



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ELIEGE APARECIDA DE PAIVA OLIVEIRA

**TRATAMENTO DE SEMENTES DE ALGODÃO COM
CLORETO DE MEPIQUAT ASSOCIADO A POLÍMERO DE
REVESTIMENTO**

Londrina
2014

ELIEGE APARECIDA DE PAIVA OLIVEIRA

**TRATAMENTO DE SEMENTES DE ALGODÃO COM
CLORETO DE MEPIQUAT ASSOCIADO A POLÍMERO DE
REVESTIMENTO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Agronomia da Universidade Estadual de Londrina,
como parte das exigências para obtenção do Título
de Doutor em Agronomia.

Orientador: Profa. Dra Inês Cristina Batista da
Fonseca

Co-Orientador: Dr. Getúlio Takashi Nagashima

Londrina
2014

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

O48t Oliveira, Eliege Aparecida de Paiva.
Tratamento de sementes de algodão com cloreto de mepiquat associado a polímero
de revestimento / Eliege Aparecida de Paiva Oliveira. – Londrina, 2014.
116 f. : il.

Orientador: Inês Cristina Batista da Fonseca.

Coorientador: Getúlio Takashi Nagashima.

Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de
Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2014.

Inclui bibliografia.

1. Algodão – Semente – Tratamento – Teses. 2. Sementes – Qualidade – Teses. 3.
Plantas – Reguladores de crescimento – Teses. 4. Cloreto de mepiquat – Teses. I.
Fonseca, Inês Cristina Batista da. II. Nagashima, Getúlio Takashi. III. Universidade
Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em
Agronomia. IV. Título.

CDU 633.511

ELIEGE APARECIDA DE PAIVA OLIVEIRA

**TRATAMENTO DE SEMENTES DE ALGODÃO COM CLORETO DE
MEPIQUAT ASSOCIADO A POLÍMERO DE REVESTIMENTO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Agronomia da Universidade Estadual de Londrina,
como parte das exigências para obtenção do Título
de Doutor em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa. Dra. Inês Cristina de Batista
Fonseca
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa. Dra. Marizangela Rizzatti Ávila
Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR

Profa. Dra. Nadia Graciele Krohn
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Prof. Dr. Silvestre Bellettini
Universidade Estadual Norte do Paraná – UNOPAR

Prof. Dr. Claudemir Zucareli
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 28 de março de 2014.

Dedico este trabalho à minha família,
em especial Aparício e Elza, pais
exemplares, sábios instrutores na
educação dos filhos e à meu filho
Claudair.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida, saúde, força e fé para enfrentar momentos difíceis, além de iluminar meus caminhos mostrando-me sempre a trilha para se alcançar a felicidade.

À Universidade Estadual de Londrina e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade da realização do doutorado.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Instituto Agronômico do Paraná e University of Arkansas pelo estágio e pela parceria na realização dos experimentos.

As empresas/intituições de pesquisa Agro Hara pela doação (cloreto de mepiquat), Laborsan e Cistronics Technovations (polímero) e Fundação MT (sementes).

Ao Professora Dra. Inês Cristina de Batista Fonseca pela orientação, amizade e confiança.

Aos co-orientadores Dr. Getúlio Takashi Nagashima (IAPAR) e Professor Dr. Derrick M. Oosterhuis (Universidade do Arkansas).

Agradeço ao Professor Dr. Claudemir Zucareli não só pela constante atenção e colaboração neste trabalho, mas pela importante contribuição na minha formação e sobretudo pela amizade.

Aos professores do Departamento de Agronomia – Setor Fitotecnia pelos ensinamentos e aos funcionários do Laboratório de Fitotecnia da Universidade Estadual de Londrina, pela colaboração e período de convivência.

Ao Pesquisador do Laboratório de Sementes do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) Ms. Alberto Sérgio Barros do Rego pelo incentivo e sugestões na realização deste trabalho, e a seus colaboradores que direta ou indiretamente, fizeram parte do desenvolvimento deste trabalho, em especial à Maria Catarina Perez.

Aos funcionários do Departamento de Fisiologia de Plantas, da Universidade do Arkansas e a doutoranda Cristiane Pilon pela colaboração e amizade.

À secretária do Curso de Pós-Graduação Weda Aparecida Westin.

Aos colegas dos cursos de Mestrado e de Doutorado em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, pelo excelente convívio e troca de conhecimentos, em especial ao meu amigo André Mateus Prando.

À toda minha família, pelo incentivo, apoio e carinho dedicados em todos os momentos.

Também agradeço a todos aqueles que embora não mencionados contribuíram para a realização deste trabalho e também estiveram comigo nesta importante etapa de minha vida.

“O SENHOR é o meu pastor, nada me faltará”

Salmos 23:1

OLIVEIRA, Eliege Aparecida de Paiva. **Tratamento de sementes de algodão com cloreto de mepiquat associado a polímero de revestimento**. 2014. 116 f. Tese de Doutorado em Agronomia – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

RESUMO

A aplicação de cloreto de mepiquat via sementes vem se mostrando eficiente no controle do porte do algodão desde a emergência. No entanto, a forma de aplicação e as doses do regulador podem interferir no desempenho fisiológico das sementes, no estabelecimento das plântulas e no desenvolvimento das plantas em campo. O objetivo geral foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de algodão, a eficácia do efeito do regulador, parâmetros de crescimento e fisiológicos das plantas em resposta ao tratamento de sementes com cloreto de mepiquat em diferentes doses via embebição ou associado a polímero revestimento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 5x2 (doses x formas de aplicação). As sementes foram tratadas com cloreto de mepiquat via embebição e via aplicação com polímero nas doses zero; 10,0; 20,0; 30,0 e 40,0 g i.a. kg⁻¹ de sementes. A qualidade das sementes foi avaliada pelos testes de teor de água, germinação, primeira contagem de germinação, comprimento de plântulas, massa seca de plântulas, teste de frio, condutividade elétrica, índice de velocidade de emergência e emergência de plântulas. Para a determinação dos parâmetros de crescimento das plantas de algodão as sementes tratadas foram semeadas em vasos e avaliadas aos 10, 20, 30 e 40 DAE (DP 393) e aos 15, 30, 45 e 60 DAE (FMT 705) com as seguintes determinações: altura da planta, área foliar estimada, diâmetro do caule, altura de inserção cotiledonar, comprimento de raiz e massa seca de caules, folhas e raiz. Para a determinação dos parâmetros fisiológicos das plantas, as sementes do cultivar DP 393 após o tratamento foram armazenadas por 120 dias. Ao zero; 30; 60; 90 e 120 dias após aplicação dos tratamentos, as sementes foram semeadas em vasos e aos 20, 30 e 40 dias após a emergência das plantas foi determinada a condutância estomática. Ainda aos 40 DAE foram avaliados o teor de clorofila e a eficiência fotossintética das plantas, por meio de medições de rendimento quântico fotossintético de PSII e taxa de transporte de elétrons. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. A utilização do cloreto de mepiquat via sementes, independente da forma de aplicação e dose utilizada reduz o comprimento de plântulas, não causando danos na qualidade fisiológica das sementes de algodão. A aplicação de cloreto de mepiquat associado a polímero de revestimento mostrou-se eficaz na redução do crescimento de plântulas de algodão com a vantagem de ser de fácil aplicação e com secagem rápida das sementes em relação ao tratamento via embebição. O cloreto de mepiquat até a dose 40 g i.a. kg⁻¹ reduz o crescimento e desenvolvimento das plântulas de algodão das cultivares FMT 705 e DP 393 desde o início da germinação, sem comprometer a emergência de plântulas. O cloreto de mepiquat nas doses de 10; 20; 30 e 40 g i.a. kg⁻¹ de sementes reduz o porte das plantas de algodão, podendo ser utilizado no tratamento de sementes, tanto por embebição quanto associado a polímero de revestimento. As reduções do crescimento em altura das plantas de algodão respondem proporcionalmente ao aumento da dose de cloreto de mepiquat, independente da forma de aplicação. A eficácia e a permanência do efeito de cloreto de mepiquat sobre o desenvolvimento das plantas de algodão persiste até aos 40 e 60 dias após a emergência das plantas, independente da forma de aplicação e dose empregada para as cultivares FMT 705 e DP 393, respectivamente. Independente da forma de aplicação (embebição ou com polímero) o cloreto de mepiquat interfere no processo de trocas gasosas, pigmentos fotossintetizantes e atividade fotossintética de forma proporcional ao aumento da

dose utilizada. A aplicação do cloreto de mepiquat via sementes favorece os parâmetros fisiológicos das plantas de algodão o que pode resultar em plantas com eficiência fotossintética melhorada.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L. Biorregulador. Vigor. Parâmetros de crescimento.

OLIVEIRA, Eliege Aparecida de Paiva. **Cotton seed treatment with mepiquat chloride associate to polymer coating**. 2014. 116 p. Tese de Doutorado em Agronomia – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

ABSTRACT

The application of mepiquat chloride via seeds has proved to be effective in controlling the size of the cotton since the emergence. However, the application form and regulator doses can interfere in the physiological performance of seeds, in seedling establishment and development of plants in the field. The overall objective of the study was to evaluate the physiological quality of cottonseeds, the effectiveness of the regulatory effect, growth and physiological parameters of plants in response to seed treatment with mepiquat chloride at different doses via soaking or associated with polymer coating. The experimental was completely randomized design with four replications in a factorial scheme 5x2 (doses x application forms). Seeds of cultivars DP 393 and FMT 705 were treated with mepiquat chloride at dose of zero, 10,0; 20,0; 30,0 e 40,0 g a. i. kg⁻¹ of seeds. Seed quality was evaluated by testing water content, germination, first count of germination, seedling length, dry weight of seedlings, cold test, electrical conductivity, speed index of emergence and seedling emergence. To determine the growth parameters of cotton plants the seeds of cultivars DP 393 and FMT 705 were treated with mepiquat chloride at dose of zero, 10,0; 20,0; 30,0 e 40,0 g a. i. kg⁻¹ of seeds. For each cultivar separate experiments were conducted. Seeds were sown in pots treated and evaluated at 10, 20, 30 and 40 DAE (DP 393) and at 15, 30, 45 and 60 DAE (FMT 705) with the following determination: plant height, leaf area estimated, stem diameter, height of insertion cotyledon, root length and dry mass of stems, leaves and roots. For the determination of physiological parameters of the plants, seeds of cultivar DP 393 were treated with mepiquat chloride at dose of zero, 10,0; 20,0; 30,0 e 40,0 g a. i. kg⁻¹ of seeds. At the periods of zero, 30, 60, 90 and 120 days after application of the treatments, the seeds were sown in pots and at 20, 30 and 40 days after plant emergence was determined the stomatal conductance. Also at 40 DAE were evaluated chlorophyll content and photosynthetic efficiency of plants. Data were subjected to analysis of variance and regression. The use of mepiquat chloride via seed, independent of the form of application and dose used reduces the length of seedlings, causing no damage to the seed quality of cotton. The application of mepiquat chloride associated with polymer coating proved to be effective in reducing seedling growth of cotton with the advantage of being easy application and rapid drying of seeds in relation to the imbibition treatment. Mepiquat chloride until the dose 40 g a. i. kg⁻¹ of seeds reduces the growth and development of cotton seedlings of cultivars FMT 705 and DP 393 since the beginning of germination, without compromising the seedling emergence. The mepiquat chloride at doses of 10; 20; 30 and 40 g a. i. kg⁻¹ of seeds reduces the size of the cotton plants, can be used in the treatment of seed, either by imbibition as associate to polymer coating. The reduction in height growth of cotton plants respond proportionally with increasing dose of mepiquat chloride used, independent of the form of application. The efficacy and permanence of the effect of mepiquat chloride on the development of cotton plants persists until 40 and 60 days after plant emergence, independent of the form of application and dose used for cultivars FMT 705 and DP 393, respectively. Independent of the application form (imbibition or with polymer) the mepiquat chloride interferes in process of the gas exchange, photosynthetic pigments and photosynthetic activity a proportional form to increasing dose. The application of mepiquat chloride to seeds favored physiological parameters cotton plants, which can result in plants with improved photosynthetic efficiency.

Key words: *Gossypium hirsutum* L. Bioregulator. Vigour. Growth parameters.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 3.1** – Teor de água de sementes do cultivar FMT 705 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento 55
- Figura 3.2** – Massa seca de plântulas oriundas de sementes do cultivar FMT 705 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento 55
- Figura 3.3** – Primeira contagem de germinação, germinação, plântulas anormais e condutividade elétrica de sementes do cultivar FMT 705 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento 57
- Figura 3.4** – Índice de velocidade de emergência, emergência de plântulas em campo, comprimento de parte aérea de plântulas e comprimento total de plântulas, oriundas de sementes do cultivar FMT 705 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento 59
- Figura 3.5** – Teor de água de sementes do cultivar DP 393 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento 62
- Figura 3.6** – Sementes mortas e condutividade elétrica de sementes do cultivar DP 393 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento 63
- Figura 3.7** – Comprimento de parte aérea, radícula e comprimento total de plântulas oriundas de sementes do cultivar DP 393 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento 64
- Figura 3.8** – Índice de velocidade de emergência de plântulas oriundas de sementes do cultivar DP 393 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento 66
- Figura 4.1** – Dados de temperatura máxima e mínima (°C) e de umidade relativa do ar máxima e mínima (%) durante o período de desenvolvimento das plantas de algodão em casa de vegetação 73
- Figura 4.2** – Dados de temperatura máxima e mínima (°C) e de umidade relativa do ar máxima e mínima (%) durante o período de desenvolvimento das plantas de algodão em casa de vegetação 75

Figura 4.3 – Altura de plantas aos 15 DAE (A), altura de plantas 30 DAE (B), altura de plantas 45 DAE (C) e altura de plantas 60 DAE (D), oriundas de sementes do cultivar FMT 705 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento	77
Figura 4.4 – Área foliar estimada aos 15 DAE (A), a os 30 DAE (B), aos 45 DAE (C) e aos 60 DAE (D) de plantas oriundas de sementes do cultivar FMT 705 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento	78
Figura 4.5 – Altura da inserção cotiledonar, massa seca de caule e de folhas oriundas de sementes do cultivar FMT 705 tratadas com cloreto de mepiquat.....	79
Figura 4.6 – Altura de planta aos 10, 20, 30 e 40 DAE, oriundas de sementes do cultivar DP 393 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento	83
Figura 4.7 – Área foliar estimada aos 30 DAE oriundas de sementes do cultivar DP 393 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.....	84
Figura 4.8 – Diâmetro do caule, altura da inserção cotiledonar, comprimento de raiz e massa seca de folhas, oriundas de sementes do cultivar DP 393 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.....	85
Figura 5.1 – Dados de temperatura máxima e mínima (°C) e de umidade relativa do ar máxima e mínima (%) durante o período do armazenamento das sementes de algodão sob condições ambientais não controladas	92
Figura 5.2 – Dados de temperatura máxima e mínima (°C) e de umidade relativa do ar máxima e mínima (%) durante o período de desenvolvimento das plantas de algodão em casa de vegetação.....	93

LISTA DE TABELAS

- Tabela 3.1** –Resumo da análise de variância para os fatores formas de aplicação, doses, interação forma e dose para teor de água (TA), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (GERM), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM), teste de frio (TF), condutividade elétrica (CE), índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência de plântulas em campo (EPC), comprimento de parte aérea de plântulas (CPAP), comprimento de radícula (CR), comprimento total de plântulas (CTP), massa seca de plântulas (MSP), oriundas de sementes do cultivar FMT 705 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento 53
- Tabela 3.2** –Teor de água (TA) e massa seca de plântulas (MSP), oriundas de sementes do cultivar FMT 705 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento..... 54
- Tabela 3.3** –Médias de teor de água (TA), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (GERM), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM), teste de frio (TF), condutividade elétrica (CE), índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência de plântulas em campo (EPC), comprimento de parte aérea de plântulas (CPAP), comprimento de radícula (CR), comprimento total de plântulas, oriundas de sementes do cultivar FMT 705 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento 58
- Tabela 3.4** –Resumo da análise de variância para os fatores formas de aplicação, doses, interação forma e dose para teor de água (TA), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (GERM), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM), teste de frio (TF), condutividade elétrica (CE), comprimento de parte aérea de plântulas (CPAP), comprimento de radícula (CR), comprimento total de plântulas (CTP), massa seca de plântulas (MSP), índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência de plântulas em bandeja (EPB), oriundas de sementes do cultivar DP393 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento 61

Tabela 3.5 – Médias de teor de água (TA), sementes mortas (SM), condutividade elétrica (CE), comprimento de parte aérea de plântulas (CPAP), comprimento de radícula (CR) comprimento total de plântulas (CTP), oriundas de sementes do cultivar DP 393 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento	61
Tabela 3.6 – Médias de primeira contagem de germinação (PCG), germinação (GERM), plântulas anormais (PA), teste de frio (TF), massa seca de plântulas (MSP), índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência de plântulas em campo (EPB), oriundas de sementes do cultivar DP 393 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento	65
Tabela 4.1 – Constituição da solução de nutrientes aplicada durante o desenvolvimento das plantas em casa de vegetação.....	74
Tabela 4.2 – Resumo da análise de variância (F) para os fatores formas de aplicação, doses, interação forma x dose para altura de plantas (AP-cm), área foliar (AF-cm ²), diâmetro do caule (DC-cm), altura da inserção cotiledonar (AIC-cm), massa seca de caule (MSC-g) e folhas (MSF-g) de plantas de algodão, originadas de sementes do cultivar FMT 705 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.....	76
Tabela 4.3 – Área foliar (AF-cm) avaliada aos 15 dias após emergência (DAE) em plantas de algodão, do cultivar FMT 705, originadas de sementes tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento	76
Tabela 4.4 – Resumo da análise de variância para os fatores formas de aplicação, doses, interação forma e dose para altura de plantas (AP-cm) e área foliar (AF-cm ²) avaliadas aos 10, 20, 30 e 40 dias após emergência (DAE), diâmetro do caule (DC-mm), altura da inserção cotiledonar (AIC-cm), comprimento de raiz (CR-cm), massa seca de raiz (MSR-g), massa seca de caule (MSC-g) e massa seca de folhas (MSF-g) aos 40 dias em plantas de algodão, do cultivar DP393 originadas de sementes tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento	80
Tabela 4.5 – Altura de plantas (AP-cm), área foliar (AF-cm) avaliadas aos 10, 20, 30 e 40 dias após emergência (DAE) e diâmetro do caule (DC/mm), altura da inserção cotiledonar (AIC-cm) e comprimento de raiz (CR-cm) aos 40 dias	

em plantas de algodão, do cultivar DP393, originadas de sementes tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento	81
Tabela 4.6 – Altura média de plantas (AP-cm) aos 30 DAE, área foliar (AF-cm) avaliadas aos 10, 20 e 40 dias após emergência (DAE), massa seca de raiz (MSR-g) e massa seca de caule (MSC-g), oriundas de sementes do cultivar DP 393 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento	82
Tabela 5.1 – Constituição da solução de nutrientes aplicada durante o desenvolvimento das plantas em casa de vegetação.....	93
Tabela 5.2 – Análise de variância (F) dos teores de (CEs) condutância estomática ($\text{mol m}^{-2}\text{S}^{-1}$) aos 20, 30 e 40 DAE, clorofila <i>a</i> , clorofila <i>b</i> (CLOR) e carotenoides (CAR- ug-cm^2), rendimento quântico do PSII (Y) e taxa de transporte de elétrons (ETR- $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}$) aos 40 DAE em plantas de algodão, do cultivar DP393, originadas de sementes tratadas com diferentes formas e doses de cloreto de mepiquat e armazenadas	95
Tabela 5.3 – Médias de (CEs) condutância estomática ($\text{mol m}^{-2}\text{S}^{-1}$) aos 20, 30 e 40 dias DAE, clorofila <i>a</i> (CLOR <i>a</i> - ug-cm^2), clorofila <i>b</i> (CLOR <i>b</i> - ug-cm^2), carotenoides (CAR- ug-cm^2), rendimento quântico do PSII (Y) aos 40 DAE, em plantas de algodão, cultivar DP393, originadas de sementes tratadas com cloreto de mepiquat e armazenadas	96
Tabela 5.4 – Rendimento quântico do PSII (Y), taxa de transporte de elétrons (ETR- $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}$) e condutância estomática (CEs- $\text{mol m}^{-2}\text{S}^{-1}$) aos 40 DAE em plantas de algodão, do cultivar DP393, originadas de sementes tratadas com cloreto de mepiquat e armazenadas.....	97

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1	A CULTURA DO ALGODÃO	20
2.1.2	Importância Econômica e Social no Brasil e no Mundo.....	20
2.1.3	Fenologia	22
2.2	ECOFISIOLOGIA DO ALGODÃO	23
2.2.1	Fatores Ambientais.....	23
2.3	REDUTORES DE CRESCIMENTO	25
2.3.1	Principais Redutores de Crescimento Empregados na Cultura do Algodão	26
2.3.2	Redutores de crescimento na Cultura do Algodão	26
2.3.3	Redutores de Crescimento na Altura de Plantas	27
2.3.4	Redutores de Crescimento no Desenvolvimento da Folha.....	28
2.3.5	Redutores de Crescimento no Rendimento	29
2.4	CLORETO DE MEPIQUAT	30
2.4.1	Formas de Aplicação e Doses de Cloreto de Mepiquat.....	31
2.4.2	Cloreto de Mepiquat em Sementes de Algodão	33
2.4.3	Cloreto de Mepiquat no Desenvolvimento do Algodão	35
2.5	POLÍMEROS DE REVESTIMENTO	36
2.5.1	Tipos de Revestimentos de Sementes	38
2.5.2	Revestimento com Polímero na Qualidade de Sementes	39
2.6	QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES	40
2.6.1	Germinação de Sementes	41
2.6.2	Vigor de Sementes.....	42
2.7	ARMAZENAMENTO DE SEMENTES.....	44
3	ARTIGO A: CLORETO DE MEPIQUAT ASSOCIADO A POLÍMERO DE REVESTIMENTO NO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE ALGODÃO	47
3.1	Introdução	49
3.2	Material e Métodos	50
3.3	Resultados e Discussão	53

3.4	Conclusões.....	67
4	ARTIGO B: EFICÁCIA E PERSISTÊNCIA DO CLORETO DE MEPIQUAT EM PARÂMETROS DE CRESCIMENTO DE PLANTAS DE ALGODÃO.....	68
4.1	Introdução.....	70
4.2	Material e Métodos.....	71
4.3	Resultados e Discussão.....	75
4.4	Conclusões.....	87
5	ARTIGO C: ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS DE PLANTAS DE ALGODÃO AO CLORETO DE MEPIQUAT APLICADO VIA SEMENTES.....	88
5.1	Introdução.....	90
5.2	Material e Métodos.....	91
5.3	Resultados e Discussão.....	94
5.4	Conclusões.....	99
6	CONCLUSÕES GERAIS.....	100
	REFERÊNCIAS.....	101

1 INTRODUÇÃO

O algodão (*Gossypium hirsutum* L), também conhecido como ouro branco pela indústria têxtil, é considerado a mais importante cultura de fibra natural, sendo cultivado comercialmente em cerca de 111 países. Apresenta relevante importância social e econômica no Brasil e no mundo, situando-se entre as dez maiores fontes de riqueza no setor agropecuário brasileiro (ABRAPA, 2013).

A planta apresenta hábito de crescimento indeterminado e ampla capacidade de resposta ao manejo e às condições ambientais. As alterações ocorridas no sistema de produção da cultura, como o uso de correção do solo e utilização de altas doses de fertilizantes proporcionaram crescimento vegetativo vigoroso. Porém, o crescimento vegetativo vigoroso, se mal manejado, pode interferir negativamente dificultando os tratos culturais, principalmente a colheita mecanizada e a pulverização, tanto de inseticidas e fungicidas como de reguladores de crescimento, levando à diminuição da produtividade. Dessa forma, faz-se necessário o desenvolvimento de técnicas de manejo que permitam a redução do porte da planta desde a emergência, sem comprometer o rendimento.

Uma das alternativas é a aplicação de reguladores de crescimento, técnica eficaz que promove alterações na arquitetura das plantas, tornando-as mais compactas devido à redução do crescimento vegetativo excessivo. Entre os reguladores de crescimento, destaca-se o cloreto de mepiquat, que conforme relato de diversos autores apresenta tais efeitos.

Os reguladores de crescimento são geralmente aplicados via foliar durante o desenvolvimento vegetativo da planta. No entanto, o tratamento de sementes com reguladores de crescimento, a fim de reduzir a altura do algodão têm se mostrado promissor, garantindo o controle de crescimento da planta desde a emergência, independente de condições adversas para a aplicação do produto, reduzindo ao máximo as perdas por deriva ou chuvas logo após a aplicação.

Existem vários reguladores de crescimento de plantas registrados no mercado com inúmeras formulações para uso foliar, tratamento de sementes ou para aplicação no sulco. Os fabricantes destes produtos afirmam várias respostas benéficas na planta, que incluem rápida germinação, emergência, crescimento e estande de plantas mais uniforme. O estabelecimento de plântulas uniformes e vigorosas no início do desenvolvimento são essenciais para atingir o potencial máximo de rendimento de uma cultura.

Atualmente, tem sido estudada a utilização de películas de revestimento em associações com tratamentos químicos, a fim de aumentar a aderência dos produtos nas

sementes. Para o futuro, há muitas possibilidades para o uso de polímero no setor sementeiro. A técnica de revestimento de sementes com polímeros visa melhorar o aspecto físico, as características fisiológicas e sanitária das sementes. O revestimento de sementes com polímeros também tem sido empregado para incorporar pesticidas, fungicidas, reguladores de crescimento, micronutrientes e agentes biológicos para melhor desempenho de sementes e mudas.

