



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

GETÚLIO TAKASHI NAGASHIMA

**REGULADOR DE CRESCIMENTO (CLORETO DE
MEPIQUAT) NA EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE
ALGODÃO:
CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL E PRODUÇÃO**

Londrina
2005

GETÚLIO TAKASHI NAGASHIMA

**REGULADOR DE CRESCIMENTO (CLORETO DE
MEPIQUAT) NA EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE
ALGODÃO:
CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL E PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Édison Miglioranza

Co-orientador: Dr. Celso Jamil Marur

Londrina
2005

GETÚLIO TAKASHI NAGASHIMA

**REGULADOR DE CRESCIMENTO (CLORETO DE
MEPIQUAT) NA EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE
ALGODÃO:
CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL E PRODUÇÃO**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Édison Miglioranza (Orientador)

Dr. Antonio Costa

Prof^a. Dr^a. Nilza Patrícia Ramos

Londrina, 21 de fevereiro de 2005.

A Deus;

À minha esposa Michiko, pelo incentivo, dedicação e amor incondicional;

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

Aos meus pais, Katsumi e Mitico, pela vida, influência na minha formação pessoal

mostrando os valores e princípios morais os quais levo comigo;

Aos meus irmãos, Lucila, Edson, Regina e Mauro pelo apoio.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, professor Dr. Édison Miglioranza, pela orientação, amizade e paciência, necessárias para a realização dos trabalhos;

Agradeço ao meu co-orientador, Dr. Celso Jamil Marur (IAPAR), pelo incentivo e orientação na realização dos trabalhos;

Agradeço aos pesquisadores M. Sc. Ruy Seiji Yamaoka e Dr. Celso Luiz Hohmann (IAPAR), por todo o apoio;

Agradeço aos Coordenadores do Curso de Pós Graduação, Dr^a. Maria de Fátima Guimarães e Dr^a. Carmen Silva Vieira Janeiro Neves, pelo incentivo e ajuda em todas as ocasiões solicitadas;

Agradeço a todos os professores do Curso de Pós-graduação pela dedicação, amizade, compreensão e estímulo constante;

A secretária Dalva do Curso de Pós Graduação, pela atenção e dedicação, sempre pronta a atender com simpatia e profissionalismo;

Agradeço aos funcionários do Centro de Ciências Agrárias da UEL, principalmente aos da área de Fitotecnia;

Agradeço aos funcionários e amigos do Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), especialmente ao Namir Filipin Soler e José Carlos Gomes;

Agradeço à Universidade Estadual de Londrina (UEL) pela oportunidade em realizar o curso e à infra-estrutura oferecida;

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo;

Agradeço ao Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) pela cessão do terreno e estrutura necessária para a implantação e condução dos experimentos.

NAGASHIMA, Getúlio Takashi. **Regulador de crescimento (Cloreto de Mepiquat) na embebição de sementes de algodão**: crescimento e desenvolvimento inicial e produção. 2005. 62f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.

RESUMO

O cultivo adensado do algodoeiro, requer que as plantas não ultrapassem uma determinada altura. A redução no porte pode ser idealmente conseguida através do melhoramento genético, mas é um processo moroso e de alto custo. Outra opção é o uso de reguladores de crescimento para a redução do porte do algodoeiro, podendo assim manejar adequadamente a cultura. Com o objetivo de reduzir o porte do algodoeiro, já a partir dos primeiros dias de crescimento, para auxiliar no adensamento da cultura, foi utilizado a embebição das sementes em soluções com diversas concentrações de regulador de crescimento. O primeiro experimento foi conduzido em Londrina, PR (23°29'S, 51°12'W), em casa de vegetação, utilizando a cultivar IPR-120 cultivadas em sacos de plástico preto com capacidade de 2,5 litros. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com cinco repetições, em esquema fatorial sendo os fatores comparados: cinco concentrações de cloreto de mepiquat (0; 0,5; 2,5; 5 e 7,5%) e três tempos de embebição (3, 6 e 12 horas), com avaliações semanais, da emergência até o estágio fenológico F₁ (primeira flor branca) aos 49 dias após a emergência. Comparado com embebição em água, todos os tratamentos com soluções de cloreto de mepiquat reduziram a altura da planta desde a sua emergência, com interação entre os fatores analisados. Constatou-se também, redução no número de botões florais, no número de ramos, na área foliar, na matéria seca e na altura da inserção do nó cotiledonar. O segundo experimento, teve a finalidade de avaliar o efeito da embebição de sementes em solução com cloreto de mepiquat em condições de campo. O experimento foi conduzido em Londrina, PR. Sementes da cultivar IPR 120 foram imersas em soluções com cinco concentrações de cloreto de mepiquat (0; 0,5; 2,5; 5 e 7,5% (v/v)) e após emergência, metade das parcelas foram pulverizados com cloreto de mepiquat e o restante mantidos sem aplicação do produto. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5x2, com quatro repetições. Constatou-se que para o parâmetro altura houve efeito da dose de cloreto de mepiquat na embebição das sementes de algodão até os 31 dias após emergência, não persistindo após esta data. Não houve interação entre os fatores analisados. A altura da inserção do nó cotiledonar foi afetada, mas a altura da inserção do primeiro ramo produtivo, número total de ramos e número de ramos frutíferos não foram afetados pelas doses na embebição de cloreto de mepiquat, havendo, no entanto o efeito das aplicações foliares subseqüentes. Não houve efeito da dose de cloreto de mepiquat na embebição de semente e das aplicações foliares seqüenciais para o peso de capulho.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L. Tratamento de sementes. Inibidores de crescimento.

NAGASHIMA, Getúlio Takashi. **Regulator of growth (Chloride of Mepiquat) in the embebição of cotton seeds: growth and initial development and production.** 2005. 62f. Dissertation (Master'S degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.

ABSTRACT

Ultra narrow row cotton production requires plants that do not exceed a certain height limit. Reduction in cotton plant height can be accomplished through genetic improvement, however, this is a slow and highly expensive technique. Another alternative to reduce the height of cotton plants, to facilitate crop management practices, is the use of growth regulators. The aim of the present study was to reduce the height of the cotton plants, starting at the seedling stage, as a way of increasing plant density using cotton seeds soaked in solutions with different concentrations of the growth regulator mepiquat chloride. The first experiment was conducted under greenhouse conditions in Londrina, PR, Brasil (23°29'S, 51°12'W), using plants of the cultivar IPR-120 planted in 2.5 L black plastic bags. A completely randomized factorial experimental design, comprising five mepiquat chloride concentration solutions (0; 0.5; 2.5; 5 e 7.5% (v/v)) and three soaking time intervals (3, 6 e 12h), was used. Each treatment was replicated five times. Evaluations were carried out weekly from emergence to the phenological stage F₁ (first flower), 49 days of emergence. Compared to soaking in water, all treatments with mepiquat chloride solution reduced the height of the plant since its emergence. The statistical analysis revealed an interaction among the factors evaluated. It was also observed a reduction in the number of flower buds, branch, in the foliage, in the dry matter and in the insertion height of cotyledon node. In the second experiment the effect of soaking cotton seeds in mepiquat chloride solutions on plant height was evaluated under field conditions, in Londrina, PR. Cultivar IPR-120 seeds were soaked in solutions of five concentrations of mepiquat chloride (0; 0.5; 2.5; 5.0 e 7.5% (v/v)) and after emergence half of the experimental units was sprayed with the growth regulator and half was maintained without the product. A randomized block, arranged in a 5X2 factorial, design was used. Each treatment was replicated four times. It was observed that plant height was affect by the dose of mepiquat chloride used until the 31st day after emergence, not persisting thereafter. There was no interaction among the analyzed factors. The height of the cotyledon node was affected by the mepiquat chloride doses utilized on seed treatment, but not the height of insertion of the first productive branch, the total number of stem or the reproductive branch. However, there was an effect of the foliar applications on those parameters. There was no effect of the mepiquat chloride seed soaked treatment concentrations and of the foliar applications on the weight of cotton bolls.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L. Seed treatments. Growth inhibitor.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO, TOXIDADE E FUNCIONAMENTO	11
2.2 USO E MONITORAMENTO DO CRESCIMENTO VEGETATIVO	12
2.3 CLORETO DE MEPIQUAT E CULTIVARES DE ALGODÃO	13
2.4 ALTURA DE PLANTAS	14
2.5 ÉPOCA E PARCELAMENTO DE APLICAÇÃO	15
2.6 INSERÇÃO DOS NÍOS, POSIÇÃO DOS FRUTOS E FLORESCIMENTO	17
2.7 PRODUÇÃO E FIBRAS	19
2.8 ÁREA FOLIAR, MASSA SECA E COMPRIMENTO DOS PELOS FOLIARES	20
2.9 CLOROFILA, FOTOSÍNTESE E CHUVA	21
2.10 EFEITO SOBRE AS SEMENTES	22
2.11 TRATAMENTO DE SEMENTES	22
2.12 SISTEMA “WICK”	23
2.13 CAPAÇÃO MANUAL E QUÍMICA	24
2.14 CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
3 ARTIGO 1 – EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE ALGODÃO COM CLORETO DE MEPIQUAT: CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DAS PLANTAS	25
RESUMO	25
ABSTRACT	25
INTRODUÇÃO	26
MATERIAL E MÉTODO	28
RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
CONCLUSÕES	34
AGRADECIMENTO	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

4 ARTIGO 2 – EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE ALGODÃO COM CLORETO DE MEPIQUAT E APLICAÇÃO FOLIAR SEQUENCIAL: CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO.....	37
RESUMO.....	37
ABSTRACT.....	37
INTRODUÇÃO.....	38
MATERIAL E MÉTIDO.....	39
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
CONCLUSÕES.....	47
AGRADECIMENTO.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
5 CONCLUSÃO GERAL.....	50
REFERÊNCIAS.....	51
APÊNDICES.....	56
APÊNDICE 1.....	57
APÊNDICE 2.....	59
APÊNCIDE 3.....	61

1 INTRODUÇÃO

A exploração agrícola, especialmente da cotonicultura, é dependente de duas rotas distintas: a genética e a ambiental. Na primeira, busca-se a melhoria da qualidade da fibra, aumento na produtividade e na percentagem de fibra, resistência ampla a pragas e doenças, visando reduzir os custos de produção e os níveis de agressão ao meio ambiente. Na rota denominada ambiental, onde se manipulam insumos e alguns fatores de produção, como o espaçamento, a densidade de semeadura, a época ideal de semeadura, os métodos de preparo de solo entre outros, o objetivo é a produtividade máxima econômica, com sustentabilidade global.

Entre as técnicas culturais, a aplicação de reguladores de crescimento em algodoeiro tem assumido destaque especial, por possibilitar o controle do desenvolvimento das plantas em solos de diversas fertilidades, facilitando a aplicação de defensivos e a mecanização da colheita.

Para o cultivo de algodoeiro, o espaçamento entre linhas é função da fertilidade do solo, do porte, do hábito de crescimento, da variedade e também da mecanização da cultura, principalmente no tocante à colheita mecânica.

Culturas superadensadas são aquelas cujos espaçamentos entre linhas são menores que 0,38 m, e como as cultivares atualmente disponíveis no mercado apresentam porte superior a 1,00 m, torna-se difícil obter plantas com estaturas que atendam a relação espaçamento entre linhas igual a $2/3$ da altura, especialmente em cultivos adensados ou superadensados. Com menor espaçamento entre linhas e adequado número de plantas na linha, ocorre maior interceptação de luz pelas plantas e maior eficiência no uso da água em face de menor taxa de evaporação do solo, aumentando a matéria seca de capulhos por unidade de área e solos considerados marginais (degradados) podem ser melhores aproveitados adotando-se este espaçamento.

Aliado a um sistema conservacionista, o cultivo superadensado diminui custos com insumos agrícolas, aumenta a rentabilidade em curto prazo, além de conservar ou melhorar as características do solo e a produtividade em longo prazo.

Diante dessas considerações, a presente dissertação teve o objetivo de avaliar o efeito do tratamento de sementes de algodão através da embebição em solução de cloreto de mepiquat na redução do porte da planta logo no início do

desenvolvimento e seu efeito na produção. A dissertação é apresentada na forma de artigos científicos, a saber:

- Artigo 1: Embebição de sementes de algodão com cloreto de mepiquat: crescimento e desenvolvimento inicial das plantas e
- Artigo 2: Embebição de sementes de algodão com cloreto de mepiquat e aplicação foliar seqüencial: crescimento, desenvolvimento e produção.

