., GOMES, J.C. Embebição de sementes e aplicação foliar com cloreto de mepiquat no crescimento e produção do algodoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p.1027-1034, 2007.

NICHOLS, S.P.; SNIPES, C.E.; JONES, M.A. Evaluation of row spacing and mepiquat chloride in cotton. **Journal of Cotton Science**, v.7, n.4, p.148-155, 2003.

NÓBREGA, L.B.; VIEIRA, D.J.; BELTRÃO, N.E.M.; AZEVEDO, D.M.P. Efeito do regulador de crescimento – cloreto de mepiquat na cultura do algodoeiro herbáceo no sertão paraibano. **Revista de Oleaginosa e Fibrosa**, Brasília, DF, v.3, n.2, p.89-92, 1999.

OOSTERHUIS, D.M. Growth and development of a cotton plant. In: CIA, E.; FREIRE, E.C.; SANTOS, W.J. dos. **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1999. p.35-55, 1999.

OOSTERHUIS, D.M. Physiology and nutrition of high yielding cotton in the USA. **Informações Agronômicas**, n. 95, 2001. Disponível em: <[http://www.ipni.org.br/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/\\$FILE/Enc95p18-24.pdf](http://www.ipni.org.br/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/$FILE/Enc95p18-24.pdf)> Acesso em: 31 mar. 2008.

PEREIRA, J.R.; BELTRÃO, N.E.M.; OLIVEIRA, J.N. Aplicação precoce de cloreto de mepiquat sob duas dosagens de adubação nitrogenada no algodoeiro herbáceo irrigado. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2002, 5 p. (EMBRAPA-CNPA. Comunicado técnico, 153. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/publicacoes/2002/COMTEC153.pdf>> Acesso em: 03 abr. 2008.

PERKINS, W.R. Three year overview of UNRC vs. Conventional cotton. In: Beltwide Cotton Production Research Conferences, **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of America, Memphis, 1998, v.1, p.91.

PRINCE, W.B.; LIVINGSTON, C.W.; LANDIVAR, J.A. Effects of population, variety, and row spacing on cotton growth, lint yield and fiber quality in the coastal plains of south Texas. In: Beltwide Cotton Production Research Conferences, **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of America, Memphis, 1999, v.1, p.615.

REDDY, A.R.; REDDY K.R.; HODGES, H.F. Mepiquat chloride (PIX)-induced changes in photosynthesis and growth of cotton. **Plant Growth Regulation**, v.20, p.179-183, 1996.

REDDY, V.R.; BAKER, D.N.; HODGES, H.F. Temperature and mepiquat chloride on cotton canopy architecture. **Agronomy Journal**, v.82, n.2, p.190-195, 1990.

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

REGISTRATION DEPARTAMENT, AGRICULTURAL CHEMICALS DIVISION, BASF JAPAN LTD. Summaries of toxicity studies on mepiquat-chloride. **Journal of Pesticide Science**, v.17, n.3, p. S269-S274, 1992.

RENCK, A.; HUDSON, D.; MARTIN, S. The cost of ultra-narrow row cotton production in Mississippi: a commercial-scale experiment. In: Beltwide Cotton Production Research Conferences, **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council, Memphis, 2000, v.1, p.289-290.

RITCHIE, G.L.; BEDNARZ, C.W.; JOST, P.H.; BROWN, S.M. Cotton growth and development. University of Georgia Cooperative Extension Service *Bulletin 1253*. Disponível em: <<http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubcd/B1252.htm>>. Acesso em: 30 jan. 2008.

ROSOLEM, C.A. Ecofisiologia e manejo da cultura do algodoeiro. Instituto Brasileiro da Potassa – Informações Agronômicas, n. 95, 2001. Disponível em: <[http://www.ipni.org.br/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/\\$FILE/Encarte%2095.pdf](http://www.ipni.org.br/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/$FILE/Encarte%2095.pdf)>. Acesso em: 02 jan. 2008.

SACHS, R.M.; LANG, A.; BRETZ, C.F.; ROACH, J. Shoot histogenesis: subapical meristematic activity in a caulescent plant and the action of gibberellic acid and AMO-1618. **American Journal of Botany**, v.47, p.260-266, 1960.