A fina película de polímero biodegradável reduz o desperdício dos produtos químicos, protege a semente de insetos e da invasão fúngica, além de melhorar a qualidade da semente e, garantir manuseio livre de poeira. O uso de polímero natural ou sintético ganhou rápida aceitação pela indústria de sementes por ser um método de fácil aplicação e seguro, podendo as sementes serem armazenadas por longo prazo, caso as condições adequadas de armazenamento sejam fornecidas (TEKRONY, 2006).

Considerando a grande quantidade de fatores e interações envolvidas na técnica do uso de reguladores de crescimento em sementes de algodão, o tratamento das sementes com reguladores, de forma direta via embebição, assegura que o desenvolvimento da planta de algodão seja controlado desde a emergência das plântulas (NAGASHIMA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2011). Contudo, a aplicação do regulador associado aos polímeros de revestimento, pode ser mais prático que a embebição das sementes em solução de fitorregulador, reduzindo o tempo de preparo e não exigindo secagem prévia à semeadura.

Visto que a aplicação de cloreto de mepiquat via sementes apresenta-se como excelente opção de manejo, com redução de custos e maior rentabilidade, pois é possível evitar perdas na primeira aplicação devido a ocorrência de chuvas como também a redução do ciclo da cultura diminuindo o uso de insumos. Porém, essa técnica requer estudos contínuos e aprofundados, devido à pouca informação encontrada na literatura, principalmente abordando os efeitos de doses, forma de aplicação do produto sobre a qualidade fisiológica inicial e a manutenção do efeito do regulador de crescimento durante o período de armazenamento. Dessa forma, a manutenção da qualidade da semente durante o armazenamento é um aspecto a ser considerado dentro do processo produtivo de qualquer cultura, visto que o sucesso de uma cultura depende, principalmente, da utilização de sementes com alto padrão de qualidade.

Com base no exposto, o objetivo geral foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de algodão, a eficácia do efeito do regulador, parâmetros de crescimento e fisiológicos das plantas em resposta ao tratamento de sementes com cloreto de mepiquat em diferentes doses via embebição ou associado a polímero revestimento.

Foram desenvolvidos experimentos em Londrina, Paraná-Brasil e em Fayetteville, Arkansas-Estados Unidos que resultaram em três artigos:

Artigo A: Cloreto de mepiquat associado a polímero de revestimento no potencial fisiológico de sementes de algodão.

Artigo B: Eficácia e persistência do cloreto de mepiquat em parâmetros de crescimento de plantas de algodão.

Artigo C: Alterações fisiológicas de plantas de algodão ao cloreto de mepiquat aplicada via sementes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DO ALGODÃO

Referências históricas à cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch) datam de muitos séculos antes de Cristo (MELO, 2004). No Brasil, quando da chegada dos portugueses, já se cultivava, fiava e tecia o algodão (CORRÊA; COUTO, 2013). No século XVIII, esta cultura tomou amplo impulso nos estados do Pará, Ceará, Pernambuco e Bahia (MATO GROSSO, 2013).

Entre as 52 espécies catalogadas no gênero *Gossypium*, pertencente à família *Malvaceae*, somente quatro são cultivadas comercialmente: *Gossypium hirsutum*, *Gossypium barbadense*, *Gossypium herbaceum* e *Gossypium arboreum*. Dentre estas espécies, o *Gossypium hirsutum* é a principal espécie cultivada nas áreas produtoras de algodão no Brasil e no mundo, herbáceo ou anual (*Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch.) é considerado o mais importante (CHIAVEGATO; SALVATIERRA; GOTTARDO, 2009).

O algodão herbáceo é uma planta de auto fecundação, com estrutura organográfica singular, com dois tipos de ramificação, simpodial (frutífera) e monopodial (vegetativa). Possui dois tipos de macrófilo (frutíferos e vegetativos), flores completas que abrigam um terceiro verticilo floral, as brácteas, que fazem proteção extra e pode possuir, na base interna e externa, glândulas de secreção (nectários). O sistema radicular do algodão é do tipo pivotante, muito desenvolvido e vigoroso em condições naturais para o pleno desenvolvimento da planta (BELTRÃO et al., 2008b).

Considerando os aspectos fisiológicos e bioquímicos dos processos anabólicos e catabólicos, o algodão é complexo, é uma planta de metabolismo fotossintético C₃, com elevada taxa de fotorrespiração. Do ponto de vista da reprodução, em particular as taxas de autogamia e alogamia, o algodão é uma planta de autofecundação. No entanto, o percentual de cruzamento pode ultrapassar 50% (MEDEIROS et al., 2008).

2.1.2 Importância Econômica e Social no Brasil e no Mundo

O cultivo de algodão no Brasil em diversos períodos passou por grandes desafios à sustentabilidade da cotonicultura, enfrentando incentivos à importação, a praga do bicudo (*Anthonomus grandis*), a substituição do tipo arbóreo pelo herbáceo, o deslocamento

para as regiões de cerrado entre outros desafios. Atualmente, abastece a indústria têxtil nacional, gerando grande número de empregos desde a lavoura até a indústria, constituindo-se em cultura de elevada importância social e econômica.

O avanço da tecnologia e o aumento da produtividade permitiram ao Brasil passar de maior importador mundial de algodão para o terceiro maior exportador do produto em 12 anos (2000 a 2012). A safra nacional tem seu olhar na qualidade de fibra e é, prioritariamente, destinada a indústria têxtil, cujo consumo interno supera a 800 mil toneladas por ano (ANUÁRIO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 2013).

A técnica de produção de algodão adotada no Brasil, principalmente na região Centro-Oeste do País, onde se localiza maior parte da produção nacional, é responsável pela geração de, em média, quatro empregos para cada hectare cultivado. Destaca-se ainda que a cultura do algodão oferta emprego o ano todo, pois demanda uma estrutura complexa, devido a isso requer maior número de pessoas envolvidas (BELTRÃO et al., 2008).

Os algodoeiros são plantas notáveis em seus aspectos utilitários, os quais incluem fibras fiáveis e sementes oleaginosas, ricas em proteínas, usadas na alimentação animal e humana (PENNA, 2006). O produto principal do algodão é a fibra, possui inúmeras aplicações na indústria, dentre as quais, pode-se mencionar: confecções de fios para tecelagem de vários tipos de tecido, preparação de algodão hidrófilo para enfermagem, confecção de feltro, cobertores e estofamentos, obtenção de celulose entre outros (MELO, 2004).

O algodão é cultivado em mais de 60 países, no entanto, apenas cinco deles, China, Índia, Estados Unidos, Paquistão, e Brasil, são responsáveis por quase 80% da produção mundial. Apesar da qualidade e multiplicidade de uso de suas sementes (óleo, proteína, celulose, fertilizante) o algodão é cultivado basicamente para a produção de fibras. Além disso, é a segunda cultura mais importante na fabricação de óleo. Atualmente, a fibra de algodão contribui com cerca de 50% do consumo mundial de fibras (CHIAVEGATO; SALVATIERRA; GOTTARDO, 2009).

Dados apontam que a maior concentração de área cultivada com algodão no Brasil, encontra-se nos Estados de Mato Grosso, Goiás e Bahia, que responderam em 2013 por 88,7% da produção do país. Mato Grosso tem a liderança com 54,9% da produção nacional vindo a seguir o estado da Bahia com 28,1% da produção brasileira (CONAB, 2013).

As projeções para o algodão em pluma indicam produção de 1,64 milhão de toneladas em 2013/2014 e de 2,53 milhões de toneladas em 2022/2023. Essa expansão corresponde a uma taxa de crescimento de 5,1% ao ano durante o período da projeção e a uma

variação de 87,6% na produção. O consumo desse produto no Brasil deve crescer a uma taxa anual menor que 1,0% nos próximos dez anos alcançando um total de 915 mil toneladas consumidas em 2022/2023. As exportações também têm previsão de forte expansão, 58,7% entre 2013 e 2023 (CONAB, 2013).

O relatório do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2013), indica que as exportações brasileiras entre 2014 e 2023 devem aumentar 41,4%. Um conjunto de fatores apontados pode favorecer a produção de algodão do Brasil. O primeiro é a mudança da política do algodão na China, maior produtor mundial, que vem estimulando os produtores de grãos no país, o que tem tornado o mercado de grãos mais atrativo aos produtores chineses. Outro fator é o aumento dos salários que coloca a produção de algodão por ser uma lavoura trabalho-intensiva, em posição desfavorável em relação a produção de grãos. O terceiro fator é o deslocamento para baixo dos preços do algodão fora da China, relativamente a outras commodities (MAPA, 2013).

2.1.3 Fenologia

O algodão herbáceo é um dos fitossistema de maior complexidade morfofisiológica, que se encontra na natureza, por se tratar de uma planta de hábito de crescimento indeterminado e frutificação em ramos simpodiais, com ampla complexidade morfológica (OOSTERHUIS, 1999). Devido a estes fatores, é considerável o efeito do ambiente sobre o desenvolvimento vegetativo dessa planta, como também nos componentes da produção (massa de capulhos, massa de sementes e porcentagem de fibra) e na qualidade da fibra (CHIAVEGATO; SALVATIERRA; GOTTARDO, 2009).

Posteriormente a emergência o algodão inicia o desenvolvimento vegetativo com formação de folhas que tem como principal função a interceptação da luz solar e produção de fotoassimilados. Com o decorrer do desenvolvimento, os órgãos vegetativos competem com órgãos reprodutivos por estes fotoassimilados, além de apresentar um sistema fotossintético pouco eficiente do ponto de vista fisiológico (C3) e uma estrutura do dossel que proporciona distribuição irregular das folhas para interceptação da luz (BELTRÃO et al., 2008b).

A fenologia, a produção de fitomassa e a partição de assimilados entre os drenos da planta, em especial dos frutos do algodão é altamente influenciável pelo ambiente e cultivar escolhida, sobretudo quanto às suas exigências térmicas. O conhecimento referente às variações no algodão durante o desenvolvimento fenológico é fundamental para a orientação

do manejo cultural da espécie, visando melhor produtividade e qualidade de fibra. O conhecimento referente às modificações no algodão durante o desenvolvimento do estágio fenológico, é essencial para a direção do manejo cultural da espécie (AMORIM NETO; BELTRÃO, 1999; SHAH et al., 2010).

Durante a maior parte do ciclo da planta de algodão há diversos eventos ocorrendo ao mesmo tempo, como crescimento vegetativo, aparecimento de gemas reprodutivas, florescimento, crescimento e maturação de frutos (HUNNUR, 2007; BOLEK, 2007). Em virtude da complexidade do desenvolvimento do algodão, o hábito de crescimento de algumas variedades de algodão combinado com excesso de precipitação pluvial, irrigação e alta disponibilidade de nutrientes podem incentivar o crescimento vegetativo excessivo e resultar em aborto das estruturas reprodutivas, podridão ou atraso na maturação dos frutos, dificultando os tratamentos culturais e da colheita (BELTRÃO, 2006; HUNNUR, 2007).

2.2 ECOFISIOLOGIA DO ALGODÃO

2.2.1 Fatores Ambientais

O algodão herbáceo é uma planta de origem tropical e subtropical de crescimento indeterminado. O algodoeiro para expressar seu alto potencial reprodutivo necessita de condições climáticas adequadas para permitir a planta, em seus estádios de crescimento e desenvolvimento, quantidades suficientes de água e temperatura na faixa ótima. A germinação é favorecida na faixa de 18 e 30°C. Temperaturas do ar entre 27 e 32°C são ideais para o crescimento e desenvolvimentos dos frutos, que requerem mais de 150mg de açúcares por dia e por unidade. Independente de quão favorável possam ser as condições de radiação solar, por se tratar de uma planta que responde a soma térmica, o crescimento do algodão cessa, quando a temperatura situa-se abaixo de 15°C e acima de 38°C, tendo como consequência, elevada queda de botões florais e de frutos jovens (BELTRÃO, 2006; CHIAVEGATO; SALVATIERRA; GOTTARDO, 2009).

Dentre os fatores ambientais, a temperatura é o que mais interfere no metabolismo do algodão, influenciando diretamente seu crescimento e desenvolvimento. A fenologia, a produção de fitomassa e a partição de assimilados entre os drenos da planta, em especial dos frutos, e a fotossíntese e a respiração dependem da temperatura do ambiente. A

temperatura tem também grande influência sobre a qualidade e produção de fibra, estando diretamente ligado a deposição de celulose (AMORIM NETO; BELTRÃO, 1999).

O algodão é altamente sensível à luminosidade. Por ser uma planta C3, exibe alta taxa de fotorrespiração (cerca de 40% da fotossíntese), alto coeficiente de extinção da luz e ponto de compensação de dióxido de carbono elevado, variando entre 60 e 120 ppm e baixo ponto de compensação térmico, quando comparado as espécies de metabolismo fotossintético C4, além de acumular muito amido no interior dos cloroplastos (SILVA et al., 2011).

O algodão por ser uma planta sensível as condições ambientais adversas, as altas temperaturas noturnas são consideradas um dos principais fatores que contribuem para redução da produtividade do algodão. Este comportamento tem sido atribuído ao efeito negativo na respiração e acumulação de carboidratos nas plantas. O efeito da temperatura noturna sob componentes fisiológicos em plantas submetidas a regimes de altas temperaturas noturnas (27 a 30°C) têm aumento significativo na respiração causando redução do nível de ATP e conteúdo de carboidrato das folhas do algodão (LOKA; OOSTERHIUS, 2010).

Em condições de temperaturas superiores a 30°C nota-se decréscimo na eficiência fotossintética das plantas. Em contrapartida, a taxa de fotorrespiração continua a aumentar, com conseqüente redução na fotossíntese líquida, ou seja, nos carboidratos disponíveis para o crescimento (SILVA et al., 2011). Altas temperaturas tendem a desbalancear o equilíbrio entre crescimento reprodutivo e crescimento vegetativo da planta, em favor do desenvolvimento vegetativo. Plantas muito vigorosas, com rápido crescimento, podem significar plantas com pouca produção (REDDY; TRENT; ACOCK, 1992).

Além dos fatores climáticos o algodão é também uma espécie extremamente exigente em fertilidade do solo, necessitando de um manejo criterioso e planejado, para altas produtividades e qualidade de fibra. Este aspecto necessário ao cultivo do algodão está intimamente relacionado com as condições climáticas dos locais de produção, portanto, as práticas de manejo da fertilidade do solo e adubação da cultura utilizada podem influenciar no equilíbrio das fases vegetativa e reprodutiva, refletindo na produtividade e na qualidade de fibra (PETTIGREW, W.T., HEITHOLT, J. J., MEREDITH, W. R., 1992).

A cotonicultura brasileira passou por mudanças significativas quando comparada à década de 1980. A tecnologia preconizada hoje em dia tem entre as principais recomendações a adequada correção do solo e a utilização de fertilizantes (CARVALHO et al., 2007). Nessas condições, normalmente ocorre crescimento excessivo das plantas de algodão, que alcançam alturas indesejáveis para a colheita mecanizada, e produção de grande

volume de folhas, o que pode resultar em redução da produtividade (COOK; KENNEDY, 2000; NICHOLS; JONES, 2003).

A manipulação da arquitetura das plantas do algodão com uso de reguladores de crescimento é uma das técnicas indicadas para evitar essa redução de produtividade (AZEVEDO et al., 2004).

2.3 REDUTORES DE CRESCIMENTO

O termo regulador de crescimento normalmente é usado para compostos naturais (fitohormônios e substâncias naturais de crescimento) ou sintéticos (hormônio sintético e regulador sintético) que exibem atividade no controle do crescimento e desenvolvimento da planta (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Reguladores de crescimento são substâncias químicas sintéticas que alteram o balanço hormonal das plantas, sendo que em pequenas quantidades, causam modificações nos processos fisiológicos, aumentando ou diminuindo as atividades metabólicas que resultam no crescimento, tais como alongamento e divisão celular, respiração, fotossíntese, síntese de proteínas, de lipídeos e de outras macromoléculas além de outros aspectos (CASTRO, 2006).

Os biorreguladores pertencem ao grupo das auxinas, giberelinas, citocininas, redutores, inibidores e etileno. Estes biorreguladores vegetais podem promover, inibir ou modificar processos fisiológicos e morfológicos do vegetal. Eles agem em conjunto nos processos de germinação, crescimento, desenvolvimento e produtividade da planta, proporcionando o equilíbrio necessário para que todas as atividades referentes às etapas fenológicas ocorram de forma harmônica (DAVIES, 2004).

A ação do redutor de crescimento é inibir a síntese de giberelinas nas plantas, hormônio que tem a função de divisão e expansão celular. O redutor de crescimento inibe uma das enzimas que está envolvida na biossíntese de ácido giberélico a caureno sintase, reduzindo o alongamento celular e, conseqüentemente o porte das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009). Com a diminuição da concentração deste hormônio, a divisão e a expansão celular são reduzidas, por conseguinte, o crescimento das plantas também é reduzido, resultando em plantas mais compactas (JOST; DOLLAR, 2004).

A função dos reguladores de crescimento de planta em vários processos fisiológicos e bioquímicos é bem conhecida por permitir rápida mudança no fenótipo da planta, alcançando os resultados desejáveis. Os reguladores de crescimento de planta podem

ser promotores, inibidores ou retardadores e desempenham um papel fundamental no mecanismo de controle interno do crescimento das plantas pela interação dos principais processos metabólicos, tais como ácidos nucleicos e síntese proteica (HUNNUR, 2007).

Os reguladores hormonais têm merecido destaque na agricultura tropical à medida que as técnicas de cultivo evoluem, sobretudo em culturas de alto valor. Segundo Castro (2006), aplicações de biorreguladores em culturas agrícolas são ferramentas que compõem estratégias para elevar ao máximo a produtividade de algumas plantas cultivadas que já alcançaram estágios de evolução que exigem elevado nível técnico de cultivo.

2.3.1 Principais Redutores de Crescimento Empregados na Cultura do Algodão

Os reguladores vegetais mais utilizados na cultura do algodão são o cloreto de mepiquat (cloreto 1,1-dimethyl piperidinum) e o cloreto de chlormequat (cloreto 2-cloroetil trimetilamônio). Esses compostos têm mecanismos e modos de ação semelhantes, atuando na biossíntese do ácido giberélico; diversos produtos são comercializados com essas moléculas (LAMAS, 2001).

A ciclanilida (ácido carboxílico ciclopropano 1- (2,4-dicloro-fenil-amino-carbonil) é outro regulador de crescimento vegetal também usado na cultura do algodão, mas somente em combinação com outros fitorreguladores. A ciclanilida é utilizada com dois propósitos, em diferentes estádios de desenvolvimento da planta: quando combinada com ethephon promove processos de senescência (acelera desfolha e abertura de maçãs) e quando associada ao cloreto de mepiquat permite o controle da altura de plantas, reduzindo crescimento excessivo (BURTON; PEDERSEN; COBLE, 2008).

2.3.2 Redutores de crescimento na Cultura do Algodão

O algodão é uma planta naturalmente de crescimento indeterminado, assim, ocorre competição por assimilados entre drenos reprodutivos, onde se localizam a parte econômica da planta, fibras e sementes, drenos vegetativos, englobando raízes, caule, folhas novas etc. Para que se tenham produtividades elevadas, deve-se estabelecer um maior equilíbrio entre o crescimento (aumento irreversível de fitomassa) e o desenvolvimento reprodutivo desta planta (NÓBREGA et al., 1999).

Segundo Castro e Vieira (2001) a descoberta dos efeitos dos reguladores vegetais sobre o desenvolvimento de plantas cultivadas e os benefícios promovidos por estes

produtos, tem contribuído para resolver problemas de sistemas de produção e melhorar qualitativa e quantitativamente a produtividade das culturas.

O uso de reguladores de crescimento na cultura de algodão visa substituir o método da “capação”. Essa prática é feita manualmente, planta por planta, eliminando-se a gema apical do algodão, para obter a redução da altura da planta (CARVALHO et al., 1994).

Vários estudos comprovam a capacidade dos reguladores de crescimento em reduzir o porte das plantas (NAGASHIMA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2011) e conseqüentemente o aumento na produção de algodão em caroço (ZHAO; OOSTERHUIS, 1998; BOLONHEZI, 1997).

Comparando o efeito de três reguladores de crescimento (cloreto de clorocolina, cloreto de chlormequat e cloreto de mepiquat) e a remoção manual da gema apical (método da capação), em dez experimentos Carvalho et al. (1994) observaram que os reguladores de crescimento proporcionaram aumento de peso de capulho e de sementes, enquanto que com a prática da capação não se verificou o mesmo efeito.

De acordo com Aguiar; Siqueri e Farias (1999) a utilização de reguladores de crescimento é uma prática utilizada pelos cotonicultores para reduzir o crescimento vegetativo excessivo e promover a precocidade de algodão. No entanto, o estabelecimento de doses e melhor época de aplicação são de grande importância para a cultura (FERRAZ; LAMAS, 1988).

Resultados encontrados na literatura indicam que o uso de reguladores de crescimento, quando aplicados via tratamento de sementes na cultura de algodão, proporcionam redução do crescimento em altura durante fase vegetativa das plantas (KHAN, HAYAT, 2005; YEATES, CONSTABLE, McCUMSTIE, 2005; NAGASHIMA et al., 2005; NAGASHIMA et al., 2007; NAGASHIMA et al., 2009; NAGASHIMA et al., 2010; PAZZETTI et al., 2009; LIMA, 2010; ANDRADE JÚNIOR; FERRARI; VILELA, 2010; FERRARI et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2012), podendo ser uma alternativa a aplicação foliar.

2.3.3 Redutores de Crescimento na Altura de Plantas

Segundo Oosterhuis e Zao (2000) a aplicação de regulador de crescimento (cloreto de mepiquat) em algodão reduz a altura da planta, encurtando o comprimento internodal. De modo semelhante, Edmisten (2000) observou que a aplicação de reguladores de crescimento, pode reduzir a altura de planta, facilitar o controle de insetos e plantas

daninhas, diminuir a podridão das maçãs, acelerar a maturidade e aumentar o rendimento de fibra. Além de permitir melhores condições de cultivo, também aumenta a precocidade e favorece o desempenho da colheita, principalmente a mecanizada (LAMAS, 1997).

A manipulação da arquitetura das plantas de algodão com uso de reguladores vegetais é um dos procedimentos recomendados para reduzir a altura de plantas, com a finalidade de evitar redução de produtividade (AZEVEDO et al., 2004). A aplicação de redutor de crescimento no algodão reduz o porte das plantas, e esse efeito se intensifica com o incremento da dose aplicada (BOGIANI; ROSOLEM, 2009; OLIVEIRA et al., 2011).

Na planta de algodão, a aplicação do redutor de crescimento visa reduzir a altura da planta, tornando-a mais compacta o que facilita o uso de defensivos e a colheita mecanizada (MARUR, 1998; LAMAS et al., 2000). Os principais efeitos do uso de redutores de crescimento sobre o algodoeiro são: redução na altura da planta, no número e no tamanho dos ramos reprodutivos, melhoria da arquitetura e das proporções entre as partes vegetativas e reprodutivas (REDDY; BAKER; HODGES, 1990; ATHAYDE; LAMAS, 1999; STEWART et al., 2001).

Existem cultivares de algodão de ciclo precoce, médio e tardio, com diferentes arquiteturas e conformações, que demandam diferentes manejos do redutor de crescimento (ORNELLAS et al., 2001). As diferenças de sensibilidade ao redutor de crescimento são possíveis que estejam relacionadas ao porte da planta (alto, médio e baixo) e ao ciclo (precoce, médio e tardio) do cultivar (BOGIANI; ROSOLEM, 2009).

A dose adequada do redutor a ser aplicada é uma das principais dificuldades na recomendação de redutores de crescimento (ATHAYDE; LAMAS, 1999), pois, nem sempre são atingidos os resultados esperados na redução da altura da planta com o uso das doses recomendadas pelo fabricante.

2.3.4 Redutores de Crescimento no Desenvolvimento da Folha

O crescimento do algodão é caracterizado por um aumento exponencial do número de folhas e estruturas reprodutivas, competindo por assimilados disponíveis na planta (JACKSON; ARKIN, 1982).

Do ponto de vista morfológico, o algodão possui dois tipos de ramificações: a monopodial, que se desenvolvem a partir de gemas localizadas no plano axilar das folhas e a simpodial que se desenvolve a partir de hipnoblastos, situados nas axilas foliares (GRIDI-PAPP, 1992).

Em relação ao arranjo espacial das folhas, a proporção incidente de luz sobre uma folha que será refletida, absorvida e transmitida é determinada pelas suas propriedades ópticas, geometria e arranjo da mesma em relação à luz incidente (BERNARDES, 1987).

Bhatt e Nathan (1970) observaram que plantas de algodão tratadas com reguladores de crescimento produziram lâminas foliares mais espessas. Tom e Oosterhuis (1993) também relataram que a aplicação do regulador cloreto de mepiquat em algodão aumenta a espessura da folha e reduz a área foliar das plantas.

Hunnur (2007) relatou que em experimentos de algodão com aplicação de cloreto de mepiquat a área foliar teria diminuído de 5 a 10% em comparação com a cultura não tratada. Efeitos semelhantes foram observados por Nagashima et al. (2009) utilizando cloreto de mepiquat via sementes nas doses 0,0; 3,75; 7,5 e 15 g i.a. kg⁻¹ de sementes e Oliveira et al. (2011) utilizando cloreto de mepiquat nas doses 0,0; 5,0; 10,0; 15,0 e 20,0 g i.a. kg⁻¹ de sementes.

2.3.5 Redutores de Crescimento no Rendimento

Norton et al. (2005) relatam que a aplicação de cloreto de mepiquat estabelece equilíbrio entre o desenvolvimento dos componentes reprodutivos (botões, flores e maçãs) e vegetativos (folhas, caule e raízes).

Livingston et al., (1992) relatam ter encontrado maior número de botões florais, maçãs e capulhos abertos por planta, ao utilizar o regulador de crescimento cloreto de mepiquat via foliar. Da mesma forma, Ahmed (1994) também observou aumento do número de capulhos por planta usando reguladores de crescimento como cloreto de clorocolina, cloreto de mepiquat e daminozida em diferentes concentrações. Lima (2010) também observou efeito de cloreto de chlormequat, aplicado via sementes nas doses 7,5; 11,25; 15,0 g i.a./kg⁻¹ e semente e aplicação foliar 15,0 g i.a./ha⁻¹, nos componentes da produção.

Contrariamente Nagashima et al. (2009) verificaram redução no número de frutos por planta em função da embebição de sementes em solução de cloreto de mepiquat, porém não verificaram efeito na massa média de capulho e outros componentes da produção

A utilização de reguladores de crescimento via foliar em experimentos com a cultura do algodão, comprova que a aplicação de retardadores de crescimento resulta em maior rendimento de sementes e fibra por hectare, e maior conteúdo de proteína e óleo das

sementes de algodão (SAWAN; HAFEZ; BASYONY, 2001; JONATHAN; ALEXANDRE, 2006; SAWAN; AMAL, 2006).

Aumento significativo no rendimento e melhor qualidade de fibra sobre o controle não tratado foi observado por outros pesquisadores (DONALD et al., 2001; AYALA et al., 2004; NORTON et al., 2005; MUJEERA; ARUNACHALAM, 2006; RUSSEL et al., 2006). A aplicação de redutor de crescimento (cloreto de mepiquat) em algodão acelera o progresso da floração, aumenta significativamente a percentagem de colheita em relação ao algodão não tratado (OWEN; CRAIG, 2003).

Em estudos realizados por Nagashima et al (2009) com o regulador de crescimento cloreto de mepiquat via tratamento de sementes e Lima (2010) com o cloreto de chlormequat via aplicação foliar, os autores relatam não ter verificado diferenças sobre a produtividade de algodão em caroço em resposta à aplicação destes reguladores de crescimento.

2.4 CLORETO DE MEPIQUAT

O cloreto de mepiquat, cloreto 1,1-dimetil piperidíneo, é um composto orgânico, pertencente ao grupo químico dos amônios quaternários, solúvel em água, com LD50 de 1605 mg/kg⁻¹ de peso vivo. Apresenta fórmula molecular: C₇H₁₆NCl, com peso molecular de 149,66, temperatura de fusão 223° C, de pouca toxicidade, não causando mutações, aberrações ou câncer sob condições experimentais (JSMONE, 2004).

O regulador de crescimento cloreto de mepiquat é tradicionalmente utilizado no mundo todo na cultura do algodão para manejar o aumento da produção e a maturidade (NICHOLS et al., 2003; NAGASHIMA et al, 2011, OLIVEIRA, 2011). Diversos estudos têm evidenciado a viabilidade do uso de redutores de crescimento na redução do crescimento e também do consequente acamamento em trigo (ESPINDULA et al., 2010), no arroz (ALVAREZ et al. 2007, NASCIMENTO et al. 2009), na crotalária (KAPPES et al. 2011) e no girassol (MATEUS et al. 2009).

O regulador sintético de crescimento cloreto de mepiquat é um dos inibidores específicos da primeira etapa da biossíntese de giberelinas, sendo utilizado como redutor de crescimento. Este produto interfere no crescimento da planta ao alterar o metabolismo do ácido giberélico, pela inibição da enzima envolvida na síntese hormônio de crescimento, indicando que menor quantidade de ácido giberélico está disponível na planta (LAMAS, 2001; TAIZ; ZEIGER, 2009).

O ácido giberélico está associado ao processo de alongação celular dos caules, folhas, raízes, frutos. A função do cloreto de mepiquat é inibir a expansão celular e não a divisão celular, assim, não prejudicando o desempenho da planta, mas reduzindo seu porte (HOLDEN et al., 2004; REDDY; TRENT; ACOCK, 1992).

A movimentação do cloreto de mepiquat no interior da planta é rápida, 70 a 90% penetra na planta em período inferior a oito horas após aplicação e, sendo móvel dentro da planta, desloca-se rapidamente para área de crescimento, como folhas e ramos novos (HOLDEN et al., 2004). Sua translocação ocorre de forma ascendente e descendente, pelo xilema e floema, e distribuído uniformemente por todas as partes da planta do algodão (REDDY; REDDY; HODGES, 1996).

A redução do porte da planta com a aplicação de cloreto de mepiquat ocorre devido ao encurtamento dos meristemas, resultando em plantas mais compactas, com coloração verde mais escura que aquelas sem o uso do regulador de crescimento, com maçãs localizadas nos ramos mais baixos, com índice de área foliar menor e ciclo reduzido (McCARTY; HEDIN, 1994).

O cloreto de mepiquat permite uma melhor utilização do potencial genético do algodão, pois reduz o crescimento vegetativo, aumenta a retenção de frutos nas primeiras posições dos ramos frutíferos, eleva a precocidade de abertura dos frutos, aumenta a eficiência na colheita e a qualidade do produto colhido (COTHREN; OOSTERHUIS, 1993; STEWART et al., 2001).

A redução no porte da planta de algodão está diretamente relacionada com a dose aplicada do cloreto de mepiquat, sendo útil às culturas com perdas precoces de estruturas reprodutivas, causadas por ataques de pragas ou por algum fator de estresse, e que reduzem os drenos reprodutivos, de modo que os carboidratos são utilizados para o crescimento vegetativo (HOLDEN et al., 2004). Mattioni et al., (2012) relata que o crescimento do algodão em altura é reduzido com a aplicação foliar de cloreto de mepiquat, e essa redução é proporcional à dose aplicada.

2.4.1 Formas de Aplicação e Doses de Cloreto de Mepiquat

Resultados obtidos com a aplicação de cloreto de mepiquat são influenciados diretamente pelas condições ambientais, principalmente no Brasil, onde a cotonicultura localiza-se em regiões com índice pluviométrico de aproximadamente 2.000 mm anuais. A aplicação foliar do regulador de crescimento, nestas condições, faz com que o

produto aplicado seja lavado pela chuva antes de ser completamente absorvido pela planta. Uma precipitação pluvial de 10 mm ocorrida 16 horas após a aplicação do regulador de crescimento é suficiente para lavar o produto da folha, havendo a necessidade de reaplicação do regulador de crescimento (MATEUS; LIMA; ROSOLEM, 2004).

Segundo Athayde e Lamas (1999) a determinação da dose adequada a ser aplicada é uma das principais dificuldades na indicação de reguladores de crescimento, pois nem sempre os resultados esperados são alcançados com o uso das doses indicadas. A diversidade de cultivares atualmente em uso faz com que a previsibilidade do resultado da aplicação de redutores de crescimento seja diminuída, já que podem existir, entre as cultivares, diferenças de sensibilidade ao regulador aplicado (ZANON, 2002; GWATHMEY; CRAIG JUNIOR, 2003; SANTOS, 2013).

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

Para a tomada de decisão sobre a aplicação de regulador de crescimento, deve se levar em consideração as características genéticas do cultivar, fertilidade do solo, condições climáticas, população de plantas e época de semeadura, sendo, evidentemente, recomendada a aplicação somente em condições favoráveis ao crescimento e desenvolvimento das plantas (BASF, 2013). Dessa forma, na tomada da decisão sobre o uso de reguladores de crescimento é imprescindível analisar o potencial de crescimento vegetativo das plantas, o estágio de desenvolvimento, a taxa de crescimento, a retenção das estruturas reprodutivas, a fertilidade do solo, a quantidade de fertilizantes utilizada, a cultivar e o histórico da área, lembrando ainda que, entre os anos de cultivo, continuamente ocorrem diferenças, o que também deve ser considerado (LAMAS, 2007).

Diferentes critérios de decisão já foram comparados para aplicação foliar de reguladores de crescimento, analisando suas influências sobre o crescimento e rendimento do algodão. Normalmente, para aplicação única do cloreto de mepiquat, a época é no início da floração (COOK; KENNEDY, 2000; BILES; COTHREN, 2001). Para a aplicação sequencial, o uso é entre 45 e 50 dias após a emergência (DAE), com as plantas apresentando altura média entre 0,60m e 0,65m (LACA- BUENDIA, 1989; ATHAYDE; LAMAS, 1999; LAMAS, 2001).

Segundo recomendações da Basf (2013), para aplicação única de cloreto de mepiquat, a dose de um litro do produto comercial (250 g. i. a L⁻¹), deve ser utilizada quando

a lavoura apresentar de 8 a 10 flores por metro ou quando as plantas atingirem 60 cm de altura. Para a aplicação sequencial, as doses deverão ser fracionadas com base na aplicação única em duas ou quatro aplicações, com a primeira aplicação quando 50% das plantas estiverem no estágio B₁ fase correspondente ao primeiro botão floral visível do primeiro ramo frutífero (MARUR; RUANO, 2001).

Gwathmey e Craig Jr. (2003) ao estudar formas de aplicação foliar de cloreto de mepiquat, observaram que as aplicações parceladas são melhores por serem realizadas mais cedo e também podem ser combinadas com outras aplicações químicas. Com ganho de colheita que também é antecipada.

A desvantagem da aplicação do cloreto de mepiquat via foliar é o tempo necessário que a planta precisar ficar na ausência de chuva para que o produto seja totalmente absorvido (GARCIA; TOLEDO; ROSOLEM, 2010). Segundo Mateus, Lima e Rosolem (2004) estudaram perdas de cloreto de mepiquat no algodoeiro, observaram que é necessário um período mínimo de 16 horas para o produto ser totalmente absorvido pela planta, caso contrário, será necessário fazer reaplicação.

A intensidade da chuva também deve ser levada em consideração, pois uma chuva de 5,0 mm após 90 minutos da aplicação do cloreto de mepiquat, é suficiente para lavar o produto das folhas do algodão (SOUZA; ROSOLEM, 2007).

Outra forma alternativa de aplicação do cloreto de mepiquat estudada é via sementes, uma técnica com resultados satisfatórios na redução da altura da planta de algodão. A utilização de cloreto de mepiquat via semente proporciona viabilidade para a introdução da cultura em altas densidades de semeadura, com diminuição do tamanho da planta desde a emergência. O uso do regulador de crescimento via sementes permite benefícios, já que não há riscos de perdas por ocorrência de chuvas após pulverização e nem risco de contaminação ambiental devido à deriva da aplicação foliar (OLIVEIRA et al., 2011; NAGASHIMA; SANTOS; MIGLIORANZA, 2011).

2.4.2 Cloreto de Mepiquat em Sementes de Algodão

O uso de cloreto de mepiquat via tratamento de sementes de algodão torna-se uma nova técnica na obtenção de plantas com menor porte, e esta redução no porte ocorre desde a emergência das plântulas (NAGASHIMA et al., 2005; NAGASHIMA et al., 2007; NAGASHIMA et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2012).

Souza e Rosolem (2007), utilizando as doses de 0, 15 e 30 g i. a. ha⁻¹ de cloreto de mepiquat e quatro lâminas de chuva simulada de 05, 10, 20 e 40 mm e mais um tratamento sem chuva, observaram que quanto maior a precipitação pluvial ocorrida após aplicação do regulador de crescimento via pulverização, maior será o comprometimento da ação do produto, interferindo no crescimento das plantas. Precipitações pluviais baixas como 5,0 mm ocorridas 90 minutos após aplicação do produto já diminuíram a ação do redutor de crescimento.

Em experimentos conduzidos em estufas por Xu e Taylor (1992), os autores observaram que a embebição de sementes em solução contendo 500 mg kg⁻¹ de cloreto de mepiquat modifica o desenvolvimento de raízes e aumenta a sobrevivência de plântulas sob condições de estresse hídrico.

Duan et al. (2004) estudaram os efeitos de cloreto de mepiquat na iniciação e desenvolvimento de raízes laterais de plântulas de algodão utilizando sementes embebidas em solução contendo regulador de crescimento, na concentração de 400 mg L⁻¹ por 12 horas em duas cultivares de algodão herbáceo e em plântulas cultivadas em placas de vidro. Os autores constataram aumento no número de raízes laterais, aumentando a concentração de auxina, zeatina e zeatina ribosídeo, sendo este aumento, razão fundamental para a indução de raízes laterais.

Nagashima et al. (2005), estudando em condições de casa de vegetação, o efeito do tratamento de sementes de algodão, via embebição, com diferentes concentrações de cloreto de mepiquat e três tempos de embebição, constatou que as sementes tratadas resultaram em plantas com alturas reduzidas desde a emergência até o início do florescimento, evidenciando a possibilidade de que em condições de campo, os tratamentos possam ser satisfatórios quando aplicados visando o adensamento da cultura.

Yeates; Constable e McCumstie (2005), conduziram dois experimentos para avaliar em condições de campo o efeito do tratamento de sementes com cloreto de mepiquat, via embebição por 2,5 horas e aspersão direta do produto. Segundo os autores, o tratamento de sementes de algodão com regulador de crescimento é útil na redução precoce do porte das plantas. A redução no porte da planta é diretamente proporcional à concentração utilizada e o método da embebição causou o dobro da redução da altura quando comparado com o método de aspersão e com rendimento afetado com o uso de doses maiores (quatro gramas de cloreto de mepiquat para cada quilograma de sementes), ocorrendo atraso no desenvolvimento da cultura.

Em estudos realizados em casa de vegetação sobre o efeito do cloreto de mepiquat na altura de plantas de algodão, Oliveira et al. (2011) constataram que o uso de cloreto de mepiquat via tratamento de sementes, reduz a altura de plantas de algodão, com efeitos intensificados com o incremento das doses aplicadas.

Na avaliação do efeito do regulador de crescimento cloreto de mepiquat sobre a germinação das sementes, o crescimento das plantas e o efeito deste produto em interação com fungicida, em diversas doses e diferentes métodos de aplicação, Lamas (2006) conclui que o cloreto de mepiquat aplicado via sementes, reduz a altura das plantas, desde a emergência até o início da floração, e a mistura de regulador de crescimento, fungicida e a interação entre estes fatores interferem negativamente na altura, na porcentagem de germinação e na massa seca de plantas.

Oliveira et al. (2012) e Nagashima et al. (2010) em estudos sobre o efeito de doses no desenvolvimento de plântulas de algodão, os autores relatam que o comprimento é diretamente influenciado pela dose do cloreto de mepiquat utilizado via sementes, o que demonstra que este produto tem ação de regular o crescimento antes mesmo da emergência da plântula.

2.4.3 Cloreto de Mepiquat no Desenvolvimento do Algodão

Segundo Mondino e Peterlin (2002), o uso de reguladores de crescimento na cultura do algodão além de evitar o crescimento vegetativo em excesso, diminui o número de nós e o comprimento de entrenó das plantas tratadas e, melhoram a distribuição da massa seca em órgãos reprodutivos.

Plantas tratadas com cloreto de mepiquat tiveram redução no comprimento dos ramos do quinto, sétimo, nono e décimo primeiro nó, obtendo assim maior retenção de frutos nas primeiras posições dos ramos frutíferos (ATHAYDE; LAMAS, 1999).

Souza et al., (2003) verificaram que com a aplicação de cloreto de mepiquat aos 10 DAE não houve alteração no número de ramos frutíferos. A retenção de capulhos aumentou nos nós inferiores, permanecendo inalterados nos nós intermediários e a retenção foi menor nos nós superiores. Esses resultados possivelmente estejam relacionados ao aumento do suprimento de carboidratos para as maçãs, pois o uso de cloreto de mepiquat reduz o crescimento de folhas e caules desviando assim uma quantidade de energia produzida pela planta para as estruturas produtivas (HOLDEN et al., 2004).

Segundo Hodges; Reddy e Reddy (1991), o cloreto de mepiquat não é usado para aumentar a produção, mas para obter plantas com menor porte em solos com condições elevadas de fertilidade.

A redução na altura da planta de algodão é diretamente proporcional à dose aplicada, independente da forma de aplicação (foliar ou via sementes), portanto quanto maior a dose do produto, menor o porte da planta (SUET et al., 2003; NAGASHIMA et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2011). Azevedo et al. (2001) utilizaram cloreto de mepiquat via aplicação foliar nas doses 0; 50; 75 e 100 g de i.a. ha⁻¹ em algodoeiro, cultivar CNPA 7H, obtiveram resultados que mostraram um decréscimo linear (0,2067 cm-g de i.a.) no que tange à altura das plantas, com o aumento da dose de cloreto de mepiquat.

Cruz et al. (1982), trabalhando com doses (25, 50, 75 e 100 i. a. ha⁻¹) de cloreto de mepiquat via aplicação foliar, concluíram que o produto provocou redução na altura do algodoeiro, no comprimento dos ramos laterais e no número de folhas, além de proporcionar redução do número de maçãs danificadas.

O uso de cloreto de mepiquat inibe a expansão de folhas e pecíolos, promovendo o aumento de raízes secundárias (FERNÁNDEZ; COTHREN; McINNES, 1991). Ao avaliar o efeito de diferentes doses de cloreto de mepiquat, aplicados parceladamente na cultura de algodão, Lamas; Athayde e Banzatto (2000) observaram redução na massa foliar e do caule e de massa seca total da parte vegetativa.

Em estudos realizados sobre o efeito de doses (zero; 5,0; 10,0; 15,0 e 20 g i. a. kg⁻¹ de sementes) de cloreto de mepiquat em sementes de algodão (via embebição e aplicação direta), Oliveira et al., (2011) constataram que independente da forma de aplicação via sementes, o cloreto de mepiquat reduz o diâmetro do caule, a massa seca de folhas e caule, a área foliar, e a altura de plantas de algodão até os 28 dias após a emergência, com efeitos intensificados com o acréscimo das doses aplicadas.

2.5 POLÍMEROS DE REVESTIMENTO

Os polímeros são uma das classes de materiais mais versáteis e têm mudado nosso cotidiano com importantes aplicações na área médica, fármaco, agrícola e outras (PILLAI; PANCHAGNULA, 2001).

Atualmente, utiliza-se o revestimento de sementes com pigmentos à base de polímeros na agricultura, principalmente no cultivo de hortaliças, plantas florestais e ornamentais, sendo considerada uma nova tecnologia para as grandes culturas. Em grandes

culturas o polímero é principalmente usado em espécies suscetíveis ao frio, como feijão, algodão, soja e milho (NI; BIDDLE, 2001).

O uso de polímeros para recobrimento de sementes é uma técnica adaptada a partir de materiais desenvolvidos para a indústria farmacêutica e indústria de confeitos (TAYLOR; KWIATKOWSKI; BIDDLE, 2001). Essa técnica de revestimento com polímero tem como principal objetivo manter o desempenho das sementes em relação aos atributos físicos, fisiológicos e sanitários. A formulação deste filme consiste de mistura de polímeros, plastificante e corantes que estão comercialmente disponíveis para uso nas versões líquidos ou pó (ROBANI, 1994; NI, 1997).

O revestimento permite a adição de insumos agrícolas e tratamento químico às sementes, sem mudanças no seu tamanho ou forma, sendo já utilizada para algumas espécies olerícolas. A resposta a esses materiais de recobrimento depende muito da qualidade da semente, características de cada espécie, como também dos materiais utilizados para o revestimento (TRENTINI, 2004).

Dentre os benefícios do revestimento, observa-se uma melhor retenção dos produtos fitossanitários às sementes (SAMPAIO; SAMPAIO, 1998). Em sementes sensíveis à embebição, sob condições de baixa temperatura, o revestimento pode reduzir os danos causados por esse processo (TAYLOR; KWIATKOWSKI; BIDDLE, 2001), pode fornecer ainda uma proteção adicional contra patógenos e garantir maior segurança durante o seu manuseio (ROBANI, 1994).

Vários materiais como amidos, vermiculitas, celulose, colas naturais, adesivos à base de polivinil álcool e acetato de polivinil têm sido utilizados para o revestimento de sementes (SAMPAIO; SAMPAIO, 1998; MAUDE, 1998). Inicialmente, essa técnica foi empregada pelos chineses para evitar que sementes de arroz flutuassem, mas o revestimento, como tecnologia de proteção, desenvolveu-se para melhorar a precisão de semeadura e, desta maneira, aumentar a plantabilidade das mesmas sem afetar o poder germinativo das sementes (MAUDE, 1998; SILVEIRA, 1998).

Além disto, o recobrimento com polímeros, pode ser utilizado conjuntamente com nutrientes, microorganismos benéficos, fungicidas, inseticidas, herbicidas e reguladores de crescimento. Nesse sentido, a técnica de recobrimento de sementes, com polímeros, pode garantir melhor eficiência dos produtos aplicados às sementes, melhorando a sua aderência, reduzindo os riscos de contaminação ao homem e meio ambiente e permitindo uma fácil identificação de sementes tratadas ou não (ROBANI, 1994; NI; BIDDLE 2001).

Com o avanço no desenvolvimento de novos polímeros, esta tecnologia tem possibilitado, o aumento da penetração e da fixação de produtos ativos, melhorando, conseqüentemente, a distribuição das substâncias ativas nas sementes, além de reduzir as quantidades utilizadas dos produtos químicos e a conseqüente poluição ambiental.

Devido à crescente preocupação com o meio ambiente e com a segurança na manipulação de sementes tratadas tem aumentado a demanda por tecnologias de aplicação de produtos químicos que permitam a redução dos riscos, sem perder a qualidade das sementes. Nesse sentido, o recobrimento de sementes pode ser empregado, juntamente com produtos fitossanitários (SILVEIRA, 1998), garantindo que estes atuem onde são necessários. Entretanto, tem-se observado que as conseqüências do tratamento com produtos químicos associado ao revestimento com polímeros dependem da qualidade das sementes a serem tratadas (LIMA et al., 2006; PEREIRA et al., 2011).

Os principais objetivos das pesquisas sobre o tratamento químico de sementes são diminuir dosagens, melhorar a aderência dos produtos químicos utilizados no tratamento das sementes e disponibilizar princípios ativos mais eficazes e menos poluentes. Desta forma, a técnica do revestimento de sementes com polímeros foi desenvolvida com o objetivo de aperfeiçoar a aderência do tratamento químico nas sementes e permitir a redução das dosagens de produtos químicos (TAYLOR; KWIATKOWSKI; BIDDLE, 2001).

2.5.1 Tipos de Revestimentos de Sementes

O revestimento de sementes pode ser dividido em três tipos: polimerização, peletização e incrustação.

A polimerização ou peliculização é um revestimento feito nas sementes com uma película “film coating” cuja principal característica é sua semipermeabilidade à água, sem causar alterações do tamanho e do formato da semente (TAYLOR; KWIATKOWSKI; BIDDLE, 2001).

A incrustação é uma película intermediária entre a polimerização e a peletização, esse revestimento é constituído de materiais que não prejudicam a germinação e aumenta de 1 a 5 vezes o peso das sementes, melhorando a sua aparência (GIMÉNEZ-SAMPAIO e SAMPAIO, 1994).

A peletização é um processo idêntico à incrustação, com a diferença que o aumento de massa é de 15 a 200 vezes em relação a massa inicial das sementes. Nesse caso, o

produto final mantém um aspecto mais arredondado. Esse processo é mais comum em hortaliças, tabaco e florestais (SILVA; NAKAGAWA, 1998).

2.5.2 Revestimento de Polímero na Qualidade de Sementes

Revestimento da semente é uma das abordagens mais econômicas para melhorar o desempenho de sementes. O filme é prontamente hidrossolúvel para não dificultar a germinação e reduz os danos provocados pela embebição das sementes em consequência do retardamento da entrada de água nas primeiras 4 horas, melhorando a germinação sem perda da viabilidade. Além de permitir uma distribuição uniforme de ingredientes ativos na superfície da semente, é permeável a água, com a possibilidade de aplicação em sementes de diferentes formas e tamanhos, sem afetar seu processo germinativo. Também permite melhor proteção e aderência no uso associado com fungicidas, inseticidas e outros produtos (TAYLOR; KWIATKOWSKI; BIDDLE, 2001; KUNKUR et al., 2007).

Evlakova (1985) relatou que a utilização de sementes de algodão deslintadas e revestidas com polímero aumentou a percentagem de germinação em relação às sementes não tratadas. Segundo Sabir-Ahamed (2003) em estudos com sementes de arroz revestidas com polímeros, os autores observaram melhora na absorção de água, assim, favorecendo a germinação e o crescimento de mudas.

Em sementes de milho tratadas com polímero observou-se maior porcentagem de germinação, número menor de plântulas anormais quando comparado ao controle (SHERIN, 2003; WILSON; GENEVE, 2004). Em sementes de sorgo com revestimento de polímero foi registrado germinação e vigor de plântulas superior às sementes não tratadas (SARITHA DEVI, 2004). Johnson et al. (2004) relatou que a semente com revestimento de polímero proporcionou melhor uniformidade de estande e maior rendimento em canola.

Devido à proteção conferida pelos polímeros às sementes, em relação a variações de temperatura e umidade, tanto no solo como durante o armazenamento, as sementes polimerizadas tendem a proporcionar melhor germinação e emergência de plântulas, sobretudo sob condições adversas. Isto reflete significativamente no sucesso do estabelecimento da plântula e, assim, da lavoura. O recobrimento de sementes ainda possibilita a adição de diversos outros produtos, como micro e macronutrientes e hormônios (LEVIEN; PESKE; BAUDET, 2008).

Na cultura do milho o uso de polímeros não afeta a viabilidade, o vigor ou a longevidade em sementes e não interfere no efeito do tratamento químico de sementes (PEREIRA; OLIVEIRA; EVANGELISTA, 2005; KARAM; MAGALHÃES; PADILHA, 2007). Segundo Lima et al., (2006) o revestimento de sementes associado a tratamentos químicos com fungicidas é eficiente no controle de fungos e não afeta a germinação, emergência e índice de velocidade de emergência de sementes de alta qualidade.

A influência do uso de polímeros no tratamento de sementes tem sido largamente estudada, em relação ao desempenho de muitas espécies, tanto para o estabelecimento das culturas no campo ou para a qualidade fisiológica de sementes durante o armazenamento. No entanto, existe pouca informação sobre como os polímeros de revestimento associado com diferentes produtos para tratamento de sementes interagem nas propriedades físicas e fisiológicas das sementes (AVELAR et al., 2012).