Antecedendo a apresentação dos referidos trabalhos encontra-se uma Revisão de Literatura de caráter geral.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO, TOXICIDADE E FUNCIONAMENTO

Cloreto de Mepiquat é um regulador de crescimento, pertencente ao grupo químico dos amônios quaternários, e dentro dos bio-reguladores tem a função de interferir em certos processos fisiológicos da planta do algodoeiro. A composição é de Cloreto de 1,1 dimetilpiperidínio com 50g L⁻¹ de ingredientes inertes (BASF, 2003). Apresenta fórmula molecular: C₇H₁₆NCl, com peso molecular de 149,66, com coloração branca para amarelo leve, temperatura de fusão de 223°C, de pouca toxicidade, com LD 50 para ratos adultos de 1490 mg kg⁻¹, LD 50 dermal de 7800 mg kg⁻¹, não causando mutações, aberrações ou câncer sob condições experimentais (Jsmone, 2004).

Baseados em diversos estudos, a toxicidade aguda do cloreto de mepiquat, sub-aguda e a de longo prazo são baixas. Foi notada uma baixa irritação nos olhos e nas peles, mas não foram verificados efeitos na sensibilização da pele. O risco pela inalação é excluído sob condições práticas de uso. Não foram notados efeitos em parâmetros de reprodução e não há efeitos teratogênicos. O cloreto de mepiquat não apresentou nenhum efeito mutagênico ou oncogênico nos estudos até agora executados (Reg. Dep. Agric. Chem. Div., BASF Japan Ltd., 1992).

O cloreto de mepiquat afeta a planta por alterar o metabolismo do ácido giberélico (GA), pela inibição de enzima envolvida na síntese deste hormônio, significando que menor quantidade deste hormônio está disponível para a planta. O ácido giberélico está envolvido no processo de alongação celular dos caules, das folhas, das raízes, dos frutos e também na divisão celular (Sachs et al., 1960) e a aplicação de cloreto de mepiquat pode reduzir a área foliar e a altura da planta (Holden et al., 2004; Reddy et al., 1992).

O regulador de crescimento (cloreto de mepiquat) permite um maior aproveitamento do potencial genético do algodoeiro, reduzindo o crescimento vegetativo e melhorando a retenção dos botões florais e maçãs, principalmente nos primeiros nós dos ramos produtivos, tendendo a diminuir o ciclo de vida da cultura, antecipando a maturação e a colheita (BASF, 2003).

A movimentação do produto no interior da planta é rápida, 70 a 90% penetra na planta em período anterior a oito horas após a aplicação, sendo móvel dentro da planta, distribuído rapidamente para área de crescimento, como folhas e ramos novos (Holden et al., 2004).

Segundo Reddy et al. (1996), esse regulador é translocado de forma ascendente e descendente, pelo xilema e floema, respectivamente, de maneira uniforme e não degradado nas plantas de algodão.

2.2 USO E MONITORAMENTO DO CRESCIMENTO VEGETATIVO

O regulador sintético de crescimento de plantas (cloreto de mepiquat) tem sido utilizado tradicionalmente no mundo todo para o controle da altura de plantas em cereais e outras culturas (McCarty e Hedin, 1994). Em algodão são utilizados para manejar o aumento da produção e maturidade (Nichlos et al., 2003).

O monitoramento do crescimento é útil para indicar o crescimento e do desenvolvimento da planta antes da aplicação do cloreto de mepiquat. Respostas positivas da aplicação do regulador na produtividade podem ocorrer quando a cultura apresenta o crescimento vegetativo excessivo. Redução provável no rendimento ocorre se na época da aplicação as plantas estão sob estresse (Holden et al., 2004).

Diferentes critérios de decisão para aplicação de reguladores de crescimento foram comparados e suas influências sobre o rendimento e crescimento do algodoeiro, Mondino e Peterlin (2002) relatam que o momento da aplicação é determinante no uso produto. O método de avaliação do comprimento de todos os internódios da haste principal da planta (quando ultrapassa os 4,5 cm) foi o que produziu os resultados mais equilibrados de crescimento e os maiores rendimentos através do aumento no número e peso de capulhos.

O uso da técnica do comprimento médio dos últimos cinco internódios da haste principal (ALT5), para determinar o momento da aplicação de cloreto de mepiquat é proposto por Landivar et al. (1996). Uma régua especial é utilizada para a medição e para prever a altura potencial da planta no término do crescimento vegetativo. O método é baseado em duas suposições; (1) o comprimento máximo de cada internódio é alcançado no período entre 12 e 15 dias após o início de seu

desenvolvimento e (2) o crescimento em altura de plantas segue modelo sigmoidal. Os autores concluem que o método é mais sensível para detectar mudanças no crescimento induzido pela aplicação de cloreto de mepiquat no comprimento dos internódios. Sugerem também que a metodologia pode ser usada para quantificar o efeito do estresse hídrico e nutricional na alongação do ramo principal.

Baseados em trabalhos desenvolvidos em 13 experimentos no período de 1982-1989 por Kerby, utilizando cultivar Acala SJ-2, desenvolvida na ausência de estresse, Holden et al. (2004) recomendam o princípio do Índice de Vigor (IV) para o monitoramento do desenvolvimento da planta. O vigor da planta necessita ser monitorado, imediatamente antes do aparecimento da primeira flor, utilizando a equação: $I.V. = (A.A. - A.S.A.) / (N.S. - N.S.A.)$, onde IV: Índice de vigor; A.A.: altura atual; A.S.A.: altura na semana anterior; N.S.: nós da semana e N.S.A.: nós na semana anterior. Os autores sugerem que com I.V. entre 5,5 e 6,5 cm, já haverá pequena resposta ao uso de cloreto de mepiquat e recomenda a dose de 200 ml ha⁻¹. Para I.V. entre 6,5 e 7,5 cm por nó a recomendação é de 600 ml e com valores superiores a 7,5 cm por nó, a dose de 750 a 1200 ml ha⁻¹.

2.3 CLORETO DE MEPIQUAT E CULTIVARES DE ALGODÃO

Nas cultivares que apresentaram excessivo crescimento vegetativo, os efeitos do cloreto de mepiquat foram benéficos e por outro lado, nas cultivares de porte baixo o efeito do produto não foi significativo (Cia et al., 1984).

Durante três anos, avaliando o efeito do cloreto de mepiquat em quatorze cultivares de algodão, York (1983) constatou que as cultivares respondem diferentemente a este produto, não observando as mesmas repostas nos diferentes anos de cultivos. Conclui também que não há interação entre cultivares e regulador de crescimento para parâmetros como: percentagem e comprimento de fibras, peso da maçã, peso das sementes, número de sementes por maçã, altura de plantas ou maturidade. O autor, baseado nos resultados, ressalta que a seleção das cultivares avaliadas não levou em consideração a decisão de uso de reguladores de crescimento.

O efeito de regulador de crescimento comparados em duas cultivares (IAC-19 e IAC-20) que possuem características de porte e ciclo decrescentes nesta

ordem, Santos et al. (1998) observaram que o bioregulador provocou redução de porte de 13% em relação à testemunha, sendo o efeito mais expressivo na cultivar IAC-19, com incremento de 300 kg por hectare de algodão em caroço.

Com o surgimento de novas variedades, da utilização de semeadura adensada e colheita mecânica, tornou-se imprescindível o uso de reguladores de crescimento, para adequar as plantas às pulverizações para controle de pragas e doenças e proporcionar maior precocidade ao algodoeiro. Segundo Santos (1998), o cloreto de mepiquat uniformiza o crescimento da planta facilitando a penetração da calda no interior da vegetação, o que melhora a eficiência de controle de pragas e doenças.

2.4 ALTURA DE PLANTAS

Na cultura do algodão, a aplicação do cloreto de mepiquat reduz a altura das plantas, motivada pelo encurtamento de internódios, resulta em plantas mais compactas, com coloração verde escuro, com as maçãs localizadas nos ramos mais baixos, apresenta índice de área foliar menor e encurtamento do ciclo (McCart e Hedin, 1994).

A redução na altura da planta de algodão é diretamente proporcional à dose aplicada, portanto quanto maior a dose do produto, menor o porte da planta. É útil em algodão com perdas precoces de estruturas reprodutivas (shedding), através de danos por insetos ou por outros fatores estressantes e que reduzem drenos reprodutivos, sendo os carboidratos utilizados para o crescimento vegetativo (Holden et al., 2004).

Vários trabalhos comprovam a capacidade de redução do porte das plantas pelo uso de cloreto de mepiquat (Mateus et al., 2004; Furlani Junior et al., 2003; Mondino e Peterlin, 2002; Biles e Cothren, 2001; Carvalho et al., 2001; Reddy et al., 1990; Kerby, 1985).

2.5 ÉPOCA E PARCELAMENTO NA APLICAÇÃO

Normalmente, para aplicação única de cloreto de mepiquat, a época da utilização é no início da floração (Biles e Cothren, 2001; Cook e Kennedy, 2000). Para a aplicação seqüencial, inicia-se próximo aos 45-50 dias após emergência (DAE), com as plantas apresentando uma altura média de 0,60 a 0,65 m (Lamas, 2001; Athayde e Lamas, 1999; Laca-Buendia, 1989).

A empresa Basf que é a detentora do produto recomenda que para a aplicação única, a dosagem de um litro do produto comercial seja utilizada quando a lavoura apresentar 8-10 flores por metro linear ou quando atingirem 60 cm de altura. Para a aplicação seqüencial, as doses deverão ser fracionadas com base na aplicação única em 2 ou 4 aplicações. A primeira aplicação é recomendada quando 50% das plantas apresentarem primeiro botão floral em desenvolvimento (3 a 6 mm), desde que a planta apresente condições normais de crescimento. A segunda aplicação ocorrerá 10 a 15 dias após a primeira, quando houver a retomada de desenvolvimento, evitando o uso na presença de estresse de qualquer origem.

Quando se analisa o efeito do cloreto de mepiquat aplicado na mesma dose total, mas parcelado de forma diferente no tocante à altura de plantas, o que se manifesta é que foi mais evidenciado pela dose total aplicada do que pelo parcelamento (Athayde e Lamas, 1999), sendo a dose de 55 g ha⁻¹ suficiente para que as plantas mantivessem com a altura inferior a 1,30 m, no espaçamento entre fileira de 0,90 m. Os autores verificaram apenas certa tendência das plantas que receberam a menor dose na última aplicação, de apresentarem maior altura, indicando que, quando do parcelamento, a última aplicação deve ser feita com uma dose no mínimo igual às anteriores.

Em três doses de cloreto de mepiquat em duas cultivares (IAC-23 e DeltaOpal) aplicadas parceladamente e com três densidades de plantas por metro linear, Carvalho et al. (2004) concluem que doses mais elevadas de regulador promovem redução mais acentuada na altura das plantas.

Diversas doses de cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat foram comparados por Laca-Buendia (1989), em aplicação única e parcelada e constatou que o uso de 100 g i.a. ha⁻¹ de cloreto de mepiquat em aplicação única e cloreto de

chlormequat em aplicação dividida nas doses de 25 + 25 g i.a. ha⁻¹ reduziram a altura de plantas em 31,3 e 28,8% comparados com a testemunha, respectivamente.

Em grupos de experimentos com grande desenvolvimento das plantas, a dose única de 50 g ha⁻¹ não diferiu da testemunha, ao contrário do que ocorreu com a aplicação parcelada, o que sugere que este último método seja mais eficiente (Cia et al., 1984). Confirmando estas informações, Furlani Junior et al. (2003) relatam que a aplicação parcelada de cloreto de mepiquat é mais eficiente que a aplicação única, em termos de limitação do crescimento do algodoeiro e propicia maior massa média de capulhos. A combinação dos produtos não tem efeito na redução da altura das plantas (Lamas, 2001). Analisando os efeitos de cloreto de mepiquat e chlormequat aplicados isoladamente ou combinados, o autor conclui que os parcelamentos dos reguladores de crescimento proporcionam maior redução da altura das plantas com maior peso de capulho.

Entretanto, estudando o efeito de doses de cloreto de mepiquat (50 e 75 g ha⁻¹ do i.a.) e do parcelamento, iniciando as aplicações aos 10 DAE; 10 e 20 DAE; 10, 20 e 30 DAE; 10, 20, 30 e 40 DAE e duas doses de adubação nitrogenada, sobre as características agrônomicas da cultivar CNPA 97-2865 sob irrigação, Pereira et al. (2003) concluem que as doses e fracionamentos precoces de cloreto de mepiquat não promovem mudanças substanciais na altura.

A época de aplicação do produto apresenta maior influência em sua performance, segundo Holden et al. (2004). A aplicação de 600 ml ha⁻¹ no aparecimento da primeira flor tem apresentado o mesmo efeito que 1000 ml ha⁻¹ aplicados 10 dias mais tarde, devido ao rápido crescimento nessa época.

Com a finalidade de pesquisar o efeito de dosagens (0, 60 e 120 g ha⁻¹) e épocas de aplicação (50, 65 e 80 dias após emergência) do cloreto de mepiquat na arquitetura e na produtividade, Nóbrega et al. (1999) destacam que não foi observada a interferência significativa das dosagens nas variáveis alturas de planta e rendimento de algodão em caroço. Por outro lado, verificaram efeitos para o fator época, destacando a aplicação aos 50 dias após emergência (DAE) que proporcionou maior redução do comprimento dos meritalos das plantas e a altura de plantas foi menor com aplicações aos 50 DAE e 65 DAE comparativamente a aplicação efetuada aos 80 DAE.

2.6 INSERÇÃO DOS NÓS, POSIÇÃO DOS FRUTOS E FLORESCIMENTO

O uso de cloreto de mepiquat reduz o número de nós na haste principal da planta, sendo diretamente proporcional à dose aplicada (Holden et al., 2004). Segundo os autores, isso não significa necessariamente uma produtividade menor, pois a redução nos nós ocorre em porção pouco produtiva no topo da planta, onde freqüentemente não há tempo suficiente para o amadurecimento dos frutos tardios.

As aplicações de reguladores de crescimento em algodão além de evitarem o crescimento vegetativo em excesso, diminuem o número de nós e a distância entre nós das plantas tratadas e melhoram a distribuição da matéria seca em órgãos reprodutivos (Mondino e Peterlin, 2002).

O uso de doses maiores de cloreto de mepiquat ($3,0 \text{ L ha}^{-1}$) reduziu o número de nós vegetativos, mas não apresentou efeito positivo sobre a produção de algodão (Carvalho et al., 2001). Da mesma forma, aplicando diversas doses (0 a 125 g ha^{-1}) de cloreto de mepiquat parceladamente no algodoeiro, Lamas et al. (2000) verificaram redução no número de nós, de ramos e do comprimento dos ramos.

O efeito de cloreto de mepiquat na dose de $49 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ no desenvolvimento do algodoeiro, sob tratamentos variáveis de irrigação e adubação, suprimiu a altura e o número de nós no ramo principal e nos ramos secundários (Reddy et al., 1992).

Todavia, testando diversas doses de cloreto de mepiquat e chlormequat, Laca-Buendia (1989) não constatou diferenças estatísticas para a altura da inserção e no número de ramos produtivos. Zanon (2002), com o uso de regulador de crescimento ($450 \text{ a } 650 \text{ ml ha}^{-1}$) reduziu o comprimento dos ramos frutíferos, no entanto não interferiu no número de ramos vegetativos basais.

A influência de diferentes temperaturas, diurna e noturna, no efeito do cloreto de mepiquat aplicados no início de florescimento na dose de 49 g ha^{-1} , denota que a temperatura afeta o impacto do cloreto de mepiquat sobre o desenvolvimento do algodão, sendo o efeito principal na alongação das hastes, com a redução dos ramos principal, vegetativo e produtivo. O melhor efeito ocorreu nas temperaturas de 25° C noturna e 35° C diurna (Reddy et al., 1990).

A aplicação de cloreto de mepiquat a partir dos 10 DAE não alterou o número de ramos frutíferos (Souza et al., 2003). Holden et al. (2004) informam que a

retenção dos capulhos aumentou nos nós inferiores, permanecendo inalterados nos nós intermediários e a retenção foi menor nos nós superiores. As razões foram provavelmente o aumento da penetração da luz nas partes baixas do dossel e/ou aumento do suprimento de carboidratos para as maçãs, pois o cloreto de mepiquat reduz o crescimento de folhas e caules e por meio disso desvia uma grande quantidade de energia produzida pela planta para estruturas produtivas.

Segundo Athayde e Lamas (1999), as plantas tratadas com cloreto de mepiquat tiveram o comprimento dos ramos do quinto, sétimo, nono e décimo primeiro nó reduzido, obtendo assim maior retenção de frutos nas primeiras posições dos ramos frutíferos.

Em onze experimentos, de 1981 a 1984, para avaliar a interação da aplicação de cloreto de mepiquat e doses de nitrogênio, Kerby et al. (1986) relatam que o uso de cloreto de mepiquat aumentou a retenção de frutos nas primeiras posições dos ramos frutíferos, a precocidade e a eficiência na colheita.

De acordo com Rosolen (2001), baseado em resultados de um experimento conduzido na safra 1999/2000, com a variedade ITA 90 com espaçamento entre linhas de 90 cm e população de 88.000 plantas ha⁻¹, 67% da produção e do valor da produção encontravam-se em frutos da 1ª posição dos ramos frutíferos, 28% na 2ª posição e apenas 5% na terceira posição ou superior.

Em seis experimentos de campo em diversos municípios paulistas, utilizando quatro doses de cloreto de mepiquat, Cruz et al. (1982) observaram que o emprego do regulador de crescimento reduz o crescimento dos ramos laterais. Isso melhora as condições para a normal formação dos capulhos, tende a aumentar a produção de algodão em caroço, sem prejuízo das características tecnológicas de sua fibra, assim como do poder germinativo das sementes. Cook e Kennedy (2000) constataram que a aplicação de cloreto de mepiquat melhorou a retenção e a produção nos nós da posição 2 e em ramos das posições inferiores.

Efeitos comparados de dois reguladores de crescimento, cloreto de mepiquat e PGR-IV [0,001% de ácido indolbutírico (IBA), 0,001% de ácido giberélico (GA)], aplicados isoladamente e em combinação de ambos, em uma única aplicação e aplicação seqüencial, com primeira aplicação quando os botões florais encontram-se na fase de cabeça de fósforo e a segunda no início da floração, Biles e Cothren (2001) indicam que a aplicação destes dois reguladores influencia positivamente o florescimento. A percentagem de sobrevivência de flores não é diferente entre os

tratamentos com reguladores e sem os reguladores. Os autores inferem que o cloreto de mepiquat e PGR-IV afetam a sobrevivência de flores por reter mais estruturas reprodutivas antes do florescimento e não por aumento de sobrevivência de frutos após floração.

2.7 PRODUÇÃO E FIBRAS

O uso de cloreto de mepiquat apresenta resultados variáveis, inconsistentes na produção de algodão em caroço (McCarty e Hedin, 1994; Hodges et al. 1991). Também, quanto à produção, Carvalho et al., (1994) comparando dois reguladores de crescimento em lavouras implantadas com espaçamento entre linhas de um metro, com aplicações aos 60-70 DAE, verificaram que não houve diferenças significativas estatisticamente, entre os tratamentos estudados comparados com a testemunha. Vários trabalhos apresentam resultados semelhantes com o uso de cloreto de mepiquat (Furlani Junior et al., 2003; Lamas, 2001; Nóbrega et al., 1999; Stuart et al., 1984).

Na aplicação de cloreto de mepiquat e PGR-IV, Biles e Cothren (2001) observaram que o uso destes produtos resultou no incremento da produção, comparado com testemunha em 11 e 21% respectivamente, utilizando espaçamento de 1,02 m. A causa do aumento na produção foi motivada pelo aumento na massa das sementes, quando do uso de reguladores de crescimento.

O efeito de reguladores de crescimento sobre produtividade de fibras depende da altura de plantas. Quando estas apresentam vegetação exuberante, o efeito é significativo, graças ao melhor equilíbrio entre as partes vegetativa e reprodutiva (Lamas, 2001). Quando a altura de plantas foi de aproximadamente 1,30 m, houve aumento da produção de algodão. Onde a altura das plantas foi de aproximadamente 1,00 m, o efeito de fitorreguladores de crescimento na produção não foi significativo com espaçamento entre linhas de um metro (Cia et al., 1984).

Em solos onde o crescimento das plantas foi menor, não ocorreu nenhum ganho na produtividade, argumentando que nesse caso, o espaçamento entre linhas poderia ser reduzido, com o que talvez fossem obtidas maiores produções por área (Cia et al., 1984).

No período de 1979 a 1983, em 35 experimentos conduzidos, Kerby (1985) não encontrou diferença significativa para a produção nas parcelas com uso de cloreto de mepiquat comparado com a parcela não aplicada. Houve diferenças para algumas qualidades de fibras, como percentagem de fibras, onde houve redução em relação ao não tratado e com um ligeiro aumento na resistência de fibra. Não houve efeito para comprimento e alongação das fibras.

O efeito de doses avaliadas de cloreto de mepiquat aplicadas de forma parcelada no tocante a características agrônômicas, produção de algodão em caroço e percentagem de fibras, o efeito do cloreto de mepiquat não foi significativo (Athayde e Lamas 1999). Nas características de fibras: percentagem de fibras, comprimento, índice micronaire, Laca-Buendia (1989) não encontrou diferenças significativas para os tratamentos estudados, onde compararam a aplicação de cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat em diversas doses e parcelamentos. O cloreto de mepiquat não alterou as características tecnológicas da fibra: comprimento, uniformidade, índice micronaire, maturidade (%), notando-se mesmo, em alguns casos, uma tendência para aumentar os resultados médios apresentados (Cruz et al., 1982).

Cloreto de mepiquat não é usado para aumentar a produção, mas para manter satisfatória a altura de plantas em solos com altas condições de fertilidade (Hodges et al., 1991).

2.8 ÁREA FOLIAR, MASSA SECA E COMPRIMENTO DOS PELOS FOLIARES

Com a finalidade de avaliar o efeito de diferentes doses de cloreto de mepiquat (até 125,0 g i.a. ha⁻¹) aplicados parceladamente no algodoeiro, Lamas et al. (2000) verificaram redução na massa seca foliar, do caule e da massa seca total da parte vegetativa.

A aplicação comparada de cloreto de mepiquat e chlormequat em diferentes dosagens e modos de aplicação, Laca-Buendia (1989) não encontrou efeito sobre o número total de folhas por planta. O uso de cloreto de mepiquat inibe a expansão de folhas e pecíolos e promove o aumento de raízes secundárias (Fernández et al., 1991).

Quando da avaliação de doses de cloreto de mepiquat variando de 55 a 95 g. i.a. ha⁻¹ iniciando a aplicação aos 50 DAE em três aplicações, não constataram diferenças em relação à massa seca foliar entre diversos tratamentos e testemunha (dose zero). Para a área foliar, para uma mesma dose total, os tratamentos em que as duas primeiras aplicações foram com dose maior, apresentou maior área foliar (Athayde e Lamas, 1999).

Com intuito de avaliar seis cultivares de algodão para verificação do efeito da aplicação de cloreto de mepiquat na infestação de *Amrasca biguttula biguttula* (Ishida), pulverizado no início da floração, (Eittipibol et al., 2001) relatam que houve redução da nervura principal e comprimento dos pelos (tricomas) nas lâminas foliares, aumentando a espessura e densidade dos pelos nas nervuras.

2.9 CLOROFILA, FOTOSSÍNTESE E CHUVA

Segundo Marur (1998), sob condições de estresse hídrico, plantas tratadas com cloreto de mepiquat apresentavam valores significativamente maiores de teores de clorofila e de assimilação de carbono. A aplicação de cloreto de mepiquat não reforça possíveis efeitos adversos do estresse hídrico em plantas de algodoeiro.

Diversas doses de cloreto de mepiquat (0; 7,65; 15,3; 30,6 ou 61,2 gramas do princípio ativo por hectare) foram aplicados no estágio do primeiro botão floral (25 DAE), Reddy et al. (1996) informam que a taxa de fotossíntese líquida reduziu em 25% nas plantas com cloreto de mepiquat, as folhas apresentavam maior teor de clorofila e resultam em parcial perda da capacidade fotossintética em algodão pelo menos 20 dias após a aplicação de regulador de crescimento.

O efeito da lavagem do cloreto de mepiquat aplicado no algodoeiro, por chuvas simuladas em diferentes períodos após a aplicação do produto, Mateus et al. (2004) concluem que uma chuva de 10 mm é suficiente para a lavagem do regulador de crescimento e com ocorrência de chuva até 16 horas após a aplicação do cloreto de mepiquat, faz-se necessário à reposição do produto.

2.10 EFEITO SOBRE AS SEMENTES

Lamas e Athayde (1999) avaliaram o efeito de diferentes doses de cloreto de mepiquat e de thidiazuron sobre as características fisiológicas de sementes de algodoeiro e verificaram que com o aumento da dose de regulador de crescimento (90 g ha^{-1}) aumenta a massa de 100 sementes. A velocidade de emergência de plântulas originadas das sementes de plantas tratadas aumenta linearmente com a elevação da dose de cloreto de mepiquat, não afetando na percentagem de germinação e no comprimento do hipocótilo.

2.11 TRATAMENTO DE SEMENTES

Experimentos conduzidos para avaliar os efeitos da aplicação em sementes de algodão, de reguladores de crescimento sobre a germinação, emergência e desenvolvimento, utilizando nove produtos comercialmente disponíveis (Arise, Cytoplex, Early Harvest, Maxon, PGR-IV, Pix, Ryzup, Stimulate e Triggrr) aplicados na semente nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0 vezes a dose recomendada e cultivada em laboratório, casa de vegetação e em condições de campo, Becker et al. (1997) não obtiveram resultados na germinação e emergência quando comparados com tratamento padrão (controle). Em 1998, Becker et al. repetiram o experimento, utilizando os mesmos produtos, nas mesmas dosagens, cultivando em condições de campo e casa de vegetação, verificando o efeito sobre o sistema radicular e concluem que os resultados obtidos no estabelecimento de "stand" e crescimento de raízes não atingiram a expectativa com o uso de reguladores na semente.

Em experimentos conduzidos em estufas utilizando plântulas de algodão regadas com soluções de cloreto de mepiquat, embebição de sementes em solução com diversas concentrações de cloreto de mepiquat por 12 horas a $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$, Xu e Taylor (1992) concluíram que há uma real possibilidade para o uso de cloreto de mepiquat para modificar os padrões do enraizamento e aumento na resistência de plântulas de algodão ao estresse hídrico. Nestes experimentos, embebendo sementes em solução com 500 mg kg^{-1} de cloreto de mepiquat por 12 horas a $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ foi efetivo

para modificar o desenvolvimento de raízes e aumentar a sobrevivência de plântulas sob condições de estresse hídrico.

Para avaliar o potencial de reguladores de crescimento cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat em tratamento de sementes para reduzir o efeito negativo do uso de Fluometuron (herbicida), no ano agrícola de 1986 e 1987, um quilograma de semente foi embebido por 3 horas com temperatura variando entre 20 e 25 °C na concentração de 1000 ppm para 2 L de água, Corbin e Frans (1991) constataram que a altura de plantas foi reduzida até 3 semanas após semeadura, com recuperação do crescimento dessas plantas até nove semanas após plantio.

2.12 SISTEMA “WICK”

O sistema “wick” ou escova (pavio) consiste em um tubo plástico perfurado e coberto com material 100% algodão, onde a solução é depositada por gravidade, diretamente sobre a linha da cultura sendo aplicado por pincelamento da parte superior da planta, reduzindo o custo de aplicação. Stewart et al. (2001a) testando a eficiência de aplicação de cloreto de mepiquat pelo sistema “wick” obtiveram redução linear do porte do algodoeiro comparado com a redução quadrática obtida pela aplicação através de pulverizações. Em relação a parâmetros como comprimento de entrenós, número de nós na haste principal, rendimento de fibras, micronaire, resistência e comprimento de fibras não apresentaram diferença comparada com a pulverização convencional.

Em experimentos, a aplicação pelo sistema “wick” a 0,08 e 0,24 m no topo da planta, utilizando diversas doses do produto e épocas de aplicação, comparados com pulverização convencional, Stewart et al. (2001b) concluem que, o sistema “wick” aplicados no estágio de 9 a 10 nós reduziu a altura das plantas comparados com o sistema de pulverização e que não houve diferença nos resultados em relação a 0,08 ou 0,24 m do topo da planta pincelada.

2.13 CAPAÇÃO MANUAL E QUÍMICA

O uso de fitorreguladores de crescimento em algodoeiro visa também a substituição da capação, por vezes utilizada em pequenas propriedades agrícolas, feitas manualmente, planta por planta, eliminando-se a gema apical do algodoeiro, para conseguir a redução do porte da planta. Em dez experimentos de campo, comparando o efeito de diversos reguladores de crescimento e remoção da gema apical, Carvalho et al. (1994) observaram que os fitorreguladores proporcionaram aumento de peso de capulho e das sementes, enquanto a prática da capação não se verificou esse efeito.

Dois experimentos conduzidos em 1992/93 para avaliar o efeito de reguladores de crescimento comparados com a remoção apical no desenvolvimento do algodoeiro, Soares (1999) conclui que a remoção da gema apical pode substituir a aplicação de cloreto de mepiquat, especialmente quando se tratar de pequenos produtores, devido ao alto custo do produto, mas ressalta como ponto negativo o crescimento exagerado dos ramos simpodiais, deixando os frutos mais distantes em relação ao eixo principal, o que pode aumentar a taxa de queda (shedding).

2.14 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre técnicas utilizadas para o controle da altura do algodoeiro, o uso de reguladores de crescimento, principalmente o cloreto de mepiquat, tem sido pesquisado exhaustivamente, via aplicações foliares em diversas épocas, doses e aplicações parceladas com o uso de pulverizadores e pincelamento nas porções apicais, obtendo resultados satisfatórios para a implantação da cultura em espaçamentos convencionais. Todavia, os métodos de utilização do cloreto de mepiquat não foram esgotados, existindo a possibilidade de seu uso no tratamento de sementes, via embebição, que é uma técnica inovadora, e que poderá servir de auxílio na obtenção de plantas mais baixas, necessárias para o manejo adequado da cultura ou para seu adensamento.

3 ARTIGO 1: EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE ALGODÃO COM CLORETO DE MEPIQUAT: CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DAS PLANTAS

3.1. Resumo

O cultivo adensado do algodoeiro requer que as plantas não ultrapassem uma determinada altura, o que pode ser obtido com a utilização de produtos reguladores de crescimento. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de reduzir o porte do algodoeiro, já a partir dos primeiros dias de crescimento, utilizando o cloreto de mepiquat na embebição da semente. O experimento foi conduzido em Londrina, PR, em casa de vegetação, utilizando plantas de IPR- 120 cultivadas em sacos de plástico preto, com capacidade de 2,5 litros. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com cinco repetições, em esquema fatorial sendo os fatores comparados: cinco concentrações de cloreto de mepiquat e três tempos de embebição. As avaliações foram semanais, da emergência até o estágio fenológico F₁, aos 49 dias após emergência. Comparando com a embebição em água, todos os tratamentos com soluções de cloreto de mepiquat reduziram a altura da planta desde a sua emergência, com interações entre os fatores analisados. Constatou-se, também, redução no número de botões florais, no número de ramos, na área foliar, na massa seca aérea e na altura da inserção do nó cotiledonar.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L., regulador de crescimento, altura de plantas, tratamento de sementes, inibidores de crescimento

3.2. Abstract

Cotton seeds soaked with mepiquat chloride: initial plant growth and development

Ultra narrow row cotton production requires plants that do not exceed a certain height limit, and this may be accomplished applying plant growth regulators. The aim of the present work was to reduce the height of cotton plants, starting at the seedling stage, using seeds soaked with mepiquat chloride solutions. The study was conducted in Londrina, PR, Brazil, under greenhouse conditions, using plants of cultivar IPR-120 grown in 2,5 L plastic bags. A completely randomized factorial experimental design, comprising five mepiquat chloride concentration solutions and three soaking durations, was used. Each treatment was replicated five times. Evaluations were carried out weekly from emergence to beginning of flower stage. The results showed that all the treatments containing the plant growth regulator reduced plant height since the emergence, with some interactions among the factors, in comparison with the water

soaking treatment. The mepiquat chloride treatments also reduced the number of flower buds and branches, leaf area, dry matter, and the height of the cotyledon node.

Key words: *Gossypium hirsutum* L., growth regulator, plant-height, seed treatment, growth-inhibitors.

3.3. Introdução

O cultivo super adensado do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) tem viabilizado a cotonicultura em algumas regiões dos Estados Unidos. Neste cultivo são adotados espaçamentos entre linhas inferiores a 38 cm (sistema de produção ultra-estrito – UNR -Ultra Narrow Row) e populações superiores a 173 mil plantas por hectare (Nichols et al., 2003).

A tecnologia de cultivo superadensado é economicamente interessante, uma vez que tem potencial para reduzir custos de produção devido ao encurtamento do ciclo produtivo (Jost e Cothren, 2001). Assim, há diminuição do número de aplicações de defensivos para o controle de pragas e doenças, promovendo frutificações precoces e produzindo fibras em quantidade e qualidade razoáveis. Fator adicional é a possibilidade de utilização de colheitadeira do tipo “stripper”, o que reduz o custo de colheita em comparação com as feitas pelo processo de colheitadeiras de fuso (Husman et al., 2000).

Para viabilizar a semeadura em espaçamento ultra-estrito é importante que os melhoristas desenvolvam cultivares de pequeno porte (Yamaoka et al., 2001) e que proporcionem aberturas de capulhos uniformes. Entretanto, este processo é moroso e de alto custo, o que faz com que o uso de reguladores de crescimento seja uma prática indispensável para a adoção dessa tecnologia.

O regulador de crescimento sintético de plantas, 1,1 dimethylpiperidinium chloride (cloreto de mepiquat) vem sendo mundialmente utilizado para controlar a altura de plantas em cereais e em outras culturas, notadamente no algodão, há mais de 15 anos (McCarty & Hedin, 1994). Esse regulador inibe a ação de enzima envolvida na síntese do hormônio giberelina (Holden et al., 2004). Como a giberelina está envolvida no processo de expansão das células das plantas, ocorrem reduções na área foliar e na altura da planta.

Para aplicação única de cloreto de mepiquat, a época recomendada é no início da floração (Biles & Cothren, 2001; Cook & Kennedy, 2000). Para o parcelamento, inicia-se normalmente próximo aos 45-50 dias após emergência (DAE) (Lamas, 2001; Athayde & Lamas, 1999; Laca-Buendia, 1989) ou mesmo a partir dos 30 dias, na época de desbaste (Furlani Junior et al., 2003).

Como as cultivares atualmente disponíveis no mercado apresentam porte acima de 1,00 m, torna-se difícil obter plantas com estaturas que atendam a relação espaçamento entre linhas igual a $2/3$ da altura (regra geral para o espaçamento entre linhas, desde Righi et al., 1965). Nas condições de campo, na fase fenológica B₁ (Marur & Ruano, 2001) aproximadamente aos 30 dias após a emergência as plantas freqüentemente já atingem mais de 0,35 m de altura. Portanto, para cultivos adensados seria interessante que a planta recebesse a primeira dose do regulador bem antes que este estágio, seguindo a estratégia usada para controle das pragas iniciais do algodoeiro, ou seja, tratando as sementes.

O objetivo deste experimento foi verificar o efeito do tratamento de sementes de algodão, através da embebição, com regulador de crescimento sintético (cloreto de mepiquat) visando o controle do crescimento da planta já a partir da emergência.

3.4. Material e Métodos

O experimento foi conduzido, na safra 2003/2004, em Londrina, PR (Lat.: 23°29' S, Long.: 51°12' W), em casa de vegetação. Como parcela experimental foram utilizados sacos plásticos com 2,5 L de capacidade, preenchidos com terra agricultável da região, misturada com 0,8 kg de esterco bovino. A análise química do solo apresentou os seguintes resultados: pH (CaCl₂) de 6,00; 23,57 g dm⁻³ de C; 131,7 mg dm⁻³ de P; 6,67; 3,37; 3,05 cmolc dm⁻³ de solo de Ca, Mg e K, respectivamente.