SANTOS, E.A.; BARROSO, A.L.L.; PRADO, P.C.N. Efeito de fitorreguladores de crescimento em duas variedades de algodoeiro de porte e ciclos diferentes. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 5. Campina Grande. 1998. **Resumos...** Campina Grande: EMBRAPA, CNPA, 1998. 150 p

SANTOS, W.J. dos. Planejamento e manejo integrado de pragas do algodoeiro. In: ENCONTRO SOBRE A CULTURA DO ALGODOEIRO, 1. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1998. p.27-64.

SILVA, A.V.; CHIAVEGATO, E.J.; CARVALHO, L.H.; KIBIAK, D.M. Crescimento e desenvolvimento do algodoeiro em diferentes configurações de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.3, p.407-411, 2006.

SOUZA, F.S.; MARTARELLO, F.H.H.; ROSOLEM, C.A.; OOSTERHUIS, D. Efeito do cloreto de mepiquat na espessura de folhas do algodoeiro em função da temperatura. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, n.2, p.315-317, 2007.

SOUZA, F.S.; OOSTERHUIS, D.M.; ROSOLEM, C.A.; GONIAS, E.D.; BIBI, A.C. Effect of temperature on cotton growth response to mepiquat chloride. **Summaries of Arkansas Cotton Research**, s. 543, p.51-57, 2005. Disponível em: <<http://arkansasagnews.uark.edu/543-7.pdf>> Acesso em: 03 abr. 2008.

SOUZA, F.S.; ROSOLEM, C.A. Rainfall intensity and mepiquat chloride persistence in cotton. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.64, n.2, p.125-130, 2007.

SOUZA, R.N.; PEREIRA, J.R.; LIMA, S.V.; ALVES, J.C.M.; ALENCAR, S.B.; BEZERRA, J.R.C.; SANTOS, J.W. Modos de aplicação de cloreto de mepiquat em duas variedades de algodão herbáceo. . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5, 2005, Salvador. **Algodão, uma fibra natural – Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. Disponível em:<[http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos\\_cba5/168.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba5/168.pdf)> Acesso em: 31 mar. 2008.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Giberelinas: reguladores da altura dos vegetais. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª Edição, Porto Alegre, Artmed, 2004, p.485-516.

WILSON JR., D.G.; YORK, A.C.; EDMISTEN, K.L. Narrow-row cotton response to mepiquat chloride. **Journal of Cotton Science**, v.11, p.177-185, 2007.

WRIGHT, D. L.; MAROIS, J. J.; WIATRAK, P. J.; SPRENKEL, R. K.; RICH, J. R.; BRECKE, B.; KATSVAIRO, T. W. **Production of ultra narrow row cotton**. 2005. Disponível em: < <http://edis.ifas.ufl.edu/AA267> >. Acesso em: 23 mar. 2008.

XU, X.; TAYLOR, H.M. Increase in drought resistance of cotton seedlings treated with mepiquat chloride. **Agronomy Journal**, v.84, p.569-574, 1992.

YAMAOKA, R.S. 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.

YAMAOKA, R.S.; ALMEIDA, W.P.; PIRES, J.R.; MARUR, C.J.; NAGASHIMA, G.T.; SILVA, A.V. Comportamento de cultivares IPR 95 e Coodetec 401 ao adensamento de plantio do algodoeiro no estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3, 2001, Campo Grande. **Resumos**. Campo Grande: UFMS; Campina Grande: EMBRAPA-CNPA; Dourados: EMBRAPA-CPAO, 2001, v.1. p.609-611.

YEATES, S.J.; CONSTABLE, G.A.; McCUMSTIE, T. Cotton growth and yield after seed treatment with mepiquat chloride in the tropical winter season. **Field Crops Research**, n.93, p.122-131, 2005.

YORK, A.C. Cotton cultivar response to mepiquat chloride. **Agronomy Journal**, v.75, p. 663-667, 1983.

ZANON, G.D. **Manejo de cultivares de algodoeiro em densidade populacional variável com o uso de regulador de crescimento**. 2002. 75 p. Dissertação. (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade de São Paulo – Piracicaba.