O tratamento de sementes pós-colheita com polímero e produtos químicos traria melhoria qualitativa à semente, especialmente durante o período de armazenamento, maior e melhor desempenho na germinação em campo do que o controle não-tratado. A aplicação de polímeros a semente proporciona uma proteção extra a semente contra o envelhecimento acelerado, incluindo a invasão fúngica, sendo a técnica tem sido recomendada para as culturas agrícolas de alto valor econômico (SHERIN,2003).

2.6 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES

A semente é um dos componentes essenciais para a produção agrícola. A qualidade genética da semente, associada aos atributos físicos, sanitários e fisiológicos influenciam diretamente para a planta atingir elevado potencial produtivo. Essa evolução da qualidade na semente deve ser acompanhada por novas e mais avançadas tecnologias em proteção de sementes por meio de ingredientes ativos que contemplem ao máximo a proteção em relação a fatores bióticos e abióticos como pragas, doenças, estresse hídrico gerando menor impacto ao meio ambiente (JULIATTI, 2010).

A alta qualidade da semente reflete diretamente na cultura resultante, em termos de uniformidade da população, da ausência de moléstias transmitidas via semente e, por conseguinte, maior produtividade (POPINIGIS, 1985; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Os três componentes básicos da qualidade das sementes apresentam importância equivalente, mas o potencial fisiológico, geralmente, desperta atenção especial da pesquisa,

no sentido de elucidar os mais variados aspectos referentes a este, que reúne informações sobre a viabilidade e o vigor das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

A qualidade fisiológica da semente é influenciada em toda a sua vida desde a fertilização até o momento da semeadura. Em ordem cronológica, os principais fatores que afetam a qualidade são: genótipo, condições ambientais durante o desenvolvimento das sementes, posição da semente na planta mãe, época e técnicas de colheita, condições de armazenamento e tratamentos pré-semeadura (BASU, 1995).

A viabilidade de um lote de sementes é expressa em percentagens de sementes vivas capazes de germinar. As determinações de viabilidade e germinação são semelhantes, sendo possível utilizar o teste de germinação para ambas às determinações. No entanto, cabe lembrar que nem toda semente viável irá germinar. A metodologia do teste de germinação tem sido padronizada para estabelecer um alto nível de reprodução e confiança do teste por meio das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

O uso de sementes de alta qualidade fisiológica se faz necessário para a obtenção do máximo de rendimento. Sementes de alta qualidade são mais propensas a alcançar alta performance mesmo quando expostas a diferentes condições ambientais, expressando alta porcentagem de germinação, melhor índice na velocidade de emergência, bom desenvolvimento inicial de plântulas e aumento na produção final (TILLMANN; MIRANDA, 2006).

O estabelecimento ideal de plantas no campo é determinado, dentre outros fatores, pela qualidade fisiológica e sanitária das sementes empregadas. Desta forma, o tratamento químico em sementes torna-se essencial, pois proporciona melhor manutenção das mesmas durante o período de armazenamento e melhor desempenho no campo. Atualmente, em associação com o tratamento químico, a fim de aumentar a aderência dos produtos químicos nas sementes, dentre outros objetivos, tem sido estudada a utilização de películas de revestimento (LIMA et al., 2006).

2.6.1 Germinação de Sementes

A germinação é definida como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, manifestando sua capacidade de dar origem a uma plântula normal, sob condições ambientais favoráveis (MARCOS FILHO et al., 2005).

A germinação de sementes consiste na reativação do desenvolvimento do embrião por meio de uma sequência ordenada de eventos metabólicos, resultando na ruptura do

tegumento pela radícula. O início do processo de germinação se dá pela absorção de água pelas sementes e termina com o alongamento do eixo embrionário, e ocorre de forma trifásica. As etapas principais consistem na Fase I ou fase de reativação (hidratação, ativação da respiração e das demais etapas do metabolismo); Fase II ou fase de indução ao crescimento (fase de repouso) e da Fase III ou fase de crescimento (protrusão da raiz primária) (BEWLEY; BLACK, 1994).

A germinação das sementes é influenciada por fatores ambientais, sendo a temperatura um dos fatores importantes tanto na porcentagem de germinação quanto na determinação do vigor das plântulas, influenciando a absorção de água pela semente e as reações bioquímicas que regulam todo o processo metabólico (BEWLEY e BLACK, 1994).

Para a semente germinar são necessárias condições ideais de água, oxigênio e temperatura, sendo que a água é essencial para a reativação do metabolismo do eixo embrionário, o oxigênio participa das reações de oxidação no processo de respiração e síntese de energia através da adenosina trifosfato (ATP) e a temperatura é importante, pois as espécies são adaptadas a diferentes temperaturas, existindo ampla faixa de temperatura em que pode ocorrer a germinação (CASTRO et al., 2004).

As características de qualidade associadas ao vigor das sementes incluem a taxa e a uniformidade de germinação da semente e de desenvolvimento da plântula, o estabelecimento das plântulas em campo e a conservação das sementes durante o armazenamento e o transporte (HAMPTON; TEKRONY, 1995).

2.6.2 Vigor de Sementes

Através da determinação do vigor da semente detecta-se as modificações deletérias mais sutis resultantes do avanço da deterioração, não reveladas pelo teste de germinação (POPINIGIS, 1985). Segundo Hilhorst et al. (2001), o vigor pode ser avaliado como aquela propriedade das sementes que determina a sua emergência sob condições desfavoráveis. A definição de vigor de sementes segundo Association of Official Seed Analysts (AOSA, 2002) é semelhante; o vigor de sementes é tido como aquela propriedade das sementes que determina o potencial para uma emergência rápida e uniforme e, para o desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla faixa de condições de campo.

Os testes de vigor têm como objetivos básicos detectar diferenças significativas na qualidade fisiológica de lotes com alta germinação, distinguir lotes de alto e baixo vigor, e separar lotes em diferentes níveis de vigor de maneira proporcional à

emergência em campo, resistência ao transporte e potencial de armazenamento (MARCOS FILHO, 2005; PESKE et al., 2006).

Os métodos para a avaliação do vigor podem ser classificados em diretos, quando realizados no campo ou em condições de laboratório que simulem fatores adversos de campo; ou indiretos, quando realizados em laboratório, mas avaliando as características físicas, fisiológicas e bioquímicas que expressam a qualidade das sementes (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). De modo geral, o baixo vigor das sementes é associado a reduções na velocidade e uniformidade da emergência, no tamanho inicial das plântulas, na produção de massa seca, na área foliar e conseqüentemente nas taxas de crescimento da cultura (KOLCHINSKI, 2003).

O vigor das sementes pode influenciar a emergência, a performance e a produtividade das plantas, dependendo de cada espécie e de fatores ambientais. Dessa forma, um dos fundamentais desafios para as pesquisas com sementes é investigar a influência do potencial fisiológico das sementes sobre o ciclo das plantas (MATTIONI et al., 2012).

A causa de falhas ou redução na velocidade de emergência é frequentemente atribuída ao baixo vigor associado ao processo de deterioração das sementes (ROSSETTO et al., 1997). O vigor e a deterioração das sementes estão fisiologicamente ligados, sendo aspectos recíprocos de qualidade, onde a deterioração tem conotação negativa, enquanto o vigor tem conotação extremamente positiva, pois são inversamente proporcionais (DELOUCHE, 2002).

A semente não inicia o processo de deterioração antes de atingir a maturidade, porque ainda não constitui uma unidade independente da planta-mãe. No entanto, condições de ambiente desfavoráveis durante a maturação podem determinar a formação de sementes com potencial fisiológico deficiente (MARCOS FILHO, 2005).

O potencial fisiológico das sementes de algodão pode ser influenciado por vários fatores em campo, antes e/ou durante a colheita, ou por fatores que ocorrem no período pós-colheita, como a secagem, o beneficiamento e o armazenamento (FREIRE, 2007).

A demanda por sementes de algodão de alta qualidade mostra-se em crescente progresso, devido aos avanços na tecnologia de produção e pela ampliação das áreas cultivadas. Desta forma, para a manutenção da qualidade das sementes durante o armazenamento e melhoria do desempenho em campo, a aplicação de tratamentos químicos torna-se essencial e tem sido amplamente pesquisada.

Em plantas de algodão o desempenho inicial e reprodutivo em campo depende, além de outros fatores, do nível de vigor das sementes. Plantas de elevado vigor apresentam maior rendimento de fibras e de caroço (MATTIONI et al., 2012).

A semeadura de sementes com baixo vigor tem como consequência a menor resistência das plântulas a estresses ambientais (ALBUQUERQUE; CARVALHO, 2003). Por outro lado, sementes de elevado potencial fisiológico apresentam maiores velocidades de emergência, altura e massa seca das plântulas (OLIVEIRA et al., 2009).

2.7 ARMAZENAMENTO DE SEMENTES

A manutenção da qualidade da semente durante o período de armazenamento é um aspecto a ser considerado, visto que o sucesso de uma lavoura depende especialmente do emprego de sementes de alta qualidade (FREITAS et al., 2004). Após determinado período de armazenamento as sementes perdem o vigor, não obtendo um padrão de germinação, além do que sementes do mesmo lote apresentam períodos diferentes de germinação, proporcionando desuniformidade no desenvolvimento das plântulas (FESSEL et al., 2002).

O armazenamento das sementes tem início na maturidade fisiológica e o maior desafio está em conseguir que as sementes, após determinado período, ainda apresentem qualidade fisiológica elevada. Portanto, o objetivo é manter a qualidade das sementes durante o período em que ficam armazenadas, visto que sua melhoria não é possível mesmo sob condições ideais (FREITAS et al., 2004).

Na maioria das espécies vegetais de importância econômica, a viabilidade e o vigor das sementes podem ser conservados pela redução do seu teor de água e pela temperatura do ambiente, no entanto, isso não é regra, principalmente tratando-se de espécies de caráter recalcitrante (FONSECA; FREIRE, 2003).

No armazenamento de sementes, segundo Carvalho e Nakagawa (2012), a velocidade do processo deteriorativo pode ser controlada em função da longevidade, da qualidade inicial das sementes e das condições do ambiente. Como a longevidade é uma característica genética inerente à espécie, somente a qualidade inicial das sementes e as condições do ambiente de armazenamento podem ser manipuladas.

Estudos conduzidos por Paolinelli e Braga (1997), avaliando alterações na qualidade de sementes de algodão durante o armazenamento, mostraram interações altamente significativas entre níveis de vigor da semente e períodos de armazenamento. Para o lote de

alto vigor, não houve diferenças entre condições de armazenamento por até cinco meses. Após esse período, aos 10 meses, a qualidade das sementes armazenadas em condições de ambiente decresceu drasticamente. Também com sementes de algodão, Pádua et al., (2002) observaram que lotes de baixo vigor apresentaram menor tolerância ao armazenamento.

Em estudos realizados por Silva et al., (2006) sobre o armazenamento de sementes de algodão em armazém convencional, foi observado que a porcentagem de germinação mantém-se dentro do padrão para o comércio de sementes de algodão por até seis meses após a colheita.

Sementes de algodão tratadas via embebição e aplicação direta com cloreto de mepiquat, podem ser armazenadas por até 180 dias após tratamento sem comprometer o processo de germinação e, a ação do regulador de crescimento é mantida desde o início do desenvolvimento até aos 28 dias após a emergência das plantas (OLIVEIRA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2012).

Em sementes de algodão tratadas com fungicida, inseticida e polímero de revestimento, armazenadas por nove meses, propiciou sementes com maior porcentagem de germinação em relação a testemunha (KUNKUR et al., 2007).

Alguns autores ao estudar outras culturas relatam que a aplicação de películas de revestimento em sementes de soja podem reduzir a invasão de fungos durante o armazenamento por diminuir a absorção de umidade (RIVAS et al., 1998)

O tratamento de sementes com polímeros e fungicidas não prejudicou a germinação de sementes de feijoeiro durante quatro meses de armazenamento (PIRES et al., 2004). Sementes de milho com alta qualidade fisiológica inicial, tratadas com polímeros, inseticida e fungicida foram armazenadas por seis meses sem prejuízos a sua qualidade (PEREIRA et al., 2005).

Em estudos com sementes de soja avaliando a eficácia de polímeros para manter a viabilidade das sementes durante o armazenamento, Henning (1990) constatou que o tratamento reduziu de maneira significativa a taxa de entrada de umidade do ambiente e a qualidade das mesmas foi mantida. Os polímeros não afetaram a qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas por nove meses quando comparado a sementes sem tratamento (PEREIRA et al., 2007).

O uso de polímero natural ou sintético ganhou rápida aceitação pela indústria de sementes por ser um método de fácil aplicação e seguro, podendo as sementes serem armazenadas por longo prazo, caso as condições adequadas de armazenamento sejam fornecidas (TEKRONY, 2006).

Neste sentido, o tratamento de sementes é empregado como ferramenta de proteção à semente tanto em campo como no armazenamento que pode se estender por um período maior que 12 meses. Associada à tecnologia de desenvolvimento de novos ingredientes ativos estão associadas à tecnologia de formulação do mesmo e de recobrimento das sementes (JULIATTI, 2010).

3 ARTIGO A:

CLORETO DE MEPIQUAT ASSOCIADO A POLÍMERO DE REVESTIMENTO NO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE ALGODÃO

RESUMO: A aplicação de cloreto de mepiquat via sementes tem se mostrado eficiente no controle do porte do algodão a partir da emergência de plântula. No entanto, a forma de aplicação e as doses do regulador podem interferir no desempenho fisiológico das sementes e no estabelecimento das plântulas em campo. O trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de algodão das cultivares FMT 705 e DP 393, em experimentos separados, tratadas com cloreto de mepiquat em diferentes doses via embebição ou associado a polímero de revestimento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 5x2 (doses x formas de aplicação de cloreto de mepiquat). As sementes foram tratadas com cloreto de mepiquat via embebição e via aplicação com polímero nas doses de zero; 10,0; 20,0; 30,0 e 40,0 g i.a. kg⁻¹ de sementes. A qualidade das sementes foi avaliada pelos testes de teor de água, germinação, primeira contagem de germinação, comprimento de plântulas, massa seca de plântulas, teste de frio, condutividade elétrica, índice de velocidade de emergência e emergência de plântulas. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. A utilização do cloreto de mepiquat via sementes, independente da forma de aplicação e dose utilizada reduz o comprimento de plântulas, não causando danos na qualidade fisiológica das sementes de algodão. A aplicação de cloreto de mepiquat associado a polímero de revestimento mostrou-se eficaz na redução do crescimento de plântulas de algodão com a vantagem de ser de fácil aplicação e com secagem rápida das sementes em relação ao tratamento via embebição. O cloreto de mepiquat até a dose de 40 g i.a. kg⁻¹ de sementes reduz o crescimento e desenvolvimento das plântulas de algodão das cultivares FMT 705 e DP 393 desde o início da germinação, sem comprometer a emergência de plântulas.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L, regulador de crescimento, germinação, vigor.

MEPIQUAT CHLORIDE ASSOCIATED WITH THE POLYMER COATING ON PHYSIOLOGICAL POTENTIAL OF COTTON SEEDS

ABSTRACT: The application of mepiquat chloride via seeds has proved to be effective in controlling the size of the cotton since emergence. However, the application form and regulator doses can interfere in the physiological performance of seed and seedlings establishment in the field. The study aimed to evaluate the physiological quality of cotton seeds of the cultivars FMT 705 and DP 393 treated with mepiquat chloride at different doses by soaking or associated with polymer coating. The experimental was completely randomized design with four replications in a factorial scheme 5x2 (doses x application forms). Seeds of cultivars DP 393 and FMT 705 were treated with mepiquat chloride at dose of zero, 10; 20; 30 e 40 g a. i. kg⁻¹ of seeds. Seed quality was evaluated by testing water content, germination, first count of germination, seedling length, dry weight of seedlings, cold test, electrical conductivity, speed index of emergence and seedling emergence. Data were subjected to analysis of variance and regression. The use of mepiquat chloride via seed, independent of the form of application and dose used reduces the length of seedlings, causing no damage to the seed quality of cotton. The application of mepiquat chloride associated with polymer coating proved to be effective in reducing seedling growth of cotton with the advantage of being easy application and rapid drying of seeds in relation to the imbibition treatment. Mepiquat chloride until the dose 40 g a. i. kg⁻¹ seeds was causes a reduction in the growth and development of cotton seedlings of the cultivars FMT 705 and DP 393 since the begin of germination, without affecting the seedling emergence.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L., growth regulator, germination, vigour.

3.1 Introdução

O algodão é uma planta complexa do ponto de vista anatômico e fisiológico devido ao hábito de crescimento indeterminado. A maioria das cultivares de algodão disponíveis apresentam crescimento vigoroso e, dependendo das condições edafoclimáticas, podem apresentar altura superior a 1,20 m, comprometendo o manejo eficiente da cultura (PAZZETTI et al., 2009).

Alterações no crescimento da planta de algodão podem ser realizadas com o uso de reguladores de crescimento a fim de promover o equilíbrio entre o crescimento vegetativo e reprodutivo para uma produção mais eficiente (OOSTHERUIS; ROBERTSON, 2000). Os reguladores de crescimento desempenham papel fundamental no controle interno do mecanismo de crescimento da planta, interagindo com os principais processos metabólicos, tais como o ácido nucleico e a síntese de proteínas (HUNNUR, 2007).

Os reguladores são classificados como compostos orgânicos biologicamente ativos que, em concentrações baixas, induzem respostas semelhantes aos observados com os hormônios vegetais. No entanto, as respostas a estes produtos são variáveis devido a interação com as práticas culturais e as condições ambientais (COTHREN; OOSTHERUIS, 2010).

Usualmente os reguladores de crescimento são aplicados via foliar na cultura do algodão. Porém, resultados satisfatórios têm sido observados no tratamento de sementes, com o regulador cloreto de mepiquat (NAGASHIMA et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2011 e 2012). Nagashima et al. (2010) e Oliveira et al. (2012), ao avaliarem o efeito de formas de aplicação e doses de cloreto de mepiquat via sementes pelo método de embebição e aplicação direta, constataram redução significativa no comprimento total das plântulas, sem causar efeito negativo no processo de germinação. Estes autores comprovaram que a aplicação de cloreto de mepiquat via sementes reduz a altura desde a fase de plântula, com a vantagem de não ocorrer perdas do regulador por chuvas após pulverização foliar e nem risco de contaminação ambiental devido à deriva quando comparado com a aplicação via foliar.

No entanto, o tratamento de sementes de algodão requer cuidados quanto ao procedimento na aplicação com regulador de crescimento, secagem e armazenamento antes da semeadura, pois, erros em algum destes procedimentos podem ser prejudiciais à qualidade das sementes (YEATS et al., 2005). A demanda por sementes de algodão de melhor qualidade e desempenho no campo é crescente, motivada pelos avanços na tecnologia de produção e pela expansão das áreas cultivadas.

Neste sentido, manter a qualidade das sementes para se ter melhor desempenho no campo e plantas de algodão com menor porte torna-se essencial (MATTIONI et al. 2009). A incorporação de novas técnicas e produtos que possibilitem melhoria no desempenho fisiológico das sementes no campo vem proporcionando incrementos de produtividade, dentre estas técnicas, encontram-se o tratamento químico de sementes e o revestimento com polímeros. O uso de películas de revestimento associado a tratamentos químicos, fungicidas e inseticidas, tem como principal finalidade aumentar a aderência dos produtos químicos nas sementes (LIMA et al., 2006).

Os revestimentos com polímeros naturais ou sintéticos ganharam rápida aceitação pela indústria de sementes como um material de revestimento muito seguro. O revestimento de sementes com polímero não interfere na massa e tamanho das sementes uma vez que é de um revestimento muito fino e permite múltiplas camadas sobre a semente (TEKRONY, 2006). O revestimento da semente com polímero proporciona proteção contra o envelhecimento natural, e contra a invasão de fungos e podem ser armazenadas por longo prazo, desde que em condições adequadas (GIANG; GOWDA, 2007; KUNKUR et al. 2007).

O revestimento de sementes apresenta potencial para uso associado a outros produtos como nutrientes, bioestimulantes e, redutores de crescimento no caso do algodão. Na literatura não foram encontrados trabalhos com regulador de crescimento associado à polímeros de revestimento. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de algodão das cultivares FMT 705 e DP 393, em experimentos separados, tratadas com cloreto de mepiquat em diferentes doses via embebição ou associado a polímero de revestimento.

3.2 Material e Métodos

Dois experimentos foram conduzidos separadamente com as cultivares FMT 705 e DP 393, utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2, correspondente a cinco doses de cloreto de mepiquat e duas formas de aplicação (embebição e aplicação com polímero), totalizando 10 tratamentos, com quatro repetições.

Cultivar FMT 705

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Londrina-Paraná-Brasil. Sementes de algodão deslindadas do cultivar FMT 705, foram tratadas com de cloreto de mepiquat (250 g L⁻¹) nas

doses de zero; 10,0; 20,0; 30,0 e 40,0 g i a kg⁻¹ de sementes. A cultivar FMT 705 é uma variedade de ciclo tardio e crescimento vigoroso, resistente à ramulária, virose e bacteriose, com excelente rendimento de fibra (FUNDAÇÃO MT, 2008).

Para a aplicação do regulador via embebição as sementes foram imersas na solução com as respectivas doses por um período de 12 horas a 20°C, sendo utilizados 400 mL de solução por kg de sementes (IQBAL et al., 2005). Após o tratamento, as sementes foram secas à sombra, em local ventilado por 5 dias.

A aplicação de cloreto de mepiquat associado a polímero de revestimento foi realizada com as mesmas doses (sem adição de água) do regulador de crescimento utilizadas via embebição, misturadas previamente. Em sacos plásticos transparentes, com capacidade para 5L, as sementes (1kg), foram misturadas à formulação líquida do polímero Laborsan-Green (complexo polímero+corante) na dose de 2 mL kg⁻¹ de sementes (recomendações do fabricante), com agitação até a completa distribuição sobre as sementes. Após, as sementes foram secas à sombra, em local ventilado.

Cultivar DP 393

O experimento foi conduzido no Laboratório Altheimer, do Departamento de Fisiologia de Plantas, da Universidade do Arkansas - Fayetteville - Arkansas-EUA. Sementes deslintadas do cultivar Deltapine DP 393, foram embebidas em solução de cloreto de mepiquat, seguindo o mesmo procedimento realizado para a cultivar FMT 705. A cultivar DP 393 é uma variedade de ciclo e crescimento intermediário, moderadamente resistente a doenças, suscetível nematóides, insetos e pragas (DELTA & PINE LAND COMPANY, 2005).

Para a aplicação do cloreto de mepiquat associado a polímero de revestimento das sementes, utilizou-se o polímero Cistrocoat SP-Green (complexo polímero+corante) de formulação líquida na dose de 3 mL kg⁻¹ de sementes (recomendações do fabricante), seguindo o mesmo procedimento aplicado no cultivar FMT 705.

Determinação da qualidade fisiológica

As sementes tratadas com cloreto de mepiquat das duas cultivares foram submetidas aos seguintes testes para avaliar a qualidade fisiológica: *Teor de água*: foi determinado pelo método de estufa a 105±3°C por 24 horas, utilizando-se quatro repetições de 50g de sementes de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). *Teste de germinação*: utilizou-se quatro subamostras de 50 sementes, distribuídas em

substrato papel toalha, umedecido em água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram protegidos por saco plástico e mantidos em germinador a 25°C. As avaliações foram feitas aos quatro e sete dias, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais, anormais e sementes mortas (BRASIL, 2009). *Primeira contagem de germinação*: Foram realizadas juntamente como teste de germinação, registrando a porcentagem de plântulas normais da primeira contagem aos quatro dias após a instalação do referido teste. *Comprimento de plântulas*: o método utilizado foi o do rolo de papel, umedecido na na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco, descritos por NAKAGAWA (1999), adaptado de AOSA (2002). As sementes foram depositadas sobre duas folhas de papel, distribuídas ao longo de uma linha traçada no terço superior do papel, utilizando 10 sementes, com quatro repetições. A seguir, foram cobertas com uma terceira folha de papel e os rolos foram protegidos por saco plástico. Quatro dias após a instalação foram avaliadas nas plântulas normais, o comprimento da radícula, da parte aérea e comprimento total de plântulas. *Massa seca de plântulas*: utilizou-se a mesma metodologia descrita anteriormente, sendo as plântulas normais acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa de circulação de ar forçado a 65±5°C até massa constante. *Teste de frio*: Quatro repetições de 50 sementes foram distribuídas em rolo de papel toalha, umedecido com água na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram colocados em sacos de plástico e mantidos em câmara a 10 °C por três dias. Após os sacos de plástico foram transferidos para um germinador a 25 °C por quatro dias, quando procedeu-se a avaliação da porcentagem de plântulas normais. *Condutividade elétrica*: o método utilizado foi o sistema de massa, com quatro repetições de 50 sementes pesadas e, em seguida, colocadas em copos plásticos, com 75 ml de água destilada e, mantidas em germinador a 25°C. Após 24 horas de embebição, a condutividade elétrica da solução foi determinada com condutivímetro digital Orion e os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$, de acordo com a metodologia descrita por Vieira e Krzyzanowski (1999). *Emergência de plântulas*: Para a cultivar FMT 705 quatro repetições de 50 sementes, foram semeadas entre 2,5 a 3,0 cm de profundidade em linhas de 2,0 m, distanciadas de 30 cm entre si. A avaliação foi realizada aos 14 dias após semeadura, considerando como plântulas emergidas aquelas que apresentavam os cotilédones acima da superfície do solo e as folhas primárias visíveis em seu interior, com resultado expresso em porcentagem (NAKAGAWA, 1994). Para a cultivar DP 393 foi conduzido em casa de vegetação em temperatura ambiente variando de 27 a 30 °C com quatro repetições de 50 sementes semeadas em caixas plásticas com dimensões de 44,0x31,0x8,0cm, contendo substrato comercial Sunshine®. Ao final de 14 dias, realizou-se a contagem de plântulas normais emergidas como realizado em campo com a

cultivar FMT 705. *Índice de velocidade de emergência de plântulas*: Para a cultivar FMT 705 foi conduzido juntamente com o teste de emergência de plântulas em campo, para a cultivar DP 393 foi conduzido juntamente com o teste de emergência de plântulas em casa de vegetação, com avaliações diárias de plântulas normais, no mesmo horário a partir do início da emergência (MAGUIRE, 1962). A avaliação de plântulas normais foi realizada diariamente, como realizado em campo com a cultivar FMT 705.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância com desdobramento da soma dos quadrados de doses em polinômios até 2º grau. Para a análise dos dados utilizou-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

3.3 Resultados e discussão

Cultivar FMT 705

Houve efeito da interação forma de aplicação e doses do cloreto de mepiquat no teor de água das sementes e na massa seca de plântulas (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Resumo da análise de variância para os fatores formas de aplicação, doses, interação forma e dose para teor de água (TA), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (GERM), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM), teste de frio (TF), condutividade elétrica (CE), índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência de plântulas em campo (EPC), comprimento de parte aérea de plântulas (CPAP), comprimento de radícula (CR), comprimento total de plântulas (CTP), massa seca de plântulas (MSP), oriundas de sementes do cultivar FMT 705 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.

Variáveis	Formas	Doses	Forma*Dose	CV %
TA (%)	48,682**	13,534**	39,071**	1,73
PCG (%)	0,203 ^{ns}	3,208*	1,361 ^{ns}	5,40
GERM (%)	6,820*	2,731*	0,150 ^{ns}	4,99
PA (%)	0,684 ^{ns}	3,066*	0,256 ^{ns}	25,22
SM (%)	6,303*	0,705 ^{ns}	0,229 ^{ns}	31,35
TF (%)	14,976**	1,206 ^{ns}	0,599 ^{ns}	9,96
CE ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	7,393*	4,919**	0,894 ^{ns}	7,67
IVE	32,772**	6,262**	1,800 ^{ns}	6,80
EPC (%)	3,973 ^{ns}	5,239**	0,302 ^{ns}	4,32
CPAP (cm)	0,005 ^{ns}	14,570**	0,337 ^{ns}	11,64
CRP (cm)	0,042 ^{ns}	0,885 ^{ns}	0,489 ^{ns}	14,01
CTP (cm)	0,030 ^{ns}	2,274*	0,360 ^{ns}	12,71
MSP (g)	0,662 ^{ns}	2,227 ^{ns}	2,805*	25,18

* e **: significativo a 5% e 1% de probabilidade de erro, respectivamente. ns: não significativo

Efeito da forma de aplicação de cloreto de mepiquat foi observado na germinação, na porcentagem de sementes mortas, na germinação pelo teste de frio, na condutividade elétrica e no índice de velocidade de emergência de plântulas. Já efeito de doses do regulador foi observado nas variáveis de primeira contagem do teste de germinação, germinação, plântulas anormais, condutividade elétrica, índice de velocidade de emergência e emergência de plântulas em campo, comprimento de parte aérea de plântulas e comprimento total de plântulas (Tabela 3.1).

Diferença no teor de água da semente entre as formas de aplicação do regulador foi significativa somente para a dose de 40 g i. a. kg⁻¹ de sementes com menor teor quando utilizado aplicação externa associada ao polímero de revestimento (Tabela 3.2). A variação máxima observada no teor de água das sementes foi de 1,77 pontos percentuais na dose de 40 g i. a. kg⁻¹ de sementes, assegurando confiabilidade para os resultados dos testes de qualidade. Diferenças de até dois pontos percentuais no teor água inicial das sementes não são comprometedoras (MARCOS FILHO, 2005). Verifica-se, que a variação entre o teor de água das sementes, permaneceu dentro do limite tolerável para as duas formas de aplicação do cloreto de mepiquat.

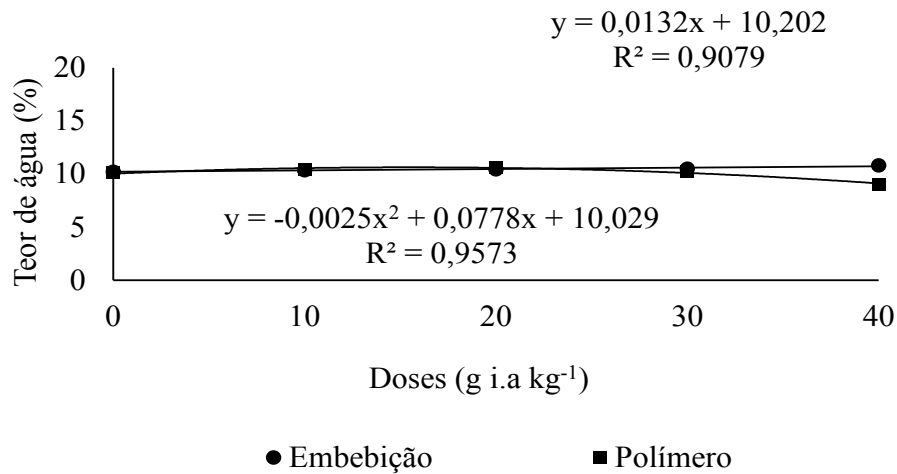
Tabela 3.2- Teor de água (TA) e massa seca de plântulas (MSP), oriundas de sementes do cultivar FMT 705 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.

Variáveis		Doses (g i.a. kg ⁻¹ de sementes)				
		0	10	20	30	40
TA (%)	Embebição	10,22a	10,36a	10,44a	10,50a	10,81a
	Polímero	10,11a	10,39a	10,59a	10,25a	9,04 b
MSP (g)	Embebição	0,457a	0,377a	0,322a	0,432a	0,437a
	Polímero	0,375a	0,217b	0,357a	0,434a	0,365a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, para efeito de formas de aplicação, não diferem pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

Houve um aumento estimado de 0,53% no teor de água em função das doses do regulador empregadas, no entanto, após 15,56 g i. a. kg⁻¹ o teor de água decresceu em sementes com polímero (Figura 3.1). De acordo com Marcos Filho (2005), a variação máxima no teor de água das sementes não deve ultrapassar a 2%, pois as sementes com maiores teores de água são mais sensíveis às condições dos testes e, portanto, sujeitas a deterioração mais intensa.

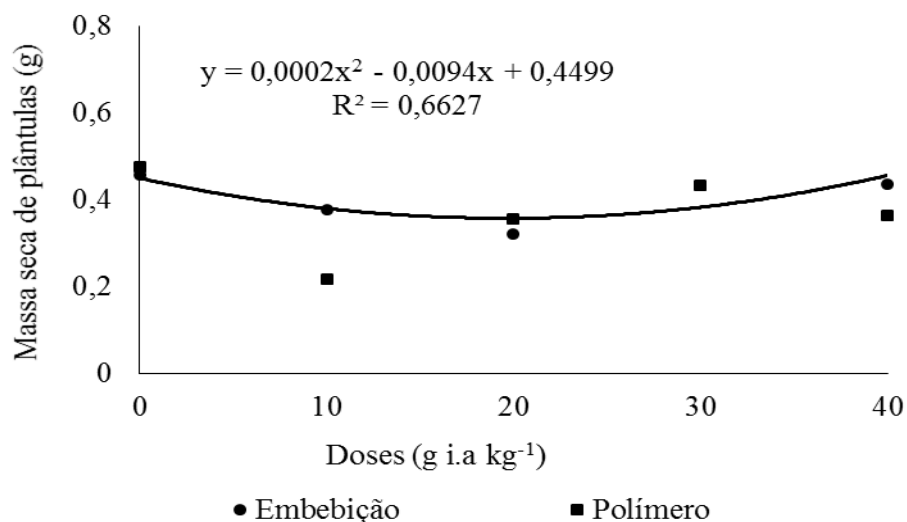
Figura 3.1 - Teor de água de sementes do cultivar FMT 705 tratadas com diferentes doses de cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.



Fonte: Elaboração dos autores.

A massa seca de plântulas foi inferior para o tratamento associado a polímero, somente quando utilizada a dose de 10 g i. a. kg⁻¹ de sementes em relação ao tratamento embebição (Tabela 3.2). Para a embebição o modelo ajustado foi quadrático com resposta mínima na dose de 23,50 g i. a. kg⁻¹ de sementes e sem ajuste para a aplicação com polímero (Figura 3.2).

Figura 3.2 - Massa seca de plântulas oriundas de sementes do cultivar FMT 705 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.



Fonte: Elaboração dos autores.

Oliveira et al. (2012), observaram que o tratamento de sementes com cloreto de mepiquat via sementes (embebição e aplicação direta) com doses de zero, 5,0; 10,0; 15,0 e 20,0g i.a. kg⁻¹ de sementes interfere positivamente na redução do crescimento e desenvolvimento das plântulas de algodão, proporcionando menor comprimento e massa seca. Em plantas de algodão, Nagashima et al. (2009), quando utilizaram sementes tratadas via embebição e aplicação direta, observaram que o uso de cloreto de mepiquat nas doses 3,75 e 7,5g i.a. kg⁻¹ de sementes reduz a área foliar e a massa seca da parte aérea.

Para a primeira contagem de germinação, houve efeito da dose utilizada, apresentando ajuste linear decrescente (Figura 3.3 A). Embora a germinação das sementes tenha decrescido (6,5%) com o aumento das doses empregadas (Figura 3.3B), os resultados destacam porcentagem germinativa acima do padrão de comercialização (75%), independente da dose utilizada. Nagashima et al. (2010), ao avaliarem a germinação de sementes tratadas com doses menores (2,5; 5,0 e 10,0 g i. a. kg⁻¹ de sementes) que as deste estudo, não observaram redução significativa na germinação das sementes tratadas com cloreto de mepiquat.

As formas de aplicação do regulador utilizadas alteraram significativamente a germinação, indicando superioridade do tratamento associado a polímero (81,70%) em relação a aplicação do cloreto de mepiquat via embebição (78,40%) (Tabela 3.3).

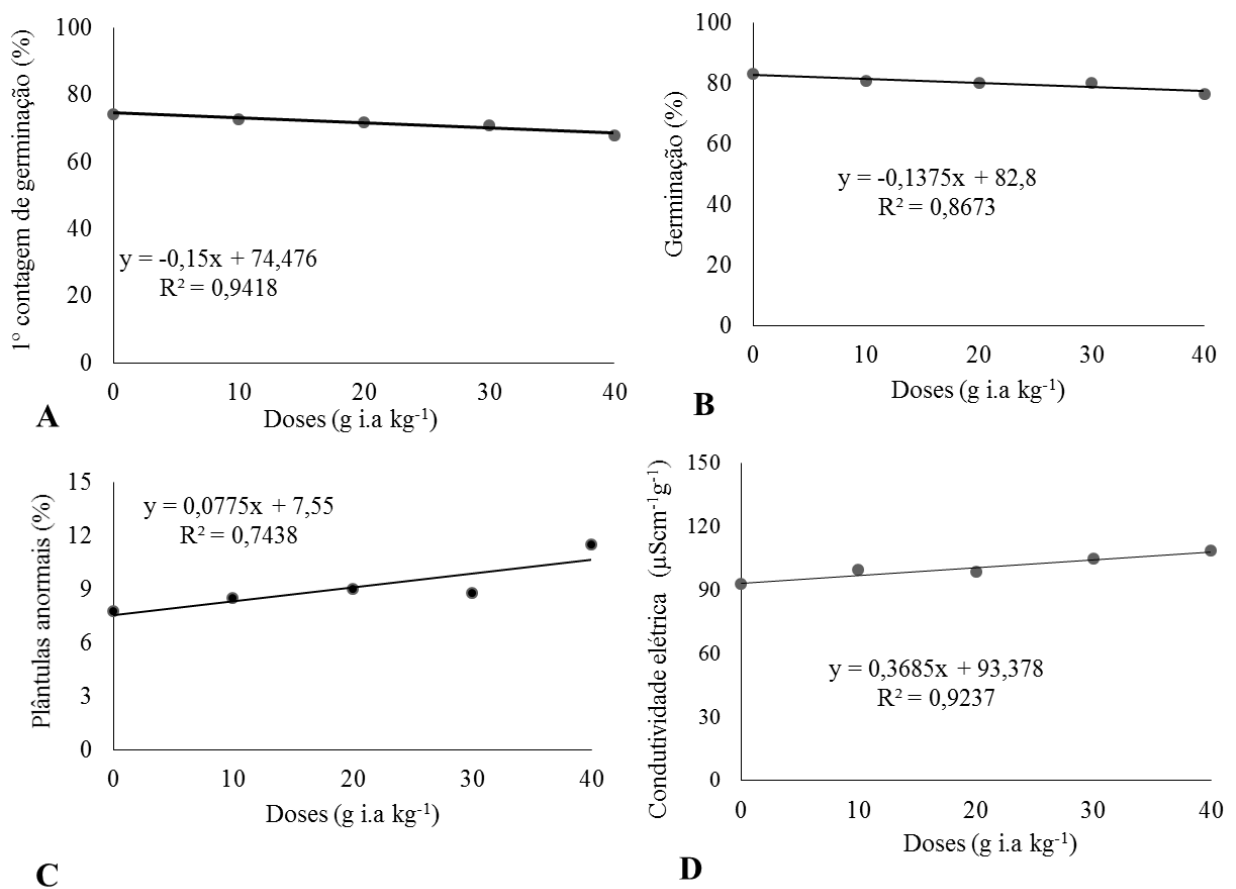
Essa diferença ocorre porque durante a hidratação das sementes (principalmente em sementes com teor de água inferior a 11%), há necessidade de atuação de mecanismos de reparo dos componentes celulares naturalmente danificados com a desidratação durante a maturação da semente (MARCOS FILHO, 2005). Desta forma, a condição de anaerobiose ocorrida pela pré-embebição das sementes, em consequência da redução de oxigênio no sistema, impedirá o funcionamento dos mecanismos de reparo de membranas prejudicando a qualidade fisiológica das sementes.

O revestimento com polímero, minimiza os efeitos adversos como a ruptura das membranas celulares da semente, ocasionada pela intensa entrada de água nos primeiros momentos de embebição das sementes (PESKE; PESKE, 2011). Em estudos utilizando polímero de revestimento associado a fungicida e inseticida em sementes de algodão Lima et al., (2006) não verificaram efeitos negativos sobre a germinação. Resultados semelhantes foram observados em soja (PEREIRA et al., 2007) e milho (RIVAS et al., 1998).

Para a porcentagem de plântulas anormais das sementes tratadas com cloreto de mepiquat, não houve efeito da forma de aplicação do regulador de crescimento. A porcentagem de plântulas anormais das sementes de algodão aumentou linearmente em

função do aumento das doses utilizadas, apresentando maior porcentagem de plantas anormais na dose de 40 g i. a. kg⁻¹ de sementes (11,50%) possivelmente devido a um efeito fitotóxico do regulador, porém, com pouca diferença em relação a dose zero que apresentou 7,75% (Figura 3.3 C).

Figura 3.3 - Primeira contagem de germinação, germinação, plântulas anormais e condutividade elétrica de sementes do cultivar FMT 705 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.



Fonte: Elaboração dos autores.

Em relação a porcentagem de sementes mortas foi observado diferenças em função das formas de aplicação do cloreto de mepiquat com menores valores para a aplicação associado a polímero (10%) em relação a embebição (12%) (Tabela 3.3). A redução na porcentagem de germinação e o aumento de sementes mortas, sugerem um aumento da atividade de algumas enzimas (celulase e outras), as quais atuam degradando o material da parede celular. O excesso da absorção de compostos químicos biologicamente ativos, como reguladores e estimulantes de crescimento, podem parar ou diminuir o impacto de fatores adversos na qualidade e desempenho das sementes (ARAGÃO et al. 2003). Este dano causado

durante o processo inicial da embebição das sementes pode ser manifestado pelo aumento de lixiviação de solutos da semente, pela redução do vigor e inclusive pela morte da semente (PESKE; PESKE, 2011).

Na avaliação do teste de frio foi observado maior porcentagem média de sementes germinadas no tratamento associado a polímero (82%) em relação a aplicação via embebição (72%), provavelmente pela forma de aplicação do regulador, devido à resistência na absorção de água propiciada pelo polímero, protegendo a semente de possíveis danos causados durante o processo de embebição (Tabela 3.3). Segundo Taylor; Kwiatkowski e Biddle, (2001) em sementes sensíveis à embebição e baixa temperatura como no caso do algodão, o revestimento pode reduzir os danos causados por esse processo.

Tabela 3.3 – Médias de teor de água (TA), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (GERM), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM), teste de frio (TF), condutividade elétrica (CE), índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência de plântulas em campo (EPC), comprimento de parte aérea de plântulas (CPAP), comprimento de radícula (CR), comprimento total de plântulas, oriundas de sementes do cultivar FMT 705 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.

Variáveis	Formas de aplicação	
	Embebição	Polímero
PCG (%)	71,20a	71,75a
GERM (%)	78,40b	81,70a
PA (%)	9,40a	8,80a
SM (%)	12,20b	9,50a
TF (%)	72,40b	81,80a
CE ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	97,43a	104,08b
IVG	6,81b	7,81a
EPC (%)	76,10a	78,20a
CPAP (cm)	5,93a	5,95a
CRP (cm)	12,30a	12,41a
CTP (cm)	18,30a	18,36a

Médias seguidas de mesma letra na linha, para efeito de formas de aplicação, não diferem pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

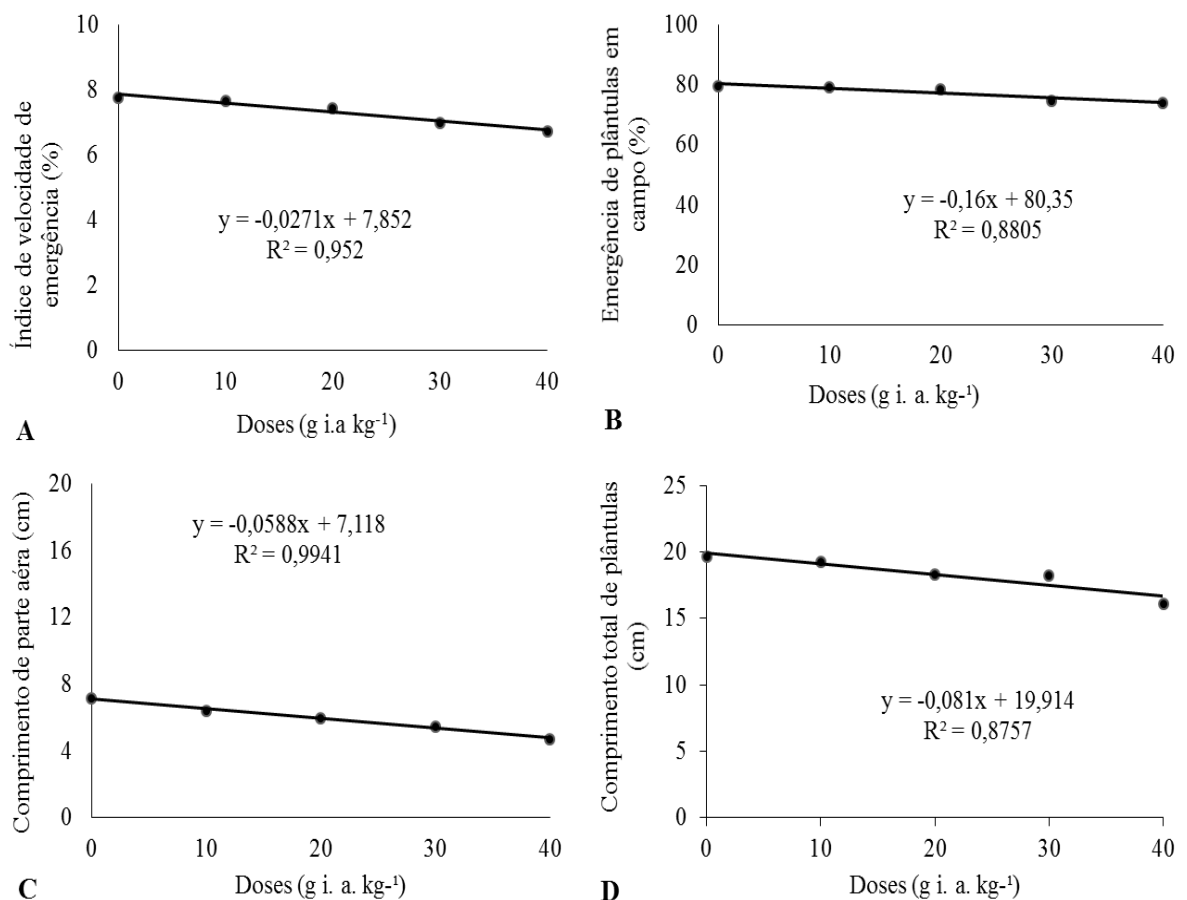
No teste de condutividade elétrica foi constatado efeito de forma de aplicação do regulador de crescimento, indicando maiores valores quando utilizado o regulador associado a polímero de revestimento ($104,08 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em relação a embebição ($97,43 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$). A condutividade elétrica aumentou linearmente com o incremento da dose de cloreto de mepiquat (Figura 3.3D). Marcos Filho (2005) destaca, que entre diversos fatores que podem influir na leitura do teste de condutividade elétrica, o tratamento químico das

sementes pode elevar os valores de condutividade e inclusive, afetar a consistência dos resultados.

A aplicação do cloreto de mepiquat associado a polímero proporcionou maior índice de velocidade de emergência (7,81), em relação a aplicação via embebição (6,81). Trentini (2004) e Evangelista et al., (2007) ao trabalharem com sementes de soja observaram que o uso de polímero promove aumento no índice e no percentual de emergência, devido a barreira de proteção que o polímero promove durante a fase de embebição das sementes, reduzindo os danos causados por este processo.

O índice de velocidade de emergência de plântulas decresceu em função do aumento das doses utilizadas porém, com uma taxa de 0,027 por grama de ingrediente ativo (Figura 3.4A).

Figura 3.4 - Índice de velocidade de emergência, emergência de plântulas em campo, comprimento de parte aérea de plântulas e comprimento total de plântulas, oriundas de sementes do cultivar FMT 705 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.



Fonte: Elaboração dos autores.

De modo semelhante ao índice de velocidade de emergência, a porcentagem de emergência das plântulas em campo decresceu com o aumento da dose, com mínimo de 74% na maior dose (Figura 3.4B). Soares (2010) utilizando doses de cloreto de mepiquat menores que a deste estudo (0,75; 1,50; 2,25; 3,0; 3,75 e 4,50 g i. a. kg⁻¹ de sementes) também verificou redução no índice de velocidade de emergência e na emergência de plântulas de algodão em campo. Desta forma, os autores citam que o efeito do emprego de reguladores de crescimento em sementes podem inibir a síntese de giberelinas e interferir no vigor de sementes, podendo reduzir o vigor de plântulas. Segundo Tekrony (2006), a influência do vigor de semente é marcante sobre os aspectos do processo germinativo, desde a própria possibilidade de ocorrência da germinação entre outras características como a uniformidade, a velocidade, o tempo total de germinação, o tamanho e o peso das plântulas.

O aumento da dose de cloreto de mepiquat reduziu o comprimento de parte aérea (Figura 3.4 C) e comprimento total de plântulas (Figura 3.4D), sem efeito sobre o comprimento de radícula. Oliveira et al. (2012) confirmaram que a redução no comprimento da parte aérea de plântulas e comprimento total de plântulas de algodão é mais significativa, principalmente ao aplicar doses maiores, comprovando assim que o tratamento com cloreto de mepiquat reduz a altura da planta desde a fase de plântula sem alterar o desenvolvimento radicular. Nagashima et al. (2009) e Oliveira et al. (2011) também observaram redução na altura da planta de algodão com o acréscimo na dose de cloreto de mepiquat, utilizando doses de até 20,0 g i. a. kg⁻¹ de sementes. Em relação ao comprimento de raiz os resultados discordam com os obtidos por Oliveira et al. (2012), que constataram redução no comprimento da raiz de plântulas de algodão oriundas de sementes tratadas em soluções com até 20 g i.a. kg⁻¹ de sementes.

Cultivar DP 393

A interação dos fatores formas de aplicação do cloreto de mepiquat x doses foi significativa para o teor de água, sementes mortas, condutividade elétrica, comprimento de parte aérea de plântulas, comprimento de radícula e total de plântulas. Houve efeito da forma de aplicação de cloreto de mepiquat na germinação, massa seca de plântulas e emergência de plântulas em casa de vegetação. Efeito de doses do regulador foi observado somente sobre o índice de velocidade de emergência de plântulas (Tabela 3.4).

Tabela 3.4 - Resumo da análise de variância para os fatores formas de aplicação, doses, interação forma e dose para teor de água (TA), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (GERM), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM), teste de frio (TF), condutividade elétrica (CE), comprimento de parte aérea de plântulas (CPAP), comprimento de radícula (CR), comprimento total de plântulas (CTP), massa seca de plântulas (MSP), índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência de plântulas em bandeja (EPB), oriundas de sementes do cultivar DP393 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.

Variáveis	Formas	Doses	Forma*Dose	CV %
TA (%)	2517,977**	38,901**	45,966**	1,73
PCG (%)	0,246 ^{ns}	0,871 ^{ns}	1,660 ^{ns}	5,90
GERM (%)	5,668*	0,545 ^{ns}	1,918 ^{ns}	4,73
PA (%)	0,277 ^{ns}	0,083 ^{ns}	1,467 ^{ns}	52,27
SM (%)	22,871**	1,985 ^{ns}	5,179**	52,90
TF (%)	3,016 ^{ns}	2,569 ^{ns}	0,406 ^{ns}	4,55
CE ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)	59,205**	3,741*	4,442**	8,72
CPAP (cm)	528,516**	129,569**	17,246**	3,91
CRP (cm)	37,612**	10,499**	4,948**	7,91
CTP (cm)	0,435**	36,181**	6,599**	4,30
MSP (g)	4,476*	0,563 ^{ns}	0,201 ^{ns}	4,20
IVE	0,818 ^{ns}	5,860**	2,075 ^{ns}	4,57
EPB (%)	7,705*	1,810 ^{ns}	0,234 ^{ns}	4,54

* e **: significativo a 5% e 1% de probabilidade de erro, respectivamente. ns: não significativo.

Mesmo com teores de água mais baixos, as sementes tratadas com polímero apresentaram valores superiores a 8,5% (Tabela 3.5). O teor de água foi maior em sementes via embebição, porém, não atingindo o máximo permitido para comercialização de sementes de algodão, onde o máximo de umidade aceito é 13% (MARCOS FILHO, 2005).

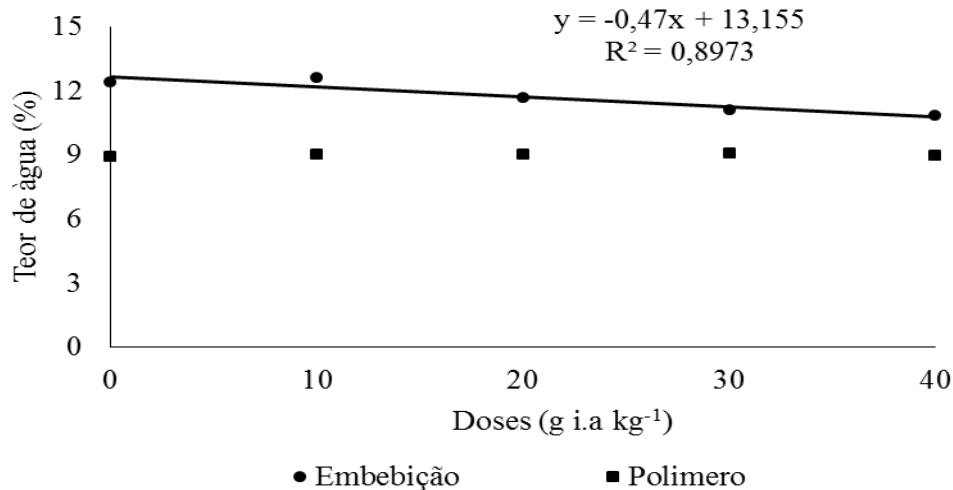
Tabela 3.5 - Médias de teor de água (TA), sementes mortas (SM), condutividade elétrica (CE), comprimento de parte aérea de plântulas (CPAP), comprimento de radícula (CR) comprimento total de plântulas (CTP), oriundas de sementes do cultivar DP 393 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.

Variáveis		Doses (g i.a. kg ⁻¹ de sementes)				
		0	10	20	30	40
TA (%)	Embebição	12,45a	12,62a	11,67a	11,12a	10,85a
	Polímero	8,95b	9,03b	9,07b	9,10b	9,02b
SM (%)	Embebição	6a	11b	8b	4a	4a
	Polímero	4a	2a	2a	2a	5a
CE ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	Embebição	93,67a	95,93a	96,55a	98,93a	96,58a
	Polímero	136,10b	120,23b	110,00a	127,1b	102,60a
CPAP (cm)	Embebição	5,98b	5,15b	5,56b	4,56b	4,50b
	Polímero	5,38b	3,38a	3,73a	3,45a	3,40a
CRP (cm)	Embebição	8,36a	6,43a	6,63b	7,08b	7,33b
	Polímero	8,35a	6,78a	8,56a	9,07a	9,05a
CTP (cm)	Embebição	14,68a	11,60b	12,15a	11,63a	11,85a
	Polímero	13,68a	10,12a	12,25a	12,50b	12,45a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, para efeito de formas de aplicação, não diferem pelo teste F a 5% de probabilidade.

Houve diminuição do teor de água com o aumento da dose, quando aplicada via embebição, não ultrapassando a 10,85%. Para as sementes tratadas com polímero, não houve efeito de dose (Figura 3.5).

Figura 3.5 - Teor de água de sementes do cultivar DP 393 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.

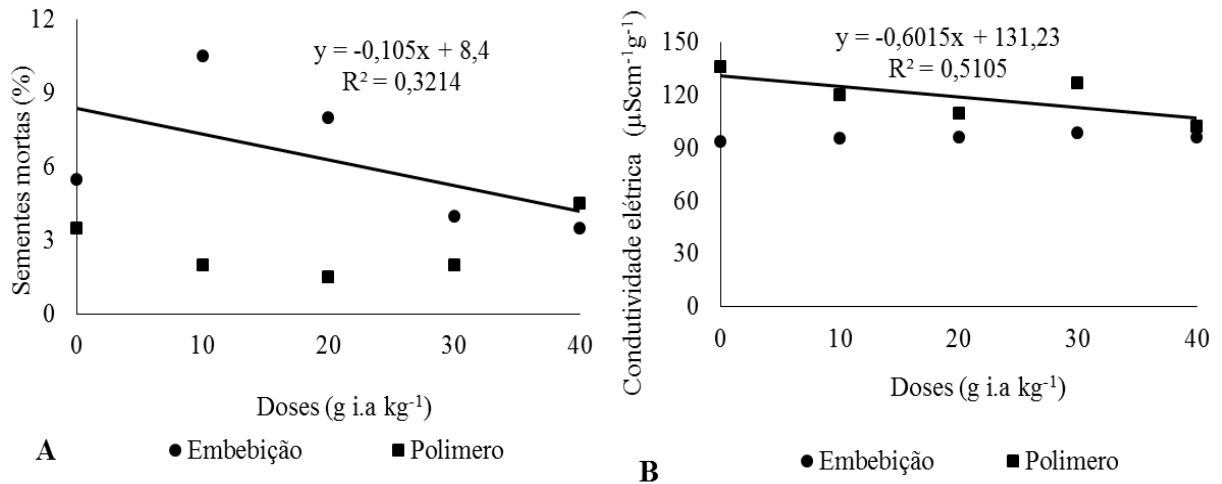


Fonte: Elaboração dos autores.

A porcentagem de sementes mortas foi maior no tratamento via embebição em relação ao tratamento associado a polímero, nas doses de 10 e 20 g i.a. kg⁻¹ de sementes (Tabela 3.5). O efeito de dose foi observado somente no tratamento por embebição mas, embora o ajuste linear decrescente tenha sido significativo, a explicação do modelo é considerada baixa (32,14%) (Figura 3.6A).

A condutividade elétrica foi maior em sementes tratadas com regulador associado a polímero de revestimento, exceto nas doses 20 e 40 g i.a. kg⁻¹ (Tabela 3.5). Somente neste tratamento foi observado efeito de dose, com diminuição da condutividade com o aumento da dose (Figura 3.6B). Nesse aspecto, pode se inferir nas doses 10 e 30 g i.a. kg⁻¹ as sementes apresentaram menor velocidade de restabelecimento da integridade das membranas celulares e assim, conseqüentemente, liberam maiores quantidades de solutos ao meio exterior externo (MARCOS FILHO, 2005). Muitos são os fatores que podem afetar os resultados do teste de condutividade elétrica como o tempo e temperatura de hidratação, tamanho da semente, o teor de água inicial das sementes, sementes danificadas número de sementes e genótipo (VIEIRA; KRYZANOWSKI, 1999).

Figura 3.6 - Sementes mortas e condutividade elétrica de sementes do cultivar DP 393 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.



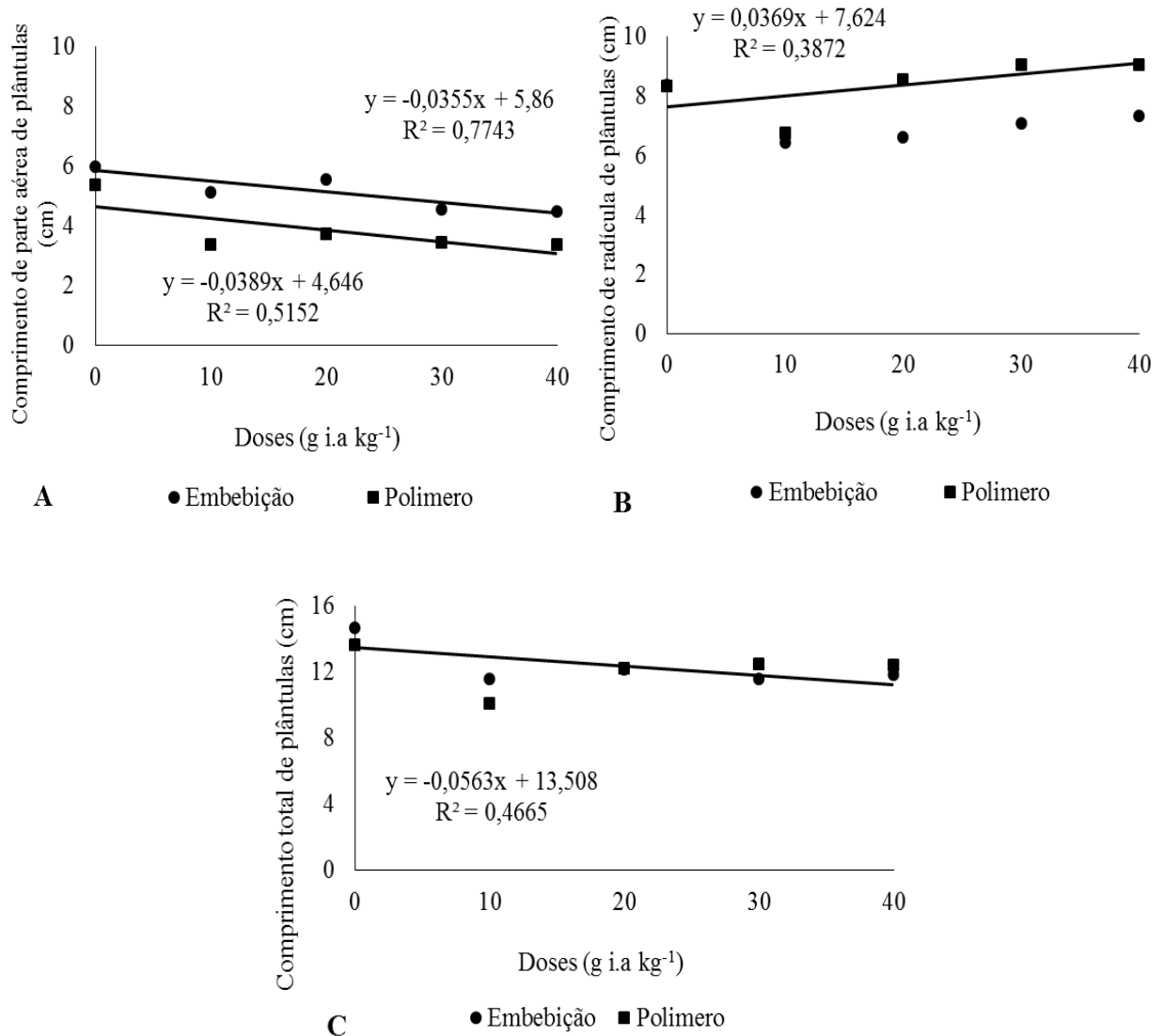
Fonte: Elaboração dos autores.

O comprimento de parte aérea foi menor em plântulas de sementes tratadas via polímero em todas as doses (Tabela 3.5). O aumento da dose reduziu o comprimento em aproximadamente 0,3 cm a cada 10 g i.a. kg⁻¹ de sementes tratadas via embebição (Figura 3.7A). O comprimento de radícula foi maior no tratamento via polímero, nas doses de 20, 30 e 40 i.a. kg⁻¹ de sementes (Tabela 3.5). O efeito de dose foi observado somente no tratamento por polímero com aumento do comprimento de radícula em função da dose (Figura 3.7B).

O comprimento total de plântulas foi maior em plântulas de sementes tratadas via polímero nas doses 10 e 30 i.a. kg⁻¹ de sementes, devido ao maior comprimento de radícula (Tabela 3.5). O efeito da dose na diminuição do comprimento total foi observado somente no tratamento via embebição (Figura 3.7C).

Utilizando cloreto de mepiquat via sementes nas doses de zero, 5,0 e 10,0; 15,0 e 20,0 g i.a. kg⁻¹ de sementes Oliveira et al., (2012) também observaram redução no comprimento de parte aérea, radícula e total de plântulas de algodão, comprovando assim que o tratamento das sementes com este regulador reduz a altura da planta a partir da fase de plântula. Nagashima et al. (2010) constataram redução no comprimento de parte aérea e total de plântulas de algodão, porém sem redução no comprimento da radícula de plântulas de algodão oriundas de sementes tratadas via embebição em soluções contendo cloreto de mepiquat com doses de 2,5; 5,0 e 10,0 g i.a. kg⁻¹ de sementes.

Figura 3.7 - Comprimento de parte aérea, radícula e comprimento total de plântulas oriundas de sementes do cultivar DP 393 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.



Fonte: Elaboração dos autores.

O vigor das sementes avaliado pelo teste de primeira contagem e teste de frio, assim como o número de plântulas anormais do teste de germinação, independente da forma de aplicação e dose do regulador utilizada, mantiveram valores acima de 85% para primeira contagem de germinação, 86% para o teste de frio e abaixo de 6% plântulas anormais (Tabela 3.6).

O cloreto de mepiquat aplicado via embebição das sementes, apresentou menor porcentagem de germinação (88%) em relação a forma de aplicação do regulador associado a polímero (91%). Segundo Evangelista et al. (2007) a aplicação de polímero de

revestimento em sementes pode regular a embebição das sementes e conseqüentemente reduzir os danos que possam ser causados durante este processo. A porcentagem de germinação das sementes independente da dose utilizada de cloreto de mepiquat se manteve acima de 88% (Tabela 3.6). Tais resultados corroboram aos obtidos por Nagashima et al. (2010), que ao estudar o efeito de doses (2,5; 5,0 e 10,0 g i.a. kg⁻¹ de sementes) de cloreto de mepiquat via embebição, não observaram efeito sobre a germinação de sementes de algodão.

Tabela 3.6 – Médias de primeira contagem de germinação (PCG), germinação (GERM), plântulas anormais (PA), teste de frio (TF), massa seca de plântulas (MSP), índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência de plântulas em campo (EPB), oriundas de sementes do cultivar DP 393 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.

Formas de aplicação	Variáveis						
	PCG (%)	GERM (%)	PA (%)	TF (%)	MSP (%)	IVE	EPB (%)
Embebição	87a	88b	5a	85a	0,68b	10,89a	91b
Polímero	86a	91a	6a	87a	0,62a	11,04a	95a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, para efeito de formas de aplicação, não diferem pelo teste F a 5% de probabilidade.

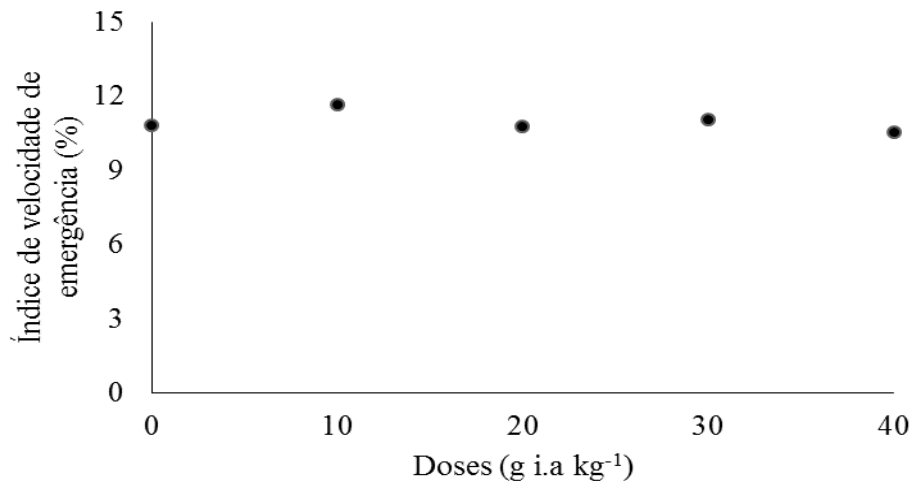
Com relação à massa seca de plântulas, o uso do regulador de crescimento associado a polímero proporcionou menor massa seca (0,62 g) em relação ao tratamento via embebição (0,68 g) (Tabela 3.6).

A forma de aplicação do cloreto de mepiquat não apresentou efeito sobre o índice de velocidade de emergência de plântulas. Embora o efeito de dose tenha sido significativo, não foi possível ajustar um modelo representativo até segundo grau (Figura 3.8). Os valores ficaram entre 10,55 (dose 40 g i.a. kg⁻¹ sementes) e 11,67 (dose 10 g i.a. kg⁻¹ de sementes).

Os resultados da emergência de plântulas em bandeja apresentaram valores próximos aos obtidos no teste de germinação, com maior porcentagem de plântulas normais emergidas ao utilizar o cloreto de mepiquat associado a polímero de revestimento (95%), em relação a aplicação via embebição (91%) (Tabela 3.6). Evangelista et al (2007) ao estudar o uso de polímeros de revestimentos em sementes de soja observou diferença na velocidade de emergência em relação ao tratamento controle, concluindo que o fato ocorrido pode ser devido à diminuição da velocidade de embebição das sementes, o que provavelmente não causou danos de embebição nas membranas. Não foi verificado efeito quanto as doses aplicadas do regulador. Os resultados discordam com os obtidos por Soares (2010), que constataram redução no índice de velocidade de emergência e na emergência de plântulas de

algodão em campo ao utilizar cloreto de mepiquat via sementes nas doses 0,75; 1,50; 2,25; 3,0; 3,75 e 4,50 g i. a. kg⁻¹ de sementes.

Figura 3.8 - Índice de velocidade de emergência de plântulas oriundas de sementes do cultivar DP 393 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.



Fonte: Elaboração dos autores.

Dentre as formas de aplicação do cloreto de mepiquat utilizadas, o polímero de revestimento preservou o vigor das sementes em relação a aplicação por embebição, com a vantagem de ser de execução rápida devido ao menor volume de solução utilizada, facilitando a secagem após o procedimento, promovendo melhor fixação dos princípios ativos do produto químico. Inúmeras são as vantagens descritas com o uso de polímeros em sementes, dentre elas: a regulagem da taxa de absorção de água, para evitar danos por embebição rápida; conservar a viabilidade das sementes durante o armazenamento; o transporte e liberação de químicos foto ativos, produtos biológicos, fungicidas e inseticidas de maneira não poluente ao ambiente e a proteção dos trabalhadores contra o pó tóxico (PESKE; PESKE, 2011).

A altura das plantas é altamente influenciada à medida que se aumenta a dose do cloreto de mepiquat aplicada via sementes. Porém, estudos contínuos se fazem necessário sobre formas de aplicação e doses no uso de regulador de crescimento via sementes, para que, o avanço desta técnica seja melhor divulgado e, conseqüentemente, vindo a ser adotada como rotina para agricultores.

A utilização de cloreto de mepiquat via sementes apresentou alterações sobre algumas variáveis, porém sem prejudicar o desempenho fisiológico das sementes das cultivares FMT 705 e DP 393 e promoveu a redução do crescimento inicial da parte aérea,

indicando que as formas e doses utilizadas são eficazes na redução do crescimento de plantas de algodão.

3.4 Conclusões

A utilização do cloreto de mepiquat via sementes, independente da forma de aplicação e dose utilizada reduz o comprimento de plântulas, não causando danos na qualidade fisiológica das sementes de algodão.

A aplicação de cloreto de mepiquat associado a polímero de revestimento mostrou-se eficaz na redução do crescimento de plântulas de algodão com a vantagem de ser de fácil aplicação e com secagem rápida das sementes em relação ao tratamento via embebição.

O cloreto de mepiquat até a dose de 40 g i.a. kg⁻¹ de sementes reduziu crescimento e desenvolvimento das plântulas de algodoeiro das cultivares FMT 705 e DP 393 desde o início da germinação, sem comprometer a emergência de plântulas.

4 ARTIGO B:

EFICÁCIA E PERSISTÊNCIA DO CLORETO DE MEPIQUAT EM PARÂMETROS DE CRESCIMENTO DE PLANTAS DE ALGODÃO

RESUMO – Devido a importância da cultura do algodão e a necessidade de técnicas agronômicas para obtenção de plantas de menor porte, a aplicação de regulador de crescimento via sementes tem sido amplamente pesquisada, com resultados promissores. O objetivo foi avaliar a eficácia e persistência do efeito regulador do cloreto de mepiquat, aplicado nas sementes por embebição ou associado a polímero de revestimento sobre alguns parâmetros de crescimento de plantas de algodão. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 5x2 (doses x formas de aplicação). Sementes das cultivares DP 393 e FMT 705 foram tratadas com cloreto de mepiquat nas doses zero; 10; 20; 30 e 40 g i. a. kg⁻¹ de sementes. Para cada cultivar foram conduzidos experimentos separados. Sementes tratadas foram semeadas em vasos e, as plantas avaliadas aos 10, 20, 30 e 40 DAE (DP 393) e aos 15, 30, 45 e 60 DAE (FMT 705) por meio das seguintes determinações: altura da planta, área foliar estimada, diâmetro do caule, altura de inserção cotiledonar, comprimento de raiz e massa seca de caules, folhas e raízes. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. O cloreto de mepiquat nas doses de 10; 20; 30 e 40 g i.a. kg⁻¹ de sementes reduz o porte das plantas de algodão, podendo ser utilizado no tratamento de sementes, tanto por embebição quanto associado a polímero de revestimento. As reduções em altura das plantas de algodão respondem proporcionalmente ao aumento da dose de cloreto de mepiquat, independente da forma de aplicação. A eficácia e a permanência do efeito de cloreto de mepiquat sobre o desenvolvimento das plantas de algodão persiste até os 40 e 60 dias após a emergência das plantas, independente da forma de aplicação e da dose empregada para as cultivares FMT 705 e DP 393, respectivamente.

Palavras - chave: *Gossypium hirsutum* L, regulador de crescimento, embebição, polímero.

EFFICACY AND PERSISTENCE OF MEPIQUAT CHLORIDE IN GROWTH PARAMETERS OF COTTON PLANTS

ABSTRACT: Due to the importance of the cotton crop and the need for agronomic techniques for obtaining smaller plants, the application of growth regulators in seeds has been widely studied, with promising results. The objective was to evaluate the efficacy and persistence of the regulatory effect of mepiquat chloride applied by imbibition or associated with polymer coating of seeds on some growth parameters of cotton plants. The experimental was completely randomized design with four replications in a factorial scheme 5x2 (doses x application forms). Seeds of cultivars DP 393 and FMT 705 were treated with mepiquat chloride at dose of zero, 10; 20; 30 e 40 g a. i. kg⁻¹ of seeds. For each cultivar separate experiments were conducted. Treated seeds were sown in pots, and the plants evaluated at 10, 20, 30 and 40 DAE (DP 393) and at 15, 30, 45 and 60 DAE (FMT 705) through the following determinations: plant height, estimated leaf area, stem diameter, height of cotyledon insertion, root length and dry mass of stems, leaves and roots. Data were subjected to analysis of variance and regression. The mepiquat chloride at doses of 10; 20; 30 and 40 g a. i. kg⁻¹ of seeds reduces the size of the cotton plants, can be used in the treatment of cotton seed, either by imbibition as associate to polymer coating. The reduction in height growth of cotton plants respond proportionally with increasing dose of mepiquat chloride used, independent of the form of application. The efficacy and permanence of the effect of mepiquat chloride on the development of cotton plants persists until 40 and 60 days after plant emergence, independent of the form of application and dose used for cultivars FMT 705 and DP 393, respectively.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L., growth regulator, imbibition, polymer.

4.1 Introdução

A planta de algodão é subtropical, perene, com hábito de crescimento indeterminado. O crescimento vegetativo e o reprodutivo do algodão ocorrem simultaneamente, sendo o crescimento vegetativo necessário para suportar o crescimento reprodutivo (HUNNUR, 2007).

Porém, em condições favoráveis ocorre crescimento excessivo das plantas, que atingem altura indesejável para a colheita mecanizada, resultando num denso volume de folhas, que dificulta o controle de pragas e doenças, além de aumentar o apodrecimento dos frutos localizados na região do “baixeiro” das plantas (LAMAS, 2000).

O autossombreamento causado pelo crescimento excessivo da planta, impede a penetração da radiação solar nas posições inferiores da planta, dificultando o aproveitamento dos fotoassimilados alocados para a formação das fibras, que é o seu principal produto. Isto ocorre devido ao desbalanço entre açúcares do tecido e o teor de etileno, ou seja, o nível de fotoassimilados no tecido se torna baixo e o de etileno alto, resultando em queda das estruturas reprodutivas (BELTRÃO et al., 1998).

Assim, o uso de substâncias reguladoras como o cloreto de mepiquat torna-se indispensável na redução do porte das plantas e por propiciar maior distribuição de assimilados para os diferentes drenos produtivos, com reflexos positivos na produção (TEIXEIRA et al., 2008).

Redutores de crescimento de plantas inibem a biossíntese de giberelina, o que implica na diminuição do alongamento celular, resultando em plantas de menor porte (TAIZ; ZEIGER, 2009). O encolhimento do entrenó é causada pelos efeitos inibitórios do regulador de crescimento na divisão e alongamento do meristema sub-apical sem restringir a função do meristema apical, que é responsável pelo crescimento do caule em extensão, (ALMEIDA; ROSOLEM, 2012). Deste modo, permite a interceptação mais eficiente de luz solar e por consequência, abertura precoce e uniforme dos frutos, porém, tais produtos devem ser utilizados com cautela para evitar efeitos fitotóxicos (ROSOLEM, 2007).

Estudos com aplicação de reguladores de crescimento nas sementes têm sido descritos na literatura. A vantagem da técnica é assegurar o controle do crescimento das plantas, desde a emergência, independente das condições do ambiente para a aplicação na planta, que podem ser limitantes (SOUZA; ROSOLEM, 2007; NAGASHIMA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2012).

Películas de revestimento têm sido usadas em associação com produtos químicos principalmente fungicidas e inseticidas, a fim de aumentar a aderência dos mesmos

nas sementes (LIMA et al., 2006). O uso de polímeros, naturais ou sintéticos, ganharam rápida aceitação pela indústria de sementes por ser um material de revestimento muito seguro (TEKRONY, 2006).