Foram semeadas três sementes de algodão da cultivar IPR 120, deslindadas quimicamente, sem tratamento de fungicida e inseticida e embebidas em água (controle) e em soluções de cloreto de mepiquat. Após a emergência procedeu-se o desbaste deixando uma planta por recipiente que foram distanciados 0,20 m entre si e dispostos sobre bancada. A cada duas semanas foram remanejados aleatoriamente dentro dos blocos.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco repetições, em esquema fatorial com cinco concentrações do produto comercial de cloreto de mepiquat [0%; 0,5%; 2,5%; 5% e 7,5% (v/v)] e três tempos de imersão (3, 6 e 12 horas), totalizando 75 unidades experimentais.

As soluções foram preparadas com água deionizada. Para imersão foi utilizado um volume de 1,0 L da solução para 0,26 kg de sementes. Após os tempos respectivos de imersão, as sementes foram secadas à sombra e armazenadas em sacos de papel, durante 40 dias, em condições de laboratório. Esse armazenamento foi efetuado para verificar se o tratamento persiste até o período de semeadura,

Os tratamentos de imersão foram efetuados no dia 27/11/2003 com temperatura da solução de $24^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. A semeadura foi realizada no dia 07/01/2004 e a emergência ocorreu no dia 12/01/2004.

Durante o período experimental, a umidade do substrato foi mantida com irrigações diárias e a temperatura na casa de vegetação oscilou entre 20 e 38°C e umidade relativa entre 20 a 80%. Para o controle de pragas, foram aplicados os tratamentos normalmente recomendados para esta cultura.

A altura e área foliar foram avaliadas aos 7, 28 e 49 dias após emergência (DAE), sendo a primeira medida, em metros, do nível do solo até a ápice da planta. Para a estimativa da área foliar foi utilizada a equação $Y = 0,852889 * X$ ($R^2 = 0,98$), onde Y é a área estimada e X o produto do comprimento e largura de cada folha. Esta relação foi obtida de 40 folhas, com diferentes tamanhos, coletadas de plantas no campo, no estágio fenológico B_8 (Marur e Ruano, 2001), sendo a área real obtida através do instrumento LI-3000. Para as folhas cotiledonares e primeiras folhas verdadeiras cordiformes foram consideradas as larguras e comprimentos máximos; para as folhas subseqüentes, lobadas, a largura foi obtida na posição final da nervura dos lobos basais e o comprimento foi da inserção da folha no pecíolo até a ápice da folha.

O experimento foi encerrado aos 49 dias após a emergência (DAE), quando a maioria das plantas se encontrava no estágio fenológico F_1 (Marur & Ruano, 2001), sendo então avaliados os parâmetros: altura da planta, da inserção do nó cotiledonar, área foliar e massa seca de folhas, caules e órgãos reprodutivos (botões florais e flores) que foram embalados em sacos de papel e secos em estufa com circulação forçada de ar, mantida a temperatura constante de 60°C , até a obtenção de massa constante.

O dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Para as variáveis em que o teste F indicou haver diferenças significativas entre os tratamentos foi feita a análise de regressão polinomial.

3.5. Resultados e Discussão

As reduções foram diretamente proporcionais às doses e tempo de embebição (Figura 3.5.1). Desde a emergência, o efeito foi significativo principalmente para maiores doses e também para maiores tempos de embebição e as diferenças mantiveram-se até o final do experimento. Para dose de 7,5% e 12 horas de embebição a redução da altura foi de 50,3% em relação ao tratamento controle. Corbin & Frans (1991), testando o efeito de 1000 ppm de cloreto de mepiquat e cloreto de clorimequat no tratamento de semente para reduzir o efeito negativo do uso de Fluometuron (herbicida) constataram que a altura das plantas foi reduzida até 3 semanas após a semeadura, com recuperação do crescimento dessas plantas 9 semanas após o plantio.

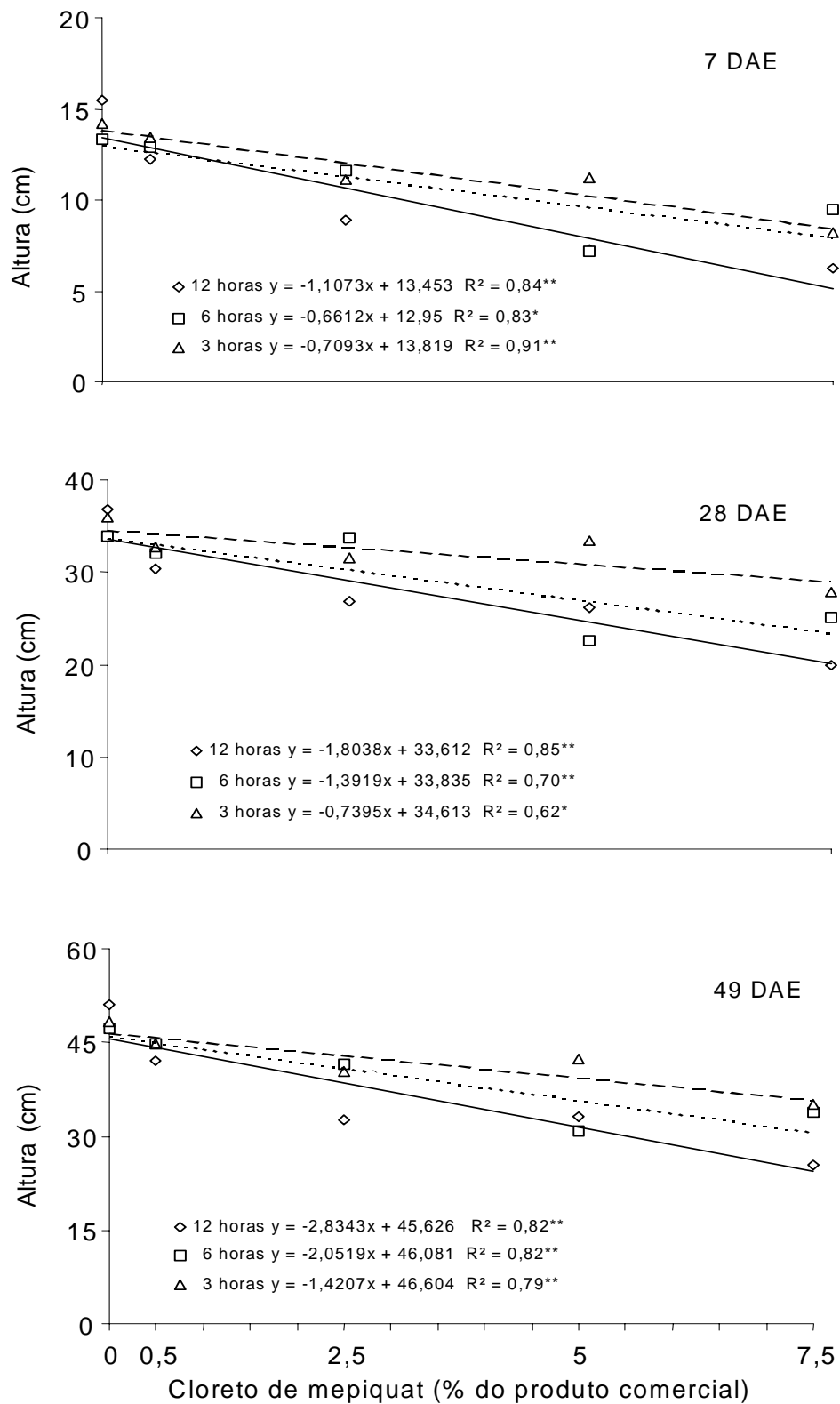


Figura 3.5.1. Altura média de plantas de algodão originadas de sementes embebidas em cloreto de mepiquat aos 7, 28 e 49 dias após emergência, em função da dose e tempo de embebição.

A redução na altura da inserção do nó cotiledonar, medida aos 49 DAE, foi de natureza linear para os três tempos de embebição, diretamente proporcional à dose e tempo de embebição. Verifica-se que a redução na altura da planta ocorre desde a sua emergência (Figura 3.5.2).

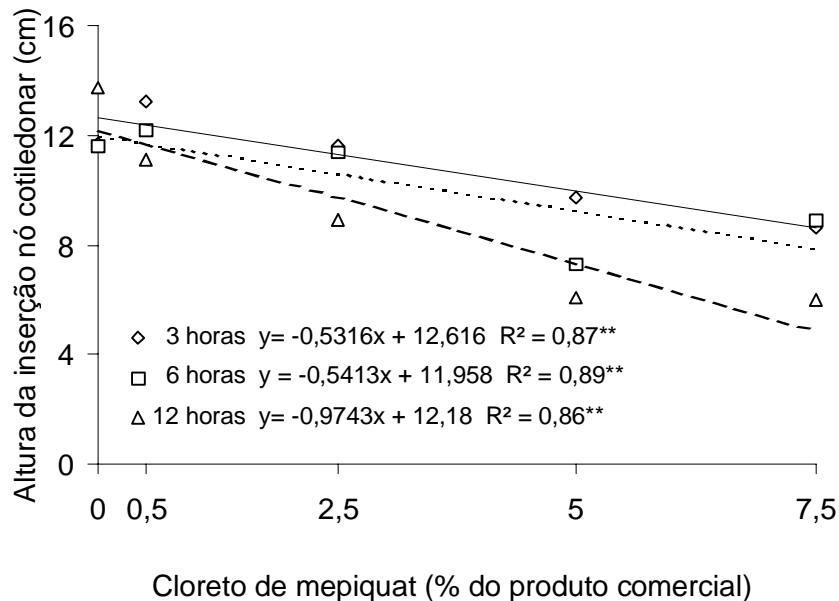


Figura 3.5.2. Altura média da inserção do nó cotiledonar em plantas de algodão provenientes de sementes embebidas em cloreto de mepiquat nas doses de 0, 0,5, 2,5, 5 e 7,5% por 3, 6 e 12 horas aos 49 dias após emergência.

Quanto ao desenvolvimento, as plantas apresentaram-se ao final de experimento com 8,6 e 9,5 ramos e 4,6 e 6,1 botões florais respectivamente para o tratamento testemunha e dose de 7,5%, apresentando diferença significativa somente para dose de 7,5% (Tabela 3.5.1).

De modo geral, o uso do cloreto de mepiquat na semente, independente da dose utilizada promoveu a redução na área foliar por planta e por folha. Para massa seca, o efeito foi altamente significativo na dose de 7,5%, diferindo das demais, notadamente em relação ao peso de caule e de botões florais.

O peso específico foliar indica que o uso de cloreto de mepiquat nas doses acima de 2,5% resulta em maior densidade em relação à de 0,5% e ao controle, sendo maior o efeito como o aumento para 7,5%, confirmando o citado por Xu e Taylor (1992).

Tabela 3.5.1. Área foliar por planta e por folha, matéria seca de folhas, de caules e de estruturas reprodutivas, massa específica foliar por planta e número de botões florais e ramos totais em plantas de algodão originadas de sementes embebidas em cloreto de mepiquat nas doses de 0; 0,5; 2,5; 5 e 7,5 % aos 49 dias após emergência. Londrina, PR, 2004.

Dose (%)	Área foliar (dm ²)		Matéria seca planta ⁻¹ (gramas)			Massa foliar (mg cm ⁻²)	Número de	
	Planta	Folha	Folhas	Caules	Est. reprod.		Botões	Ramos
0	9,24 A ⁽¹⁾	0,58 A	6,0 AB	6,9 A	1,1 A	0,65 C	6,06 A	9,46 A
0,5	7,56 B	0,46 B	5,3 B	5,8 BC	0,8 B	0,73 BC	5,93 A	9,20 AB
2,5	7,39 B	0,44 B	5,9 AB	5,8 BC	1,0 AB	0,82 AB	5,66 A	8,66 B
5	8,27 AB	0,48 B	6,6 A	5,8 B	0,8 B	0,81 AB	5,40 A	8,80 AB
7,5	7,06 B	0,41 B	6,1 AB	4,9 C	0,5 C	0,87 A	4,60 B	8,60 B
CV (%)	19,34	18,35	13,98	14,36	23,74	13,82	11,92	8,1

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O efeito da dose de cloreto de mepiquat na redução da matéria seca de estruturas reprodutivas foi ajustado a uma equação de regressão de segundo grau ($Y = -0,1044 \cdot X^2 + 0,2348 \cdot X + 1,0177$ com R^2 de 0,80), enquanto que os ajustes foram de primeiro grau para as variáveis: peso específico foliar ($Y = 0,0242 \cdot X + 0,705$; $R^2 = 0,79$), número de ramos total ($Y = -0,1657X + 9,353$; $R^2 = 0,84$) e botão floral ($Y = -0,1776 \cdot X + 6,091$; $R^2 = 0,95$).