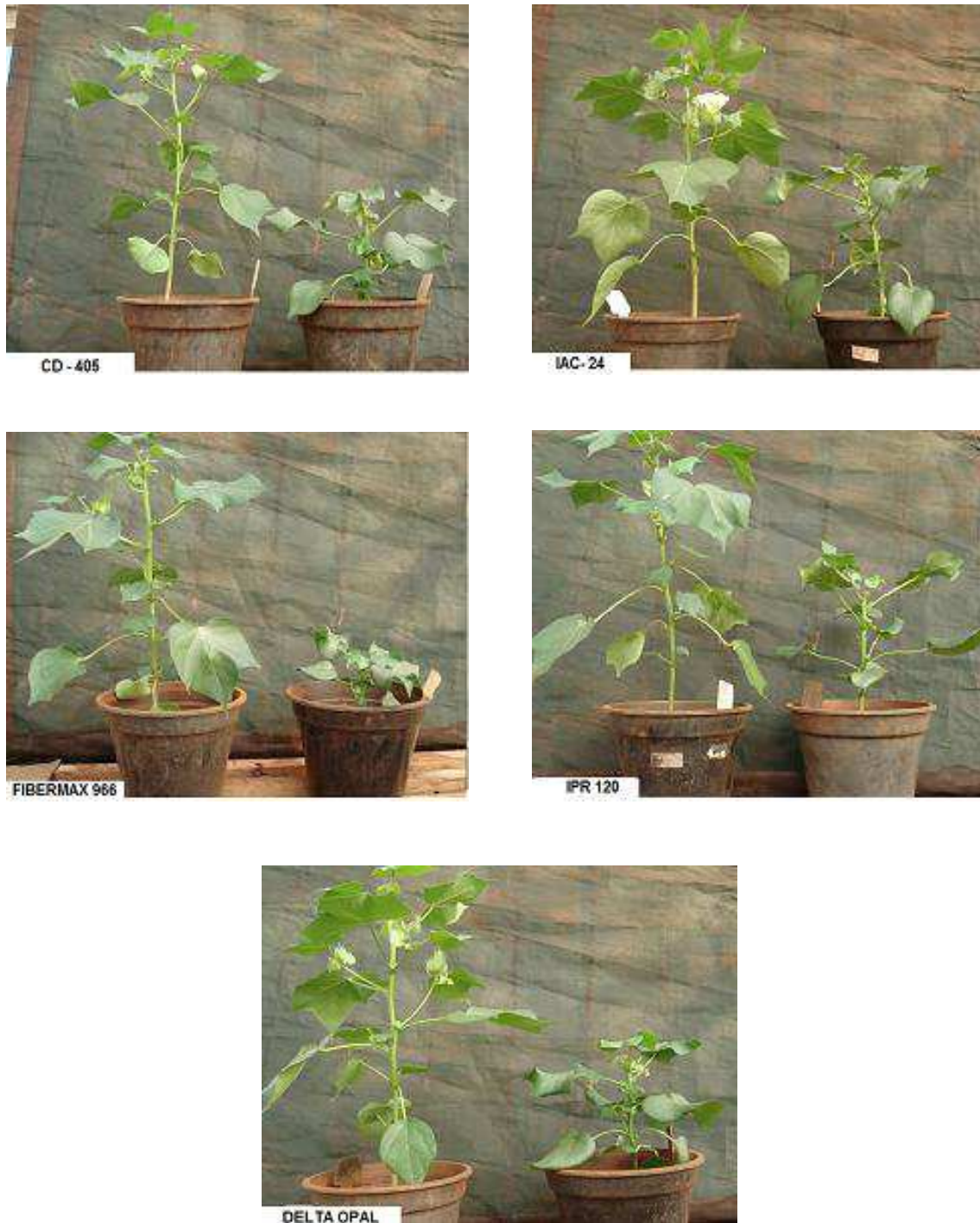
ZANQUETA, R.; FURLANI JUNIOR, E.; PANTANO, A.C.; SOUZA, R.A.R. Modos de aplicação de regulador de crescimento com diferentes densidades de plantas em cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch.) **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.26, n.1, p.97-105, 2004.

ZHAO, D.; OOSTERHUIS, D.M. Pix Plus and mepiquat chloride effects on physiology, growth, and yield of field-grown cotton. **Journal of Plant Growth Regulation**, n.19, p.415-422, 2000.

ZHAO, D.; OOSTERHUIS, D.M.; DANIEL, T. Two-year study on the efficacy of PIX™ when foliar application is followed by precipitation. In: BELTWIDE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCES, 2000, **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of America, Memphis, 2000, v.1, p.681-684.

## **APÊNDICE**

## APÊNDICE



**Figura** – Efeito na altura de plantas de algodoeiro com regulador de semente Cloreto de Mepiquat, via embebição de sementes utilizando 2,0 g i.a. 100 mL<sup>-1</sup> de água, em cinco cultivares de algodão herbáceo.