O uso de reguladores de crescimento em sementes de algodão associado com a técnica de revestimento de polímeros requer estudos contínuos e em profundidade, pois há pouca informação na literatura sobre formas de aplicação, doses e persistência do efeito regulador na planta. Assim, o objetivo foi avaliar a eficácia e a persistência do efeito regulador do cloreto de mepiquat, aplicado nas sementes por embebição ou associado a polímero de revestimento sobre alguns parâmetros de crescimento de plantas de algodão.

4.2 Material e Métodos

Foram conduzidos dois experimentos separadamente com as cultivares FMT 705 e Deltapine DP 393, utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2, correspondente a cinco doses de cloreto de mepiquat e duas formas de aplicação (embebição e aplicação com polímero), totalizando 10 tratamentos, com quatro repetições (uma planta por repetição).

Cultivar FMT 705

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina-Paraná-Brasil. Sementes de algodão deslintadas do cultivar FMT 705, uma cultivar de ciclo tardio e crescimento vigoroso, resistente à ramulária, virose e bacteriose, com excelente rendimento de fibra. As sementes foram tratadas com de cloreto de mepiquat (250 g L^{-1}) nas doses de zero; 10,0; 20,0; 30,0 e 40,0 g i a kg^{-1} de sementes.

Para a aplicação do regulador via embebição as sementes foram imersas na solução com as respectivas doses por um período de 12 horas a 20°C , sendo utilizados 400 mL de solução por kg de sementes. Após o tratamento, as sementes foram secas à sombra, em local ventilado por cinco dias.

A aplicação de cloreto de mepiquat associado a polímero de revestimento foi realizada em sacos plásticos transparentes, com capacidade para 5 L, utilizando 1kg de sementes. As mesmas doses do regulador de crescimento utilizadas via embebição, sem adição de água, foram misturadas à 2 mL kg^{-1} de sementes da formulação líquida do polímero

Laborsan-Green (complexo polímero+corante), com agitação até a completa distribuição. Após o tratamento, as sementes foram secas à sombra, em local ventilado por 24 horas.

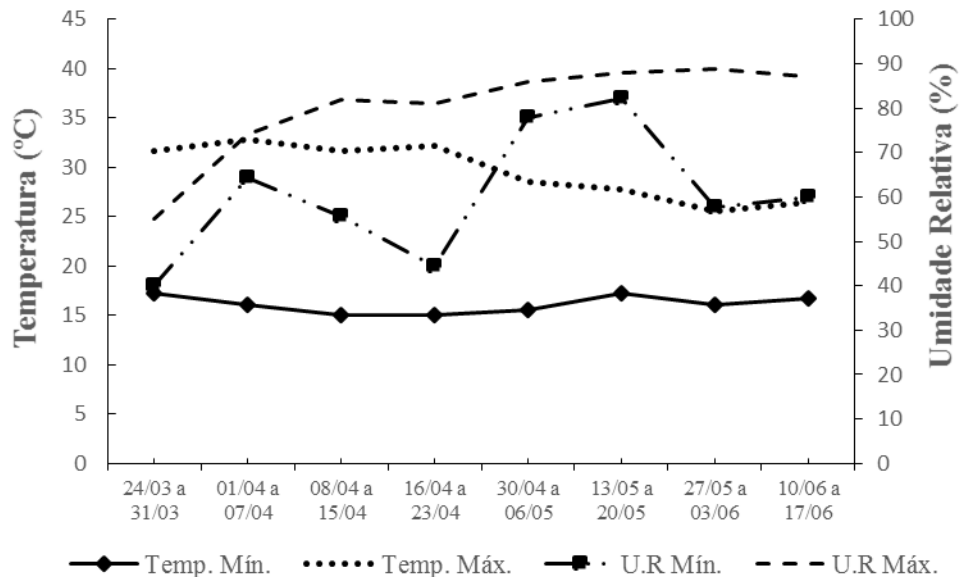
Foram semeadas cinco sementes do cultivar FMT 705 em vasos com capacidade de 2,5 L, preenchidos com mistura contendo 40% de solo, 30% de palha de arroz carbonizada e 30% de areia e adubado com 5,0 g de NPK 8-28-16 em cada vaso. O desbaste foi realizado aos sete dias após a emergência das plântulas, deixando apenas uma planta por vaso.

Determinação dos parâmetros de crescimento

A cada quinze dias após a emergência (DAE) das plântulas, até os 60 DAE, foram avaliadas a altura e a área foliar das plantas e no final do experimento avaliou-se: o diâmetro do caule, a altura de inserção do nó cotiledonar e a massa seca de caules e folhas, conforme metodologias descritas a seguir: *Altura de Planta:* Para esta determinação foi tomado o comprimento das plantas, em centímetros, entre o nível do solo e o ao ápice da planta, com o auxílio de régua graduada. *Área Foliar Estimada:* a área foliar por planta em cm² foi avaliada pelo método não destrutivo. Para as folhas cotiledonares e primeiras folhas verdadeiras cordiformes, foram consideradas as larguras e comprimentos máximos; nas folhas subsequentes, lobadas, a largura foi obtida na posição final da nervura dos lobos basais e o comprimento avaliado desde a inserção da folha no pecíolo até o ápice da folha, de acordo com a metodologia descrita por Nagashima et al. (2005). *Diâmetro do Caule:* determinado com o auxílio de paquímetro, a um centímetro da superfície do solo. *Altura de inserção cotiledonar:* esta determinação foi realizada em centímetros, medindo a distância entre o nível do solo até a inserção do nó cotiledonar com o auxílio de uma escala graduada. *Massa Seca:* para determinação da massa seca de folhas e caules, os materiais foram acondicionados em sacos de papel e levados à estufa de circulação de ar forçada 65 ± 5 °C até a obtenção da massa constante, em seguida, foram pesadas em balança com precisão de 0,01 g.

Os dados de temperatura e umidade relativa (máxima e mínima) do ar no interior da casa de vegetação, durante todo o período do experimento, foram obtidos com aparelho termohigrógrafo (Figura 4.1).

Figura 4.1- Dados de temperatura máxima e mínima (°C) e de umidade relativa do ar máxima e mínima (%) durante o período de desenvolvimento das plantas de algodão em casa de vegetação.



Fonte: Elaboração dos autores.

Cultivar DP 393

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, nas instalações do Departamento de Fisiologia de Plantas, da Universidade do Arkansas - Fayetteville - Arkansas-EUA. Sementes deslindadas do cultivar Deltapine DP 393, foram embebidas em solução de cloreto de mepiquat, seguindo o mesmo procedimento realizado para a cultivar FMT 705. A cultivar DP 393, uma variedade de ciclo e crescimento intermediário, moderadamente resistente a doenças, suscetível a nematóides, insetos e pragas (DELTA & PINE LAND COMPANY, 2005).

Para a aplicação do cloreto de mepiquat associado a polímero de revestimento de sementes, utilizou-se o polímero Cistrocoat SP-Green de formulação líquida na dose de 3 mL kg⁻¹ de sementes misturados as doses de cloreto de mepiquat, processo semelhante ao procedimento utilizado com a cultivar FMT 705.

Foram semeadas cinco sementes do cultivar DP 393 em vasos com capacidade de 2L, preenchidos com o substrato (Sunshine mix #6), com desbaste das plantas realizado aos sete dias após a emergência das plântulas, deixando-se apenas uma planta por vaso. Aplicou-se em dias alternados 150 mL de água destilada e 150 mL da solução nutritiva (HOAGLAND; ARNON 1950), diluído a 50% para fornecer a quantidade apropriada de água e de nutrientes para as plantas (Tabela 4.1).

Tabela 4.1- Constituição da solução de nutrientes aplicada durante o desenvolvimento das plantas em casa de vegetação.

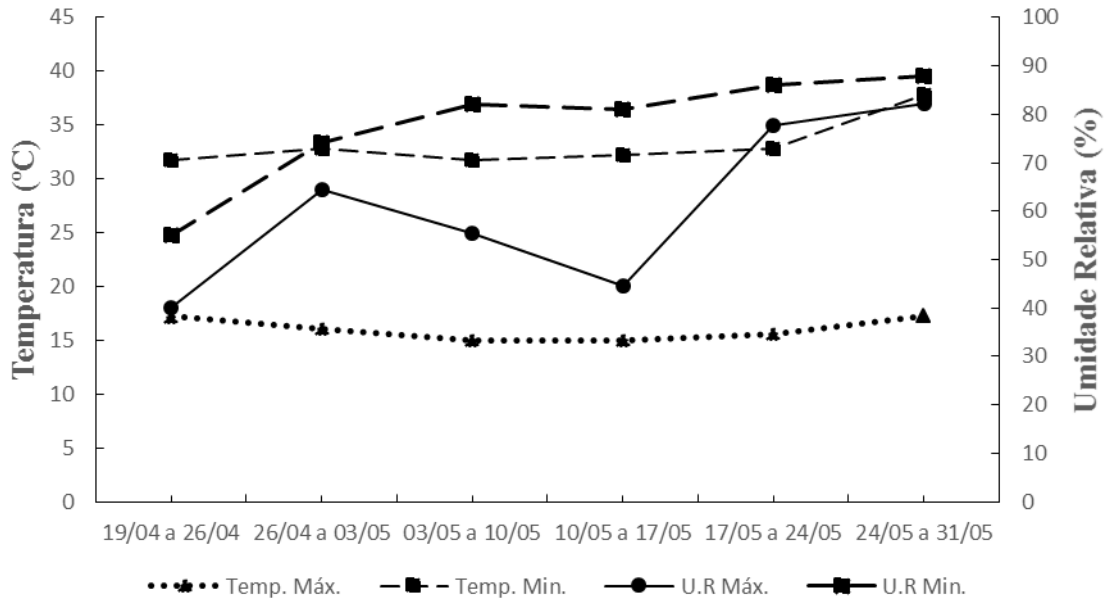
Composto	Solução Estoque		Solução Nutritiva	
	(g/ mol)	(g/mol 3.5 L)	mL/L	mL/20L
Macronutrientes				
KNO ₃	101,10	353,86	6	120
Ca (NO ₃) ₂ *4H ₂ O	236,15	826,52	4	80
NH ₄ H ₂ PO ₄	115,03	402,59	2	40
MgSO ₄	120,37	421,29	2	40
Micronutrientes	(g/ L)	(g/ 3.5 L)	1	20
MnCl ₂ *4H ₂ O	0,724	2,53		
CuSO ₄ *5H ₂ O	0,080	2,28		
H ₃ BO ₃	2,860	10,01		
MoO ₃	0,017	0,06		
ZnSO ₄ *7H ₂ O	0,220	0,77		
Solução Fe			1	20
EDTA	26,10			
FeSO ₄ 7H ₂ O	24,90			
NaOH	40,00			

Fonte: Hoagland; Arnon (1950).

Para a avaliação da eficácia e persistência do regulador de crescimento sobre o crescimento foram realizadas medições de altura e área foliar das plantas, a cada 10 dias após a emergência (DAE) das plântulas até aos 40 dias. Ainda aos 40 dias, no final do experimento, foram feitas medições de diâmetro do caule, altura da inserção cotilédonar, comprimento de raiz e massa seca de caule, folha e raiz, conforme metodologias descritas no experimento com a cultivar FMT 705, com exceção da avaliação do comprimento de raiz (cm) que foi determinado com régua graduada medindo o comprimento da raiz principal.

Os dados de temperatura e umidade relativa (máxima e mínima) do ar no interior da casa de vegetação, durante todo o período do experimento, foram obtidos com aparelho termohigrógrafo (Figura 4.2).

Figura 4.2 - Dados de temperatura máxima e mínima (°C) e de umidade relativa do ar máxima e mínima (%) durante o período de desenvolvimento das plantas de algodão em casa de vegetação.



Fonte: Elaboração dos autores.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância com desdobramento da soma dos quadrados de doses em polinômios até 2º grau. Para a análise dos dados utilizou-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

4.3 Resultados e Discussão

Cultivar FMT 705

O efeito de forma de aplicação do cloreto de mepiquat não foi verificado na maioria das avaliações realizadas com exceção para área foliar (AF) aos 15 DAE das plantas (Tabela 4.2). Foi verificado efeito de dose em todas as variáveis analisadas, com exceção do diâmetro do caule (Tabela 4.2). Cordão Sobrinho et al. (2007) relataram também não ter observado redução no diâmetro do caule de plantas de algodão ao utilizarem o mesmo regulador de crescimento em aplicação foliar. Resultados diferentes foram encontrados por Nagashima et al. (2009) ao aplicar cloreto de mepiquat em sementes via aplicação direta e embebição nas doses de 3,75 e 7,5 g i. a. kg⁻¹ e Oliveira et al. (2011) com doses zero;

5,0;10,0; 15,0 e 20,0 g i. a. kg⁻¹ sementes por embebição e aplicação, pois ambos os autores verificaram efeito significativo de doses para diâmetro do caule.

Tabela 4.2 - Resumo da análise de variância (F) para os fatores formas de aplicação, doses, interação forma x dose para altura de plantas (AP-cm), área foliar (AF-cm²), diâmetro do caule (DC-cm), altura da inserção cotiledonar (AIC-cm), massa seca de caule (MSC-g) e folhas (MSF-g) de plantas de algodão, originadas de sementes do cultivar FMT 705 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.

Variáveis	Formas	Doses	Forma*Dose	CV %
AP15 DAE	1,064 ^{ns}	8,131**	1,608 ^{ns}	21,29
AP30 DAE	0,000 ^{ns}	6,188**	1,198 ^{ns}	24,81
AP45 DAE	0,058 ^{ns}	6,993**	0,626 ^{ns}	22,88
AP60 DAE	0,000 ^{ns}	9,151**	0,424 ^{ns}	23,05
AF15 DAE	16,276**	23,143**	11,671**	27,74
AF30 DAE	0,071 ^{ns}	7,840**	0,203 ^{ns}	37,00
AF45 DAE	0,000 ^{ns}	11,194**	0,257 ^{ns}	22,70
AF60 DAE	0,001 ^{ns}	10,648**	0,270 ^{ns}	25,85
DC60 DAE	0,829 ^{ns}	2,212 ^{ns}	1,034 ^{ns}	31,10
AIC60 DAE	0,846 ^{ns}	7,728**	1,242 ^{ns}	17,04
MSC60 DAE	0,018 ^{ns}	6,719**	0,939 ^{ns}	43,79
MSF60 DAE	0,134 ^{ns}	4,922**	0,525 ^{ns}	47,46

* e **: significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. ns: não significativo

Houve efeito da interação forma x dose de cloreto de mepiquat apenas para área foliar aos 15 DAE (Tabela 4.2) com diferença significativa entre formas observada na dose 10 g i. a. kg⁻¹ de sementes evidenciando menor área foliar com o tratamento via polímero (Tabela 4.3).

Tabela 4.3- Área foliar (AF-cm) avaliada aos 15 dias após emergência (DAE) em plantas de algodão, do cultivar FMT 705, originadas de sementes tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.

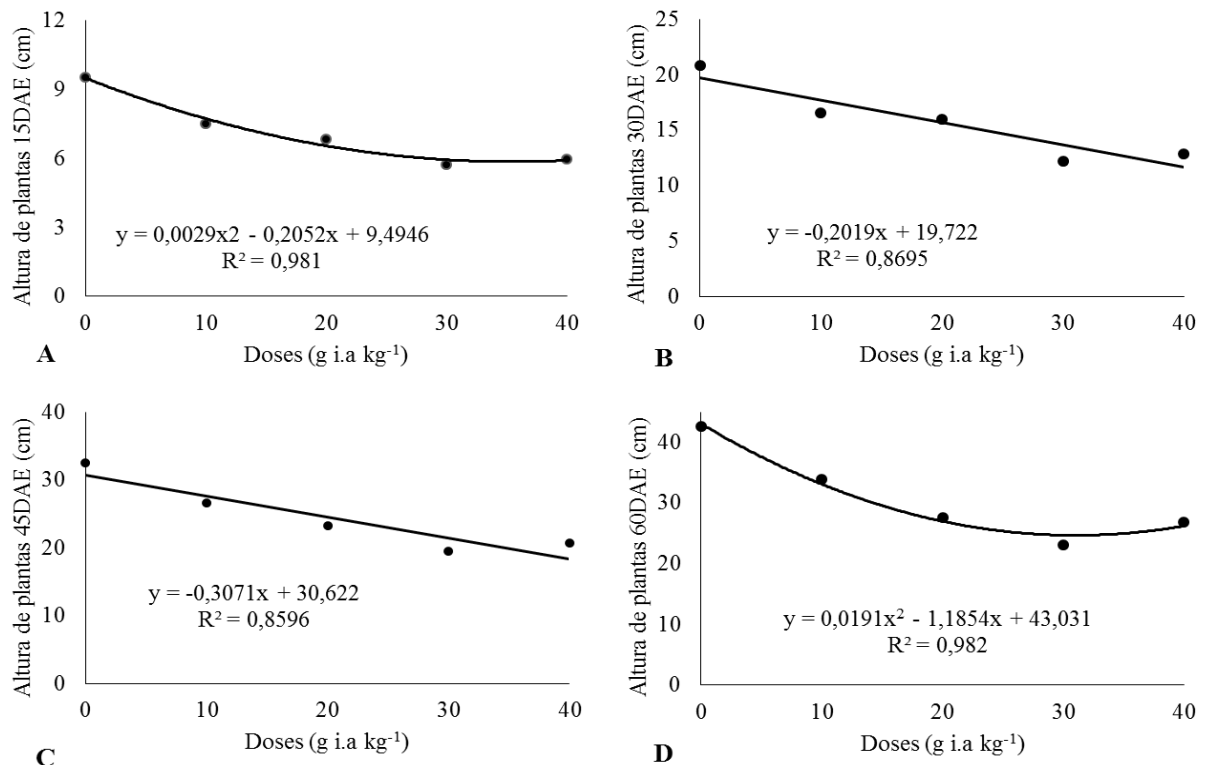
Variáveis	Formas de aplicação	Doses (g i.a. kg ⁻¹ de sementes)				
		0	10	20	30	40
AF15DAE	Embebição	38,42a	29,48b	27,54a	31,07a	25,74a
	Polímero	40,46a	26,71a	29,54a	21,21a	26,99a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, para efeito de formas de aplicação, não diferem pelo teste F a 5% de probabilidade.

A altura das plantas de algodão diminui com o aumento das doses, independente da forma de aplicação, com efeito notável dos 15 aos 60 DAE. Aos 15 e 60 DAE a redução estimada ajustou ao modelo quadrático com pontos de mínima resposta de 35,37 (Figura 4.3A) e 31,03 g i.a kg⁻¹ de sementes (Figura 4.3D). Aos 30 DAE (Figura 4.3B) e

aos 45 DAE (Figura 4.3C) a altura das plantas decresceu linearmente com o aumento das doses aplicadas.

Figura 4.3 - Altura de plantas aos 15 DAE (A), altura de plantas 30 DAE (B), altura de plantas 45 DAE (C) e altura de plantas 60 DAE (D), oriundas de sementes do cultivar FMT 705 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.



Fonte: Elaboração dos autores.

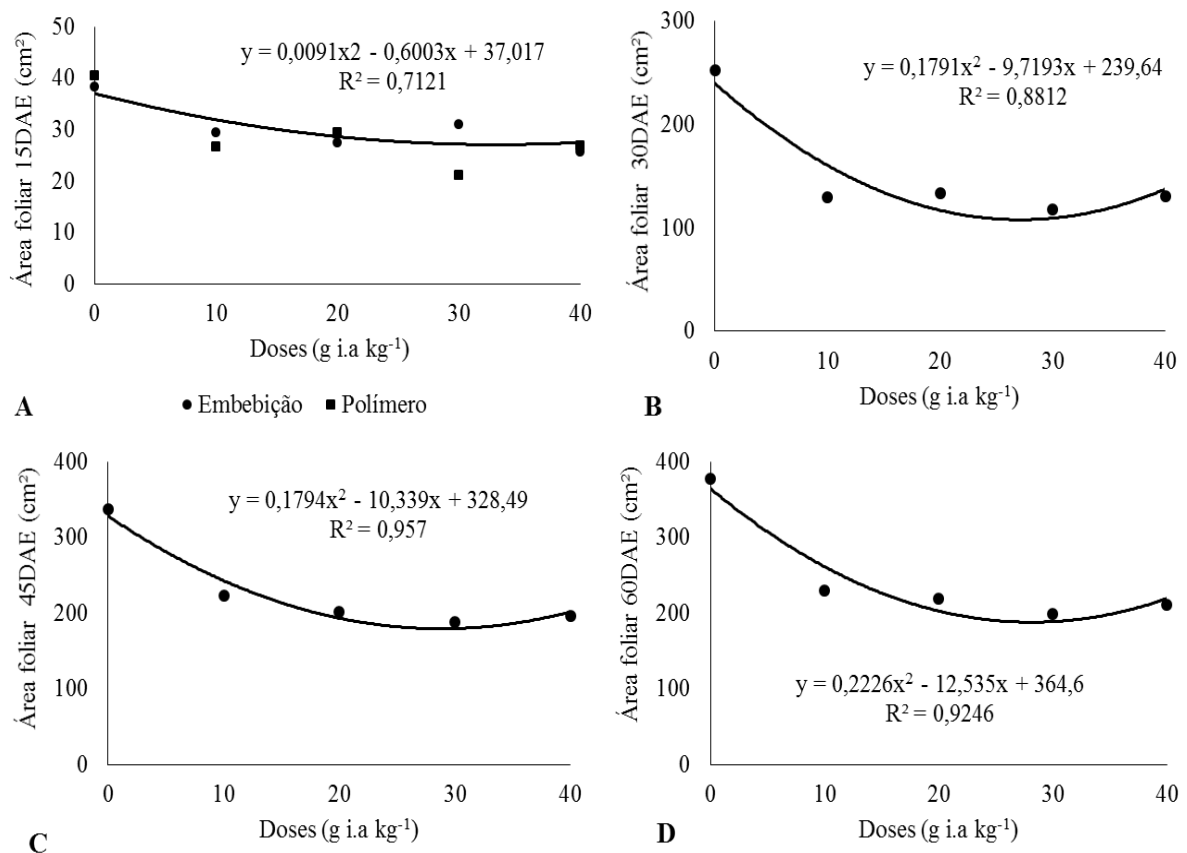
Segundo Oliveira et al. (2011) o tratamento de sementes de algodão via embebição e aplicação direta com regulador de crescimento, independente da forma de aplicação, é benéfico na redução precoce do porte de plantas. Nagashima et al. (2009) em experimento de campo, utilizaram sementes de algodão embebidas em soluções contendo cloreto de mepiquat e constataram redução na altura de plantas, com efeito visível até os 80 DAE, efeito este relacionado com o incremento das doses empregadas. Lamas et al. (2006) observaram que a ação do regulador, aplicado nas sementes, foi mantida até o início do florescimento.

A área foliar estimada também diminui com o aumento das doses de cloreto de mepiquat nas avaliações aos 15 (Figura 4.4A), 30 (Figura 4.4B), 45 (Figura 4.4C) e 60 (Figura 4.4D) dias após a emergência das plantas. Aos 15 DAE, este efeito foi observado

somente no tratamento com embebição e aos 30, 45 e 60 DAE houve apenas efeito de doses. A redução da área foliar estimada em todos os períodos é explicada por modelos quadráticos com pontos de mínima resposta em 32,98 aos 15 DAE; 27,13 ao 30 DAE; 28,82 aos 45 DAE e 28,16 g i. a. kg⁻¹ de sementes aos 60 DAE.

O efeito do cloreto de mepiquat na redução da área foliar estimada, também foi observado por Oliveira et al. (2011), que, utilizando sementes tratadas nas concentrações de zero, 5,0; 10,0; 15,0 e 20,0 g i. a. kg⁻¹ via embebição e via aplicação direta sem polímero nas sementes, verificaram que, independente da dose utilizada, ocorreu redução da área foliar, em relação ao tratamento controle. O cloreto de mepiquat inibe a expansão de folhas e pecíolos, causando redução no porte da planta (FERNÁNDEZ; COTHREN; McINNES, 1991).

Figura 4.4 - Área foliar estimada aos 15 DAE (A), aos 30 DAE (B), aos 45 DAE (C) e aos 60 DAE (D) de plantas oriundas de sementes do cultivar FMT 705 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.