Os resultados são promissores e remetem à necessidade de experimentos que comprovem a eficiência da embebição de sementes com regulador de crescimento em condições de campo.

3.6. Conclusões

1. Sementes embebidas em soluções com cloreto de mepiquat geram plantas com menor estatura e o efeito persiste até aos 49 DAE;
2. As reduções nas alturas são diretamente proporcionais à dose e tempo de embebição;
3. A embebição de sementes em soluções com cloreto de mepiquat reduz a matéria seca de folhas, caules e botões florais, a área foliar por planta e por folha e aumenta o peso foliar específico.

3.7. Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo ao autor

3.8. Referências Bibliográficas

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, mar. 1999.

BECKER, W.D.; HOPPER, N.W.; JIVIDEN, G.M. Evaluation of seed applied plant growth regulators on cotton germination, emergence, and growth. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCES, New Orleans, 1997. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of America, 1997, v. 2, p. 1459-1461.

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

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

CORBIN, JR.B.R.; FRANS, R.E. Protecting cotton (*Gossypium hirsutum*) from Fluometuron injury with seed protectants. **Weed Science**, v. 39, p. 408-411, jul./sep. 1991.

FURLANI JUNIOR, E.; SILVA, N.M.DA; 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.

HUSMAN, S.H.; MCCLOSKEY, W.B.; TEEGERSTROM, T.; CLAY, P.A. Agronomic and economic evaluation of ultra narrow row cotton production in Arizona in 1999. In: BELTWID COTTON CONFERENCES, San Diego, 2000. **Proceedings...** Memphis: Nation Cotton Council of America, 2000, v. 1, p. 653-657.

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

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

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

MARUR, C.J.; RUANO, O. A reference system for determination of developmental stages of upland cotton. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, Brasília, v. 5, n. 2, p. 313-317, 2001.

MCCARTY, 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 years study. **J. Agric. Food Chem.**, v. 42, n. 10, p. 2302-2304, 1994.

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.

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

RIGHI, N.R.; FERRAZ, .C.A.M.; CORRÊA, D.M. Cultura. In: NEVES, O. da S. et al. **Cultura e Adubação do Algodoeiro**. São Paulo, Instituto Brasileiro da Potassa, 1965, p. 255-317.

YAMAOKA, R.S.; ALMEIDA, W.P. DE; 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, Campo Grande, 2001. **Resumos...** Campo Grande, UFMS; Campina Grande: EMBRAPA- CNPA; Dourados: EMBRAPA-CPAO, 2001, v. 1, p. 609-611.

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

4 ARTIGO 2: EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE ALGODÃO COM CLORETO DE MEPIQUAT E APLICAÇÃO FOLIAR SEQUENCIAL: CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO

4.1. Resumo

O objetivo deste experimento foi verificar a efeito do tratamento de sementes de algodão embebidas em soluções com cloreto de mepiquat e a sua interação com a aplicação seqüencial foliar deste produto no crescimento, desenvolvimento e produção de algodão, em condições de campo. O experimento foi conduzido em Londrina, PR, com a cultivar IPR 120. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial sendo analisados: a) sementes deslintadas e embebidas em cinco concentrações de cloreto de mepiquat [0; 0,5; 2,5; 5 e 7,5% (v/v)] e b) com e sem aplicação foliar de cloreto de mepiquat, as primeiras duas aplicações aos 17 e 32 dias após emergência e as demais a cada 10 dias de intervalo, totalizando sete aplicações. Nas aplicações foliares, foram utilizadas duas concentrações do regulador de crescimento, 15 g ha⁻¹ para as quatro primeiras e 20 g ha⁻¹ para as restantes. O restante das parcelas serviram de testemunha. Todos os tratamentos com embebição das sementes em solução com regulador de crescimento reduziram a altura da planta comparada com tratamento testemunha (com embebição em água pura). Não houve interação entre os fatores analisados. A embebição com regulador reduziu a altura da inserção do nó cotiledonar, não tendo atuação sobre a altura da inserção do primeiro ramo produtivo, número total de ramos, no número de ramos frutíferos, número de maçãs por planta e no número de maçãs na primeira posição dos ramos frutíferos, fatores estes afetados com aplicação foliar. A aplicação do regulador na semente não teve efeito sobre a massa de capulho e nem sobre a produção, mas a aplicação foliar reduziu a produção.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L., regulador de crescimento, aplicação parcelada.

4.2. Abstract

COTTON SEEDS SOAKED WITH MEPIQUAT CHLORIDE AND FOLIAR APPLICATION: GROWTH, DEVELOPMENT AND YIELD

To evaluate the effect of soaking cotton seeds in mepiquat chloride solution on plant height, starting at its emergence and of foliar application, an experiment was carried out

under field conditions in Londrina, PR, Brazil, using the cultivar IPR-120. Treatments were displayed in the field in completely randomized experimental design a random factorial (5X2), replicated four times, being the factors evaluated: a) cotton seeds treated with five concentrations of mepiquat chloride (0; 0.5; 2.5; 5.0 or 7.5% (v/v)) and b) foliar applications of mepiquat chloride in 50% of the experimental units; the first two applications 17 and 32 days after emergence, and the remaining five at a 10-day interval. Two concentrations of the growth inhibitor were applied to the plants, 15 g ha⁻¹ during the first four applications and 20 g ha⁻¹ afterward. The remaining 50% of the seed treated plots served as controls. All treatments in which the cotton seeds were soaked in the growth inhibitor reduced the plant height compared to the ones that were soaked in water. There was no interaction among the analyzed factors. Seed treatment with mepiquat chloride affected cotyledon node height, but showed no effect on the insertion of the first productive branch, the total number of branch, the number of reproductive branch, the number of bolls per plant and on the number of first position bolls, parameters that were affected by the foliar application. There was no effect of treating seeds with the growth inhibitor on the weight of cotton boll as well as on the yield. Foliar application, however, reduced the yield.

Key words: *Gossypium hirsutum* L., growth regulator, foliar application in parts.

4.3. Introdução

A manutenção e mesmo o aumento da área cultivada de algodoeiro, mantendo-se os custos de produção, é possível através do adensamento de plantas, o qual, segundo Perkins (1998), é um eficiente sistema em todas as condições edafo-climáticas aptas à produção comercial dessa fibrosa.

O espaçamento entre linhas do algodoeiro é definido em função da fertilidade do solo, do porte, do hábito de crescimento e também da mecanização, principalmente da colheita mecânica. Como regra geral, recomenda-se que o espaçamento entre linhas do algodoeiro herbáceo seja de 2/3 da altura média das plantas (Righi et al., 1965). O sistema de produção ultra-adensado utiliza espaçamentos entre linhas inferiores a 38 cm e populações superiores a 173 mil plantas por hectare (Nichols et al., 2003). Segundo Allen et al. (1998) solos considerados marginais (degradados) para a

cultura do algodoeiro, podem ser melhores aproveitados adotando-se o espaçamento ultra-estrito.

Segundo Yamaoka et al. (2001), para viabilizar a adoção de espaçamento ultra-estrito, é necessário que se desenvolva cultivares de pequeno porte e aberturas uniformes de capulhos. Entretanto, o uso de melhoramento é moroso e de alto custo, o que faz com que o uso de reguladores de crescimento seja uma opção imprescindível para o uso dessa tecnologia.

Os reguladores de crescimento são substâncias químicas sintéticas que alteram o balanço hormonal das plantas. O cloreto de mepiquat (CM) (1,1 dimethylpiperidinium chloride) é utilizado tradicionalmente na cultura do algodão; age inibindo a ação de enzima envolvida na síntese do hormônio giberelina, reduzindo a estatura do algodoeiro (Reddy et al., 1995).

As técnicas culturais atualmente disponíveis não impedem que as plantas alcancem estaturas superiores a aquelas que seriam indicadas pela recomendação de Righi et al. (1965). Assim, há necessidade de desenvolvimento de tecnologias que permitam a redução do porte da planta o mais cedo possível.

O objetivo deste experimento foi verificar a efeito do tratamento de sementes de algodão embebidas em CM e a sua interação com a aplicação seqüencial foliar deste produto no crescimento, desenvolvimento e produção de algodão.

4.4. Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condições de campo, em Londrina, PR (23°29'S, 51°12'W). Sementes da cultivar IPR 120 foram imersas em soluções com cinco doses de CM [0; 0,5; 2,5; 5 e 7,5% (v/v)], em 27-11-2003. Foram tratadas 0,26 kg

de sementes em 1 L da solução, com a temperatura da água (deionizada) de $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 12 horas e em seguida secas à sombra até umidade inicial e conservadas em sacos de papel, por seis dias. Não foi efetuado nenhum outro tratamento químico na semente. A semeadura foi feita no dia 03 de dezembro de 2003 e a emergência ocorreu no dia 09 de dezembro de 2003. O desbaste foi efetuado aos nove dias após emergência (DAE) para evitar o estiolamento devido à concorrência entre as plântulas.

O espaçamento adotado foi de 0,60 m entre linhas e a densidade final de sete plantas por metro linear. Cada parcela composta de cinco linhas com cinco metros de comprimento, considerando-se como área útil as três linhas centrais excluindo-se 0,50 m de cada extremidade.

A adubação de semeadura foi de 15, 75 e 75 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente. A adubação nitrogenada em cobertura foi feita aos 32 DAE, utilizando 40 kg ha^{-1} de N na forma de sulfato do amônio.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, arranjados em um esquema fatorial 5x2, com as cinco doses de CM e presença ou ausência de aplicações foliares subseqüentes de CM, com quatro repetições totalizando 40 parcelas.

A aplicação foliar de regulador de crescimento foi iniciada aos 17 DAE. A segunda aos 32 DAE e as subseqüentes, efetuadas a cada 10 dias, totalizando sete aplicações. Nas quatro primeiras usou-se a dose 15 g i.a. ha^{-1} , nas três últimas 20 g i.a. ha^{-1} . Foi utilizado pulverizador costal de CO_2 , com volume de aplicação de 333 L ha^{-1} com um gasto total de 120 g ha^{-1} do produto técnico por tratamento.

A erradicação das plantas daninhas foi realizada por meio de capinas manuais freqüentes e para o controle de pragas foram aplicados os tratamentos normalmente recomendados para esta cultura.

Foram demarcadas dez plantas na linha central da parcela, onde foram monitoradas as alturas, medidas do nível do solo ao ápice da planta com uso de régua graduada, aos 10, 17, 24, 31, 56, 86 e 116 DAE. A área foliar estimada, massa seca de folhas, caules e estruturas reprodutivas foram mensuradas nas fases B₁, F₁, “Cutout” (paralisação do crescimento vegetativo) e C₁ (Marur e Ruano, 2001), aos 31, 56, 86 e 116 DAE respectivamente, sendo retiradas duas plantas por repetição, da segunda e quarta linhas de cada parcela.

Os estádios fenológicos foram determinados quando metade mais uma das plantas monitoradas apresentavam-se no estágio analisado. Por ocasião da primeira colheita, aos 130 DAE, foram coletados 20 capulhos situados no terço médio, das segunda e quarta linhas para determinação do peso de capulho. Para o algodão em caroço, foi colhida a produção de quatro metros da linha central, eliminando meio metro de cada extremidade. Nesta ocasião foi determinada a altura da inserção do nó cotiledonar, do primeiro ramo produtivo, número total de ramos por planta, número de ramos produtivos, número de maçãs por planta e o número de maçãs na posição um, devido a importância da frutificação nesta posição para a produção (Rosolen, 2001; Kerby et al., 1986). A segunda e última colheita foi efetuada aos 156 DAE.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e aplicados teste de Tukey para as médias ao nível de 5% de probabilidade. Para os parâmetros que apresentaram significância estatística, foram feitos as regressões polinomiais.

4.5. Resultados e Discussão

Para o parâmetro altura, constata-se que houve efeito da dose de CM na embebição das sementes de algodão até os 31 DAE, não persistindo após esta. Estes

efeitos também foram notados por Corbin & Frans (1991), que testaram o uso de CM e cloreto de cloromequat no tratamento para reduzir o efeito negativo de Fluometuron e constataram que a altura das plantas foi reduzida até três semanas após semeadura, com recuperação do crescimento dessas plantas até nove semanas após o plantio (Tabela 4.5.1).

Tabela 4.5.1. Análises de variância referentes a alturas de plantas de algodão originadas de sementes embebidas em solução de cloreto de mepiquat aos 10, 17, 24, 31, 56, 86 e 116 dias após emergência e na presença e ausência de aplicação foliar seqüencial via foliar. Londrina, PR, 2004.

Causas da		Quadrado médio							
		C variação				G.L	10 DAE	17 DAE	24 DAE
31 DAE	56 DAE	86 DAE	116 DAE						
Dose		4	11,31**	15,43**	29,70**	24,05*	24,73ns	9,20ns	30,75ns
Aplicação foliar		1	0,00ns	0,25ns	23,82**	68,07**	1899,71**	6436,91**	7360,37**
Dose X apl. foliar		4	0,56ns	1,56ns	1,70ns	4,14ns	12,27ns	20,53ns	58,02ns
Blocos		3	5,27ns	7,58ns	16,61ns	20,09ns	54,23ns	182,95ns	214,95ns
C.V. (%)			11,77	9,87	8,59	9,73	7,28	11,11	10,93

** e * significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F.

A embebição de sementes de algodão em soluções com concentrações de CM reduziram efetivamente o crescimento das plantas nas primeiras semanas, apresentando características lineares significativas para 10, 17, 24 e 31 DAE, e não apresentando significância para outros períodos de crescimento (Figura 4.5.1). Entretanto, no fim do ciclo da cultura, em termos percentuais, as plantas recuperaram o crescimento e superaram o tratamento com embebição somente em água. Este fato pode ser explicado pelo resultado obtido por Xu e Taylor (1992) que, irrigando plântulas com diversas concentrações de CM, constataram que houve aumento na massa seca e no comprimento das raízes. No presente trabalho pode ter havido alteração na razão parte aérea/sistema radicular, o que pode ter levado ao aumento do desenvolvimento das plantas após a perda do efeito do tratamento.

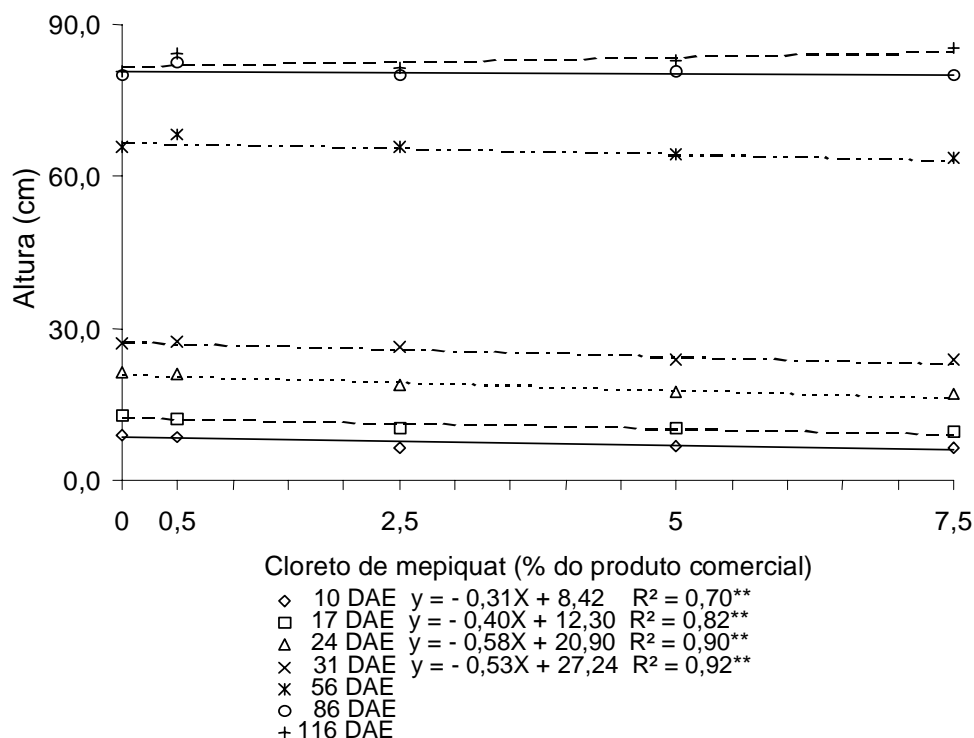


Figura 4.5.1. Altura média de plantas de algodoeiro originadas de sementes embebidas em solução de cloreto de mepiquat, aos 10, 17, 24 31, 56, 86 e 116 dias após emergência, em função das doses. Londrina, PR, 2004.

Não houve efeito interativo entre a aplicação foliar e embebição de sementes. Como as doses de CM utilizadas nas primeiras aplicações foliares foram baixas, 15 g i.a. ha⁻¹, não foram suficientes para continuar deprimindo a estatura das plantas reduzidas com a embebição de sementes, de até 26,10% observados com dose de 7,5% e permitiu a recuperação e uniformização do crescimento.

A aplicação aérea iniciada aos 17 DAE apresentou-se efetiva aos 24 DAE, com o efeito persistindo até o final do ciclo da cultura.(Tabela 4.5.1). Ao final, os tratamentos com aplicação foliar reduziram a altura das plantas em 28%, confirmando os resultados obtidos por Nichols et al. (2003); Furlani Junior et al. (2003); Lamas (2001); Athayde e Lamas (1999); Laca-Buendia (1989) (Tabela 4.5.2).

Tabela 4.5.2. Altura média (cm) de plantas de algodão aos 10, 17, 24, 31, 56, 86 e 116 dias após emergência na presença e ausência de aplicações foliares seqüenciais de cloreto de mepiquat. Londrina, PR, 2004.

Dias após emergência	Aplicação foliar		DMS	C.V.(%)
	Ausência	Presença		
10	7,45 a ⁽¹⁾	7,45 a	0,57	11,57
17	11,14 a	10,98 a	0,71	9,87
24	19,87 a	18,32 b	1,06	8,59
31	26,91 a	24,30 b	1,62	9,73
56	72,36 a	58,59 b	3,10	7,28
86	93,18 a	67,81 b	5,80	11,11
116	96,50 a	69,37 b	5,89	10,93

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao se avaliar a altura da inserção do nó cotiledonar, no estágio fenológico C₁, constatou-se o efeito da embebição de sementes, comprovando que as diferenças nas alturas observadas já aos 10 DAE refletiram-se naquele parâmetro (Figura 4.5.2).

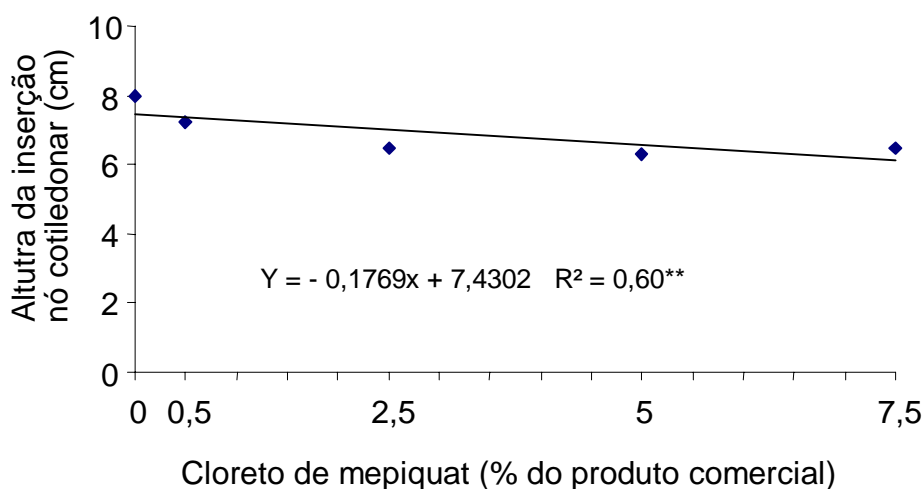


Figura 4.5.2. Altura média da inserção do nó cotiledonar em algodoeiro com sementes embebidas em cloreto de mepiquat nas doses de 0; 0,5; 2,5; 5 e 7,5% aos 116 dias após emergência. Londrina, PR, 2004.

A aplicação foliar de regulador de crescimento não apresentou efeito sobre a altura da inserção do nó cotiledonar (Tabela 4.5.3). Altura da inserção do primeiro ramo produtivo, número total de ramos e número de ramos frutíferos não foram afetados pelas doses na embebição de cloreto de mepiquat. Houve diferença somente para as

aplicações foliares, reduzindo a altura da inserção do primeiro ramo produtivo, diminuição do número total de ramos por planta e no número de ramos frutíferos. Demonstra-se assim que a diminuição no porte não é resultante somente do encurtamento de internódios, mas também da redução do número de ramos por planta. Este resultado não difere dos dados de Nichols et al. (2003); Mondino & Peterlin (2002) e não concordantes com resultados obtidos por Laca-Buendia (1989), que aplicando Pix e Cycocel em diversas dosagens, em aplicação única e parcelada, não observaram diferenças estatísticas nestes parâmetros.

Tabela 4.5.3. Altura da inserção do nó cotiledonar, da inserção do 1º ramo produtivo, número total de ramos, de ramos produtivos, número de maçãs por planta e de maçãs na posição 1 com presença e ausência da aplicação foliar seqüencial de cloreto de mepiquat aos 116 dias após emergência. Londrina, PR, 2004.

Fatores	Aplicação foliar		DMS	C.V. (%)
	Ausência	Presença		
Altura da inserção nó cotiledonar	7,04 a ⁽¹⁾	6,73 a	0,36	8,09
Altura da inserção do 1º ramo produtivo	30,79 a	27,88 b	1,98	10,38
Total de ramos	16,74 a	15,00 b	0,65	6,28
Número de ramos frutíferos	11,18 a	9,77 b	0,66	9,73
Número de maçãs por planta	9,30 a	8,39 b	0,85	14,76
Número de maçãs na posição 1	7,38 a	6,79 b	0,58	12,66

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve efeito da dose de CM na embebição de semente e das aplicações foliar seqüenciais no peso de capulho, também verificado por Laca-Buendia (1989) e Athayde & Lamas (1999) e diferindo do resultado verificado por Lamas (2001) que notou maior massa de capulho com aplicação de reguladores de crescimento. O número de maçãs por planta, número de maçãs na posição 1 e a produção de algodão em caroço não foram afetadas pelo tratamento de semente através de embebição com CM. Não houve efeito das aplicações foliares para a produção, porém para número de maçãs por planta e no número de maçãs na posição 1, houve redução, diferindo do

obtido por Laca-Buendia (1989) que apresentou diferença na produção com o uso de Pix na dose de 50 g i.a.ha⁻¹ e Cycocel na dose de 25 + 25 g. i.a. ha⁻¹.

A massa seca de folhas obtidas aos 31, 56, 86 e 116 DAE não foi afetada pelos tratamentos de embebição de sementes. A aplicação foliar com regulador de crescimento afetou reduzindo aos 56 e 86 DAE não apresentando efeito aos 31 e 116 DAE. Não houve efeito das doses na embebição de sementes para massa seca de caules e estruturas reprodutivas. O efeito das aplicações foliares para a massa seca de caules foi significativo para todo o período analisado, reduzindo a massa e semelhantes ao obtido por Athayde & Lamas (1999). Para o parâmetro massa seca de aparelhos reprodutivos, houve diferença significativa somente aos 116 DAE, com redução de 9,8% da massa seca (Tabela 4.5.4).

Tabela 4.5.4. Média de massa seca de folhas, caules e estruturas reprodutivas, aos 31, 56, 86 e 116 dias após emergência, com presença e ausência de aplicação foliar seqüencial de cloreto de mepiquat. Londrina, PR, 2004.