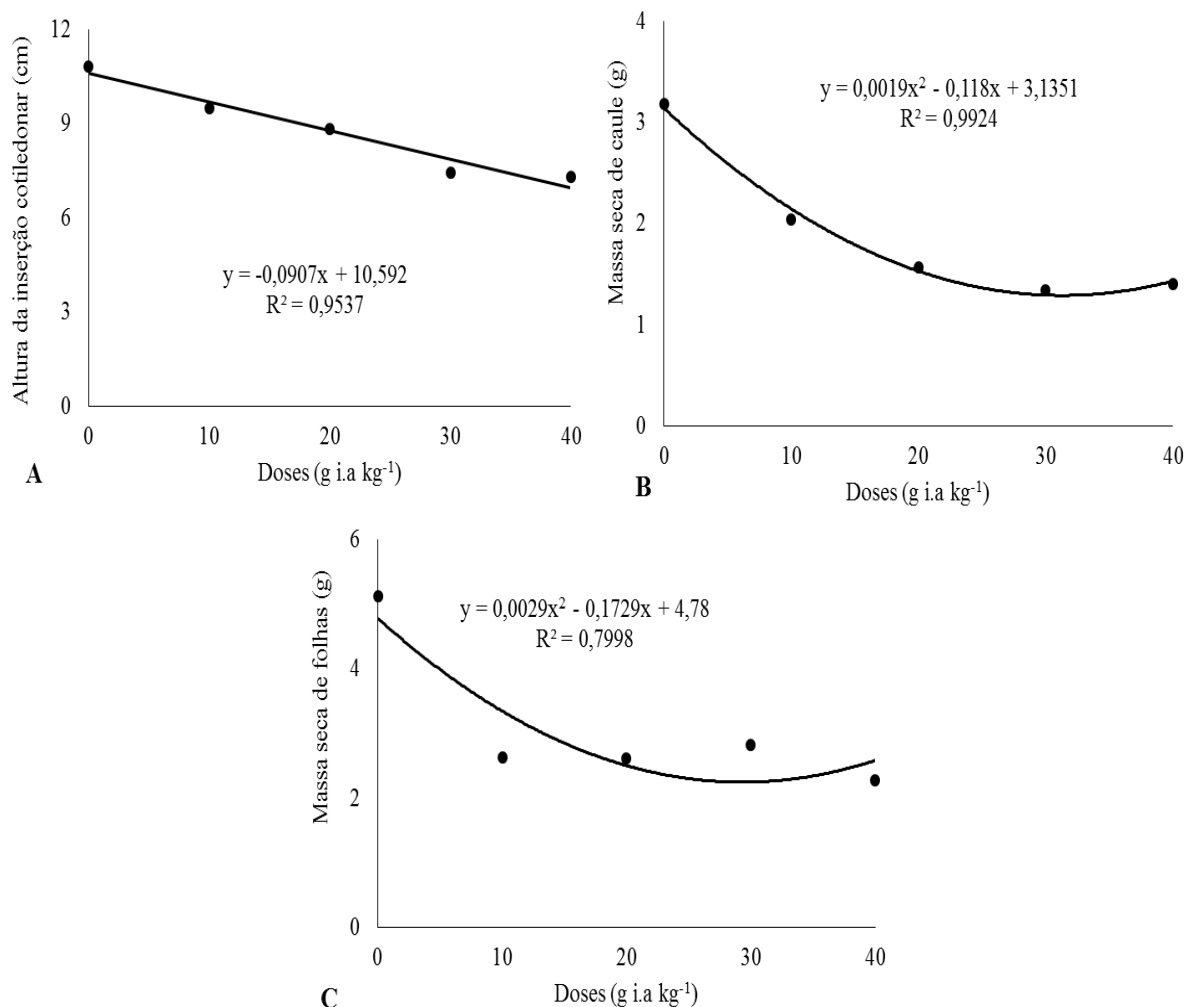


Fonte: Elaboração dos autores.

Nagashima et al. (2010) observaram que plantas originárias de sementes tratadas com cloreto de mepiquat via embebição e aplicação direta sem polímero, já aos 14 DAE exibiam área foliar reduzida. Os autores ainda relatam que aos 35 DAE os tratamentos proporcionaram diferença de área foliar em relação à testemunha e, que aos 90 DAE não foram detectadas diferenças estatísticas, evidenciando que o efeito do produto já era inexistente.

A altura da inserção cotiledonar, decresceu linearmente com o incremento das doses aplicadas (Figura 4.5A). Nagashima et al. (2007) utilizando sementes embebidas em soluções com cinco doses de cloreto de mepiquat [0,0; 0,5; 2,5; 5,0 e 7,5% (v/v)] também relatam redução na altura da inserção cotiledonar com o uso de cloreto de mepiquat via sementes.

Figura 4.5 - Altura da inserção cotiledonar, massa seca de caule e massa seca de folhas oriundas de sementes do cultivar FMT 705 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.



Fonte: Elaboração dos autores.

Tanto a massa seca de caule (Figura 4.5B) quanto a massa seca de folhas (Figura 4.5C) diminuíram com o aumento da dose, sendo o efeito explicado por modelos quadráticos com mínimas respostas em 31,05 e 29,81 g i. a. kg⁻¹ de sementes. Nagashima et al., (2010) utilizando as doses 0,0; 3,75; 7,5 g i.a kg⁻¹ de sementes e Oliveira et al., (2011) ao utilizarem as doses de 0,0; 5,0; 10,0; 15,0 e 20,0 g i.a kg⁻¹ de sementes também relatam ter observado redução de massa seca de caule.

Redução de massa seca de folhas foram verificadas por Oliveira et al. (2011) ao utilizar sementes tratadas via embebição e via aplicação direta sem polímero. Estes autores observaram que o uso de cloreto de mepiquat em doses acima de 5,0 g i. a. kg⁻¹ de sementes, reduz a área foliar e consequentemente a massa secada parte aérea. Redução de massa seca de folhas também foram verificadas por Zhao e Oosterhuis (2000) por meio de pulverizações foliares parceladas.

Cultivar DP 393

Diferenças significativas foram observadas sobre a forma de aplicação do cloreto de mepiquat nas determinações de altura de plantas aos 10, 30 e 40 dias após a emergência (DAE) das plantas, área foliar estimada aos 10, 20, 30 e 40 DAE, diâmetro do caule, massa seca de raízes, caules e folhas (Tabela 4.4).

Tabela 4.4 - Resumo da análise de variância para os fatores formas de aplicação, doses, interação forma e dose para altura de plantas (AP-cm) e área foliar (AF-cm²) avaliadas aos 10, 20, 30 e 40 dias após emergência (DAE), diâmetro do caule (DC-mm), altura da inserção cotiledonar (AIC-cm), comprimento de raiz (CR-cm), massa seca de raiz (MSR-g), massa seca de caule (MSC-g) e massa seca de folhas (MSF-g) aos 40 dias em plantas de algodão, do cultivar DP393 originadas de sementes tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.

Variáveis	Forma	Dose	Forma*Dose	CV%
AP10 DAE	6,25**	58,02**	5,72**	9,96
AP20 DAE	3,64 ^{ns}	22,80**	7,54**	10,93
AP30 DAE	5,20*	10,92**	2,45 ^{ns}	11,80
AP40 DAE	44,72**	89,92**	15,67**	3,58
AF10 DAE	3,85*	2,04 ^{ns}	0,38 ^{ns}	19,54
AF20 DAE	8,32**	0,43 ^{ns}	1,19 ^{ns}	24,50
AF30 DAE	15,63**	6,93**	2,75*	22,81
AF40 DAE	17,86**	1,21 ^{ns}	1,72 ^{ns}	20,42
DC40 DAE	31,49**	3,35**	2,62**	9,36
AIC40 DAE	1,90 ^{ns}	9,12**	4,18**	12,60
CR40 DAE	2,45 ^{ns}	0,82 ^{ns}	3,26**	21,47
MSR40 DAE	12,33**	2,03 ^{ns}	1,84 ^{ns}	9,64
MSC40 DAE	7,76**	2,25 ^{ns}	2,16 ^{ns}	20,90
MSF40 DAE	15,48**	2,60 ^{ns}	2,821**	20,89

* e **: significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. ns: não significativo.

Efeito significativo de doses, independente da forma de fornecimento do regulador, foram observados na altura de plantas avaliadas aos 10; 20; 30 e 40 dias após a emergência (DAE) e na área foliar estimada aos 30 DAE. Ainda foram observadas diferenças de dose no diâmetro do caule e na altura da inserção cotiledonar (Tabela 4.4).

Interação significativa dos fatores formas de aplicação do cloreto de mepiquat x doses foi verificado para altura de plantas avaliadas aos 10, 20 e 40 DAE, área foliar estimada aos 30 DAE, diâmetro do caule, altura da inserção cotiledonar, comprimento de raiz e massa seca de folhas (Tabela 4.5).

Tabela 4.5- Altura de plantas (AP-cm), área foliar (AF-cm) avaliadas aos 10, 20, 30 e 40 dias após emergência (DAE) e diâmetro do caule (DC/mm), altura da inserção cotiledonar (AIC-cm) e comprimento de raiz (CR-cm) aos 40 dias em plantas de algodão, do cultivar DP393, originadas de sementes tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.

Variáveis	Formas de aplicação	Doses (g i.a. kg ⁻¹ de sementes)				
		0	10	20	30	40
AP10 DAE	Embebição	12,15a	6,63a	5,57a	6,43a	6,85a
	Polímero	11,03a	8,00b	8,05b	6,28a	7,55a
AP20 DAE	Embebição	17,78a	11,50a	9,83a	10,28a	10,75a
	Polímero	18,20a	13,35a	13,65b	11,00a	11,90a
AP40 DAE	Embebição	49,20a	37,40a	34,63a	34,75a	36,25a
	Polímero	46,70a	41,53b	42,15b	35,28a	41,70b
AF30 DAE	Embebição	403,17a	308,19a	195,46a	221,05a	254,08a
	Polímero	428,98a	393,08b	363,66a	344,51b	264,96a
DC40 DAE	Embebição	6,25a	5,38a	4,63a	4,75a	5,50a
	Polímero	6,28a	6,25a	6,15b	6,15b	6,43b
AIC40 DAE	Embebição	13,20a	8,55a	8,13a	8,25a	9,78a
	Polímero	12,07a	10,25a	10,58b	9,18a	9,53a
CR40 DAE	Embebição	24,95a	25,75a	15,43b	22,38b	24,80a
	Polímero	20,33a	22,38a	29,43a	33,10a	24,55a
MSF40 DAE	Embebição	5,75a	4,91a	2,71a	3,78a	3,89a
	Polímero	5,61a	5,18a	5,52b	5,58b	5,46b

Médias seguidas de mesma letra na coluna, para efeito de formas de aplicação, não diferem pelo teste F a 5% de probabilidade.

Diferenças significativas entre formas de aplicação foram observadas nas doses 10 e 20 g i. a. kg⁻¹ com maior redução na altura das plantas aos 10, 20 e 40 DAE e área foliar aos 30 DAE nas doses 10 e 30 g i. a. kg⁻¹ de sementes; diâmetro do caule e massa seca de folhas nas doses 20, 30 e 40 g i. a. kg⁻¹ de sementes; altura da inserção cotiledonar na dose 30 g i. a. kg⁻¹ de sementes; comprimento de raiz nas doses 20 e 30 g i. a. kg⁻¹ de sementes com o tratamento via embebição (Tabela 4.5). Concordando com os dados obtidos por Nagashima et al. (2005) e Oliveira et al. (2011) que obtiveram resultados promissores e mostraram que o

cloreto de mepiquat via embebição ou aplicação direta sem polímero é capaz de reduzir porte, área foliar, diâmetro do caule, altura da inserção cotiledonar e massa seca de folhas.

Para altura de plantas aos 30 dias após a emergência (DAE) e área foliar estimada aos 10, 20 e 40 DAE, houve efeito da forma de aplicação, independentes das doses do cloreto de mepiquat utilizadas, evidenciando maior redução na altura das plantas e na área foliar com a aplicação via embebição (Tabela 4.6).

O uso do cloreto de mepiquat via embebição também proporcionou menor massa seca de raiz e de caule em relação ao tratamento com polímero de revestimento (Tabela 4.6).

Tabela 4.6 – Altura média de plantas (AP-cm) aos 30 DAE, área foliar (AF-cm) avaliadas aos 10, 20 e 40 dias após emergência (DAE), massa seca de raiz (MSR-g) e massa seca de caule (MSC-g), oriundas de sementes do cultivar DP 393 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.

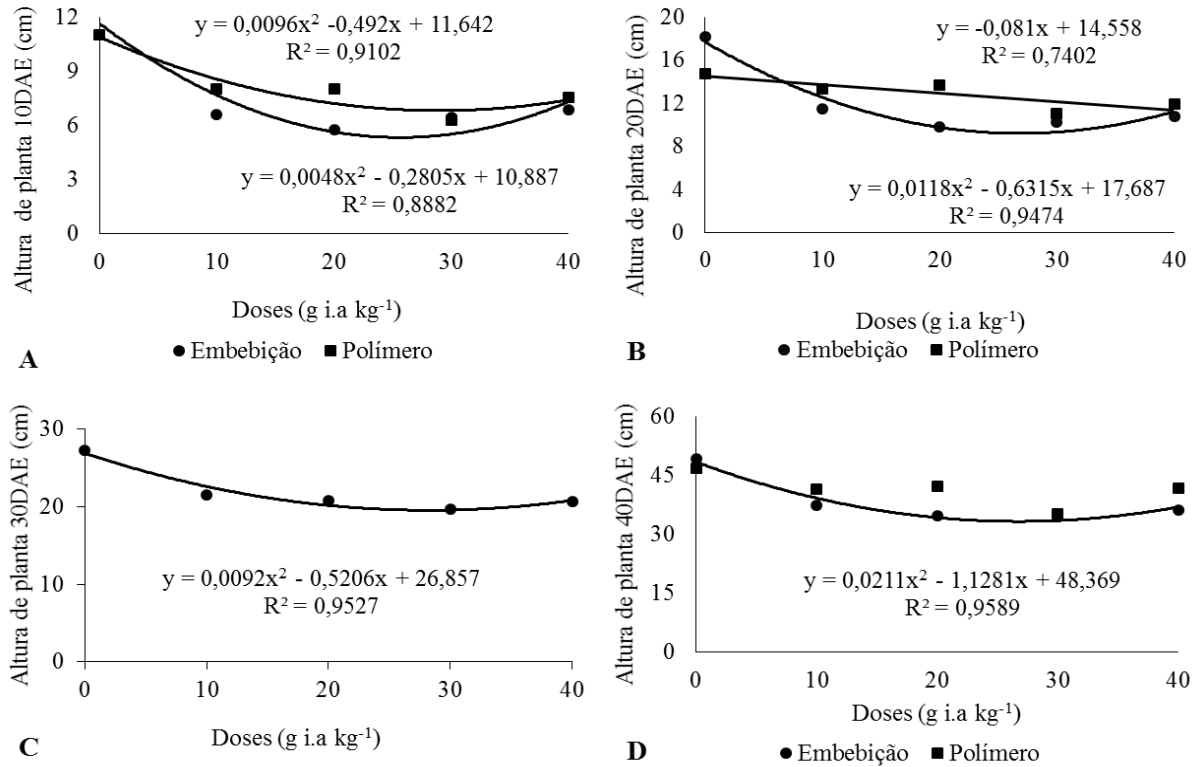
Formas de aplicação	Variáveis					
	AP30DAE	AF10DAE	AF20DAE	AF40DAE	MSR40DAE	MSC40DAE
Embebição	21,04 a	31,56 a	87,32 a	766,44 a	1,36b	1,65b
Polímero	22,91 b	35,64 b	109,30 b	808,68 b	1,51a	1,99a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, para efeito de formas de aplicação, não diferem pelo teste F a 5% de probabilidade.

A altura de plantas diminui com o aumento de dose do cloreto de mepiquat, independente da forma de aplicação. A redução da altura de plantas com interação forma x doses ocorreu para a maioria dos períodos avaliados com exceção aos 30 DAE, tais reduções são explicadas por modelos quadráticos com resposta mínima em 25,63 para embebição e 29,22 cm para polímero aos 10 DAE (Figura 4.6A); resposta máxima de 26,76cm aos 20 DAE (Figura 4.6B) para embebição e linear para polímero; resposta mínima 28,29 cm aos 30 DAE (Figura 4.6C) e máxima resposta de 26,73 cm g i. a. kg⁻¹ de sementes para embebição aos 40 DAE, sem ajuste para a aplicação com polímero de revestimento (Figura 4.6D).

Nagashima et al. (2010) e Oliveira (2011) ao utilizarem sementes tratadas com cloreto de mepiquat pelo método de embebição ou aplicação direta e doses menores que as utilizadas neste estudo, independente da forma empregada, também verificaram efeito na redução da altura do algodão, com o acréscimo das doses. Nagashima et al. (2007; 2009) utilizando sementes de algodão embebidas em soluções com cloreto de mepiquat, observaram plantas com menor estatura, com efeito mantido até 31 DAE (2007) em casa de vegetação e, em condições de campo, observaram permanência do efeito até aos 80 DAE (2009), sendo a redução relacionada com o aumento da dose empregada.

Figura 4.6- Altura de planta aos 10, 20, 30 e 40 DAE, oriundas de sementes do cultivar DP 393 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.



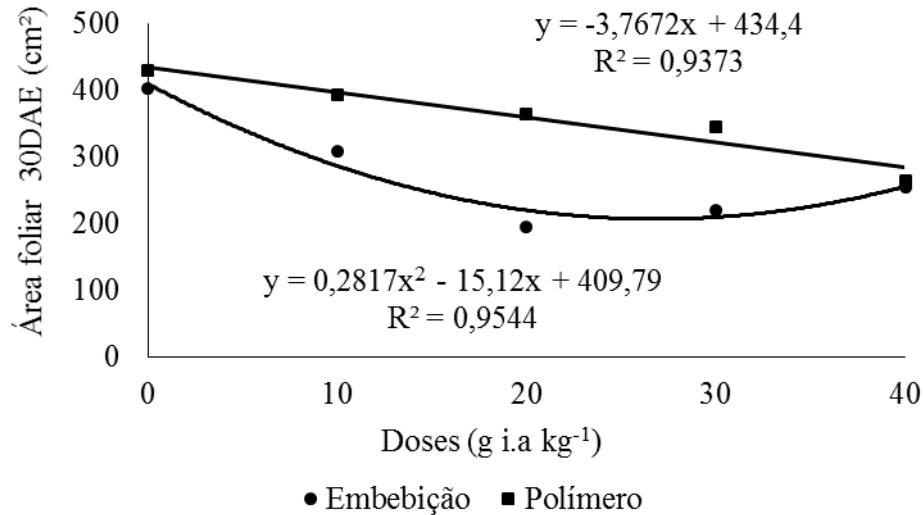
Fonte: Elaboração dos autores.

Redução na área foliar estimada foi observada aos 30 DAE, ajustando ao modelo quadrático com resposta mínima de 26,84 cm para a forma de aplicação via embebição e ajuste linear para a aplicação do cloreto de mepiquat associado a polímero de revestimento (Figura 4.7).

Efeitos similares foram observados por Oliveira et al. (2011), ao utilizar sementes tratadas com cloreto de mepiquat via embebição e aplicação direta sem polímero nas doses zero; 5,0; 10,0; 15,0 e 20,0 g i. a. kg⁻¹ de sementes verificaram que, independente da dose utilizada, ocorreu redução da área foliar, em relação ao tratamento controle e esta redução foi mantida até aos 28 DAE. Segundo Nagashima et al. (2010), o cloreto de mepiquat inibe a expansão de folhas, promovendo a redução da altura da planta de forma expressiva até aos 35 DAE.

A diminuição da área foliar do algodão pelo uso de cloreto de mepiquat ocorre, possivelmente, pela redução na expansão foliar, em virtude do efeito desse redutor de

Figura 4.7 - Área foliar estimada aos 30 DAE oriundas de sementes do cultivar DP 393 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.



Fonte: Elaboração dos autores.

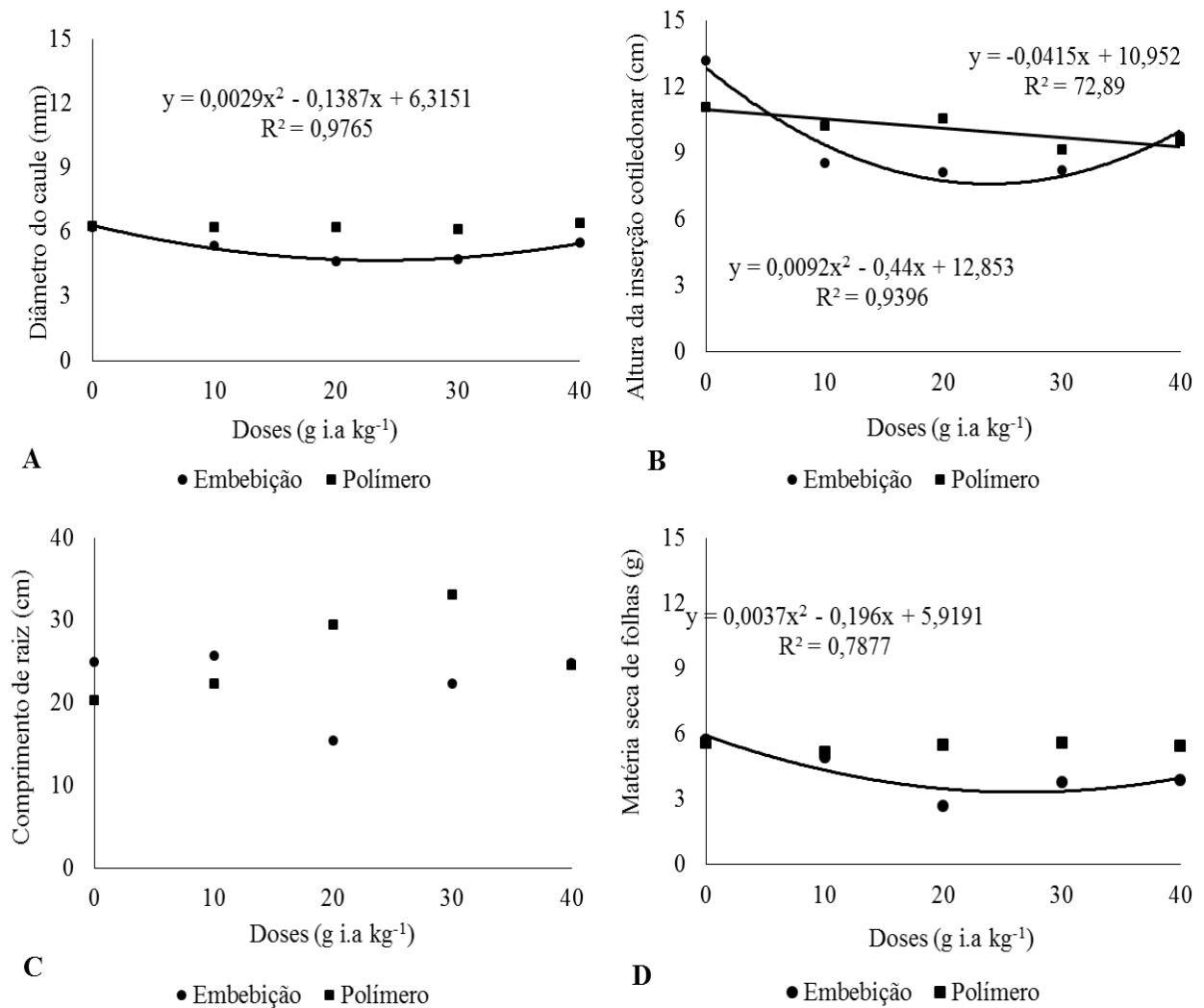
crescimento sobre a diminuição da síntese de ácido giberélico (COTHREN; OOSTERHUIS, 2009), hormônio este, responsável pela divisão e expansão celular (TAIZ; ZEIGER, 2009). A diminuição da síntese de giberelinas igualmente reduz o crescimento das plantas (TEIXEIRA et al., 2008) e com isso ocorre menor emissão de folhas e conseqüentemente a redução da área foliar.

A aplicação do regulador de crescimento via embebição de sementes proporcionou menor diâmetro do caule, quando comparado à aplicação do cloreto de mepiquat associado com polímero nas doses de 20; 30 e 40 g i. a. kg⁻¹ de sementes (Tabela 4.5), com ajuste polinomial com resposta mínima de 23,91 g i. a. kg⁻¹ de sementes para embebição e para a aplicação via polímero não houve ajuste (Figura 4.8A). Nagashima et al. (2011) também observou reduções no diâmetro do caule ao utilizar a forma de aplicação via utilizando solução de cloreto de mepiquat na concentração de 2,0 g do princípio ativo via embebição de sementes do cultivar Delta Opal.

A altura da inserção cotiledonar foi menor nas doses 10 e 20 g i.a. kg⁻¹ de sementes via embebição das sementes, quando comparado a aplicação do cloreto de mepiquat associado a polímero de revestimento (Tabela 4.5). O efeito das doses, no tratamento via embebição pode ser explicado por um modelo quadrático, com ponto mínimo de 23,91 cm g i.a. kg⁻¹ de sementes e um modelo linear para a forma associado a polímero (Figura 4.8B). Nagashima et al. (2007) utilizando as doses zero; 0,5; 2,5; 5,0 e 7,5% do princípio ativo do

cloreto de mepiquat e Chiavegato et al. (2009) utilizando a dose 0,77 g i.a. kg⁻¹ de sementes também constataram redução na altura da inserção cotiledonar em função da aplicação de cloreto de mepiquat via tratamento de sementes.

Figura 4.8- Diâmetro do caule, altura da inserção cotiledonar, comprimento de raiz e massa seca de folhas, oriundas de sementes do cultivar DP 393 tratadas com cloreto de mepiquat via embebição ou associado a polímero de revestimento.



Fonte: Elaboração dos autores.

O tratamento cloreto de mepiquat associado a polímero nas doses 20 e 30 g i. a. kg⁻¹ de sementes proporcionou maior crescimento de raiz, quando comparado ao tratamento via embebição (Tabela 4.5), porém mesmo com diferenças de doses não houve ajustes (Figura 4.8C). Xu e Taylor (1992) verificaram maior crescimento da raiz com a dose

de 0,5 g i.a. kg⁻¹ de cloreto de mepiquat, mas Khan e Hayat (2005) não observaram efeito do tratamento de sementes com cloreto de mepiquat sobre crescimento radicular.

Com relação à massa seca de folhas foi observado menor massa ao utilizar o cloreto de mepiquat via embebição com as doses de 20; 30 e 40 g i.a. kg⁻¹ de sementes, quando comparado à aplicação de cloreto de mepiquat associado a polímero de revestimento (Tabela 4.5). Para o tratamento via embebição houve ajuste quadrático com ponto de mínima em 26,48 g i. a. kg⁻¹ de sementes e, para a aplicação com polímero não houve ajuste (Figura 4.6D). Os resultados obtidos corroboram com Nagashima et al. (2005) e Oliveira et al. (2011), que ao utilizar sementes tratadas por embebição e aplicação direta sem polímero, notaram que o uso de cloreto de mepiquat reduz a área foliar e conseqüentemente a massa seca da parte aérea de plantas de algodão.

De modo geral, os trabalhos citados na literatura com reguladores de crescimento aplicados via tratamento de sementes na cultura do algodão resultam em subsídios de que, esta técnica promove redução da massa seca da parte aérea (folhas e caules) de plantas durante o desenvolvimento inicial (fase vegetativa), independente da forma de aplicação e dose aplicada (KHAN; HAYAT, 2005; NAGASHIMA et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2011).

As formas de aplicação do cloreto de mepiquat via embebição e associado a polímero de revestimento de sementes de algodão demonstraram resultados positivos com relação