Fatores	Aplicação foliar		DMS	C.V. (%)	
	Ausência	Presença			
31 DAE	Folhas	2,35 a ⁽¹⁾	2,20 a	0,28	19,27
	Caules	1,49 a	1,20 b	0,26	29,33
56 DAE	Folhas	13,53 a	11,76 b	1,40	17,01
	Caules	15,12 a	11,54 b	1,76	20,33
	Estruturas reprodutivas	1,64 a	1,45 a	0,32	32,41
86 DAE	Folhas	20,60 a	17,91 b	2,90	23,21
	Caules	35,37 a	23,97 b	4,78	24,91
	Estruturas reprodutivas	26,96 a	23,62 a	3,37	20,53
116 DAE	Folhas	28,45 a	23,53 a	5,10	30,22
	Caules	62,28 a	37,62 b	6,95	21,44
	Estruturas reprodutivas	108,60 a	97,89 b	12,88	19,22

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.6. Conclusões

1. Sementes embebidas em soluções com cloreto de mepiquat originam plantas com menor estatura e o efeito persiste até 31 DAE, sendo a redução proporcional à concentração utilizada;

2. A embebição de sementes com cloreto de mepiquat reduz a altura da inserção do nó cotiledonar e não influencia a altura da inserção do primeiro ramo frutífero, número total de ramos e número de ramos frutíferos;

3. Não há efeito da embebição de sementes sobre a produção de algodão em caroço, no peso de capulho, no número de maçãs por planta e no número de maçãs na posição 1 dos ramos frutíferos;

4. A aplicação foliar parcelada afeta a altura da inserção do primeiro ramo produtivo, o número total de ramos, o número de ramos frutíferos, o número de maçãs por planta e maçãs na posição 1 dos ramos frutíferos e não a altura da inserção do nó cotiledonar.

4.7. Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo ao autor.

4.8. Referências Bibliográficas

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: BELTWISE COTTON CONFERENCE, San Diego, 1998. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of America, 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, v. 34, n. 3, p. 369-375, Mar. 1999.

CORBIN, JR.B.R.; FRANS, R.E. Protecting cotton (*Gossypium hirsutum*) from Fluometuron injury with seed protectants. **Weed Science**, v. 39, p. 408-411, Jul./Sep. 1991.

FURLANI JUNIOR, E. ; SILVA, N.M.DA ; 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.

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**, v. 1, n.1, p. 109-113, 1989.

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.

MARUR, C.J. ; RUANO, O. A reference system for determination of developmental stages of upland cotton. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, Brasília, v. 5, n.2, p. 313-317, 2001.

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, Ago. 2002.

NICHLOS, 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.

PERKINS, W.R. Three year overview of UNRC vs. conventional cotton. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCE, San Diego, 1998. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of America, 1998, v. 1, p. 91.

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

RIGH, N.R.; FERRAZ, C.A.M.; CORRÊA, D.M. Cultura. In: NEVES, O. da S. et al. **Cultura e Adubação do Algodoeiro**, São Paulo, Instituto Brasileiro da Potassa, 1965, p. 255-317.

ROSOLEN, C.A. **Ecofisiologia e manejo da cultura do algodoeiro**. Instituto Brasileiro de Potassa - Informações Agronômicas, n. 95, set. 2001. Disponível em: [http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/\\$webindex/811D27324565F55C83256B270038EA8B](http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/$webindex/811D27324565F55C83256B270038EA8B) . Acesso em 24 ago. 2004.

YAMAOKA, R.S.; ALMEIDA, W.P. DE; 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., Campo Grande, 2001. **Resumos...** Campo Grande, UFMS; Campina Grande: EMBRAPA- CNPA; Dourados: EMBRAPA-CPAO, 2001, v. 1, p. 609-611.

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

5 CONCLUSÃO GERAL

A técnica da embebição de sementes de algodão em solução com cloreto de mepiquat é uma técnica inovadora e tem reduzido a altura das plantas desde a emergência, em experimentos em casa de vegetação e em condições de campo.

O seu efeito redutor é proporcional à concentração utilizada ou seja, quanto maior a concentração, maior a redução no porte do algodoeiro. Há também o efeito do tempo de embebição da semente em solução de cloreto de mepiquat, com reduções maiores verificadas em períodos mais prolongados. O efeito na redução do porte da planta persistiu até o início do florescimento, aos 49 DAE em condições de casa de vegetação, com as plantas explorando uma área menor do terreno e até 31 DAE em condições de campo.

A altura da inserção do nó cotiledonar foi reduzida com a embebição de sementes, comprovando que o efeito sobre o porte da planta inicia-se logo após a emergência. A altura da inserção do primeiro ramo produtivo, o número total de ramos e ramos frutíferos não foi afetado pelo uso de cloreto de mepiquat no tratamento de sementes.

A produção de algodão em caroço e o peso de capulho não foram afetados pela embebição, mostrando que as características produtivas foram mantidas, mesmo em tratamentos com doses mais elevadas.

A massa seca de folhas, caules e estruturas reprodutivas é reduzida, diminuindo a área foliar por planta e por folha e aumentando o seu peso específico.

A embebição de sementes de algodão em soluções de cloreto de mepiquat é uma técnica que se mostrou eficaz na redução do porte do algodoeiro, desde a emergência até o período de florescimento. Por isso, por exemplo, pode auxiliar na implantação de lavouras adensadas. Contudo, há necessidade de mais experimentos, relacionados a tempo de embebição, concentrações e efeito do armazenamento sobre as sementes já embebidas e, principalmente, com aplicações foliares subsequentes, necessárias para a manutenção da redução do porte conseguida nos tratamentos com embebição em reguladores de crescimento.

REFERÊNCIAS

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, mar. 1999.

BASF S.A. **Instruções de uso** – Bula. 2003.

BECKER, W.D., HOPPER, N.W.; JIVIDEN, G.M. Evaluation of seed applied plant growth regulators on cotton germination, emergence, and growth. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCE, New Orleans, 1997. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of America, 1997, v. 2, p. 1459-1461.

BECKER, W.D.; HOPPER, N.W.; McMICHAEL, B.L.; JIVIDEN, G.M. Germination, emergence ad root growth of cotton as affected by seed applied plant growth regulators. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCE, San Diego, 1998. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of America, 1998, v. 2, p. 1374-1376.

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

CARVALHO, E.J.; CIA, E.; KONDO, J.I. **Comportamento da IAC 23 e Delta Opal na presença do cloreto de mepiquat em plantio adensado de algodão**. Disponível em:http://www.4cba.com.br/arquivos/trabalhos/fisiologia_e_ecofisiologia/comportament_o%20IAC%2023%e...carvalho.pdf. Acesso em: 03 set. 2004.

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

CARVALHO, L.H.; DA SILVA, N.M.; CHIAVEGATO, E.J.; CIA, E.; SABINO, N.P.; KONDO, J.I.; FURLANI JUNIOR, E.; GALLO, P.B.; PETTINELLI JUNIOR, A. Efeito de cloreto de mepiquat e do espaçamento em cultivares de algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., Campo Grande, 2001. **Resumos...** Campo Grande, UFMS; Campina Grande: EMBRAPA- CNPA; Dourados: EMBRAPA-CPAO, 2001, v. 1, p. 484-487.

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.I.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, nov./dec. 2000.

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, jul./sep. 1991.

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

EITTIPIBOOL, W.; RENOU, A.; CHONGRATTANAMETEEKUL, W.; HORMCHAN, P. Effects of cotton growth regulator on jassid infestation and injury. **Kasetsart J. (Nat. Sci.)**, v. 35, n. 4, p. 378-385, 2001.

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, sep./oct. 1991.

FURLANI JUNIOR, E.; DA 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, sep./oct.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: 25 ago. 2004.

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

KERBY, T.A. Cotton response to mepiquat chloride. **Agronomy Journal**, v. 72, n. 4, p. 515-518, jul./aug. 1985.

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. 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, fev. 2001.

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, mar. 2000.

LAMAS, F.M.; ATHAYDE, M.L.F. Efeito do cloreto de mepiquat e do thidiazuron sobre algumas características das sementes do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 11, p. 2015-2019, nov. 1999.

LANDIVAR, J.A.; COTHREN, J.T.; LIVINGSTON, S. Development and evaluation of the average five internode length technique to determine time of mepiquat chloride application. In: BELTWISE COTTON CONFERENCE, Nashville, 1996. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of America, 1996, v. , p. 1153-1156.

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.; ROSOLEN, C.A. Perdas de cloreto de mepiquat no algodoeiro por chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n.7, p. 631-636, jul. 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, Ago. 2002.

NICHOLS, S.P.; SNIPES, C.E.; JONES, M. 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. de. 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, mai./ago. 1999.

PEREIRA, J.R. ;BELTRÃO, N.E.M. ; BEZERRA, J.R.C. ; OLIVEIRA, J.N. ; VALE, D.G. **Cloreto de Mepiquat e adubação nitrogenada no algodão herbáceo irrigado. I Componentes da produção.** Disponível em : <http://www.4cba.com.br/arquivos/trabalhos/irrigacao/Cloreto%20de%20mepiquat...Pereira.pdf>. Acesso em 24 ago 2004.

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

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

REGISTRATION DEPARTMENT, AGRICULTURAL CHEMICALS DIVISION, BASF JAPAN LTD. Summaries of toxicity studies on mepiquat-chloride. **Journal of Pesticide Science**, v. 17, n. 3, p. S269-S-274, aug. 1992.

ROSOLEN, C.A. **Ecofisiologia e manejo da cultura do algodoeiro.** Instituto Brasileiro de Potassa - Informações Agronômicas, n. 95, set. 2001. Disponível em: [http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/\\$webindex/811D27324565F55C83256B270038EA8B](http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/$webindex/811D27324565F55C83256B270038EA8B) . Acesso em 24 ago. 2004.

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, apr. 1960.

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.

SANTOS, E.A.; BORROSO, A.L.L.; PRADO, P.C.N. do. 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.

SOARES, J.J. Fitorreguladores e remoção da gema apical no desenvolvimento do algodoeiro. **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 3, p. 627-630, jul./set. 1999.

SOUZA, J.G.; BELTRÃO, N.E.M.; SANTOS, J.W.; CARDOSO, G.D. **Aplicações hiperprecoce de cloreto de mepiquat no algodão herbáceo, cultivar BRS 187 8H, em condições de casa de vegetação. II. Efeitos na produção e nos componentes da produção.** Disponível em: http://www.4cba.com.br/arquivos/trabalhos/FISIOLOGIA_E_ECOFISIOLOGIA/Aplicação/20hiperprecoce%20pixll...Souza.pdf-Resultado . Acesso em 24 ago. 2004.

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

STEWART, A.M.; EDMISTEN, K.L.; WELLS, R.; YORK, A.C.; JORDAN, D.L. Wick applicator for applying mepiquat chloride on cotton: II. Use in existing mepiquat chloride management strategies. **Journal of Cotton Science**, v. 5, n. 1, p. 15-21, 2001 b.

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

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

YORK, A.C. Cotton cultivar response to mepiquat chloride. **Agronomy Journal**, v. 75, p. 663-667, jul./aug. 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, Piracicaba, 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

Plantas médias originadas de sementes embebidas em solução de cloreto de mepiquat nas concentrações de 0; 0,5; 2,5; 5 e 7,5% embebidas por 3 horas aos 31 dias após emergência, em casa de vegetação. Londrina, PR, 2004

APÊNDICE 1 – Plantas médias originadas de sementes embebidas em solução de cloreto de mepiquat nas concentrações de 0; 0,5; 2,5; 5 e 7,5% embebidas por 3 horas aos 31 dias após emergência, em casa de vegetação. Londrina, PR, 2004



Apêndice 2

Plantas médias originadas de sementes embebidas em solução de cloreto de mepiquat nas concentrações de 0; 0,5; 2,5; 5 e 7,5% embebidas por 6 horas aos 31 dias após emergência, em casa de vegetação. Londrina, PR, 2004.

APÊNDICE 2 – Plantas médias originadas de sementes embebidas em solução de cloreto de mepiquat nas concentrações de 0; 0,5; 2,5; 5 e 7,5% embebidas por 6 horas aos 31 dias após emergência, em casa de vegetação. Londrina, PR, 2004.



APÊNDICE 3

Plantas médias originadas de sementes embebidas em solução de cloreto de mepiquat nas concentrações de 0; 0,5; 2,5; 5 e 7,5% embebidas por 12 horas aos 31 dias após emergência, em casa de vegetação. Londrina, PR, 2004

APÊNDICE 3 – Plantas médias originadas de sementes embebidas em solução de cloreto de mepiquat nas concentrações de 0; 0,5; 2,5; 5 e 7,5% embebidas por 12 horas aos 31 dias após emergência, em casa de vegetação. Londrina, PR, 2004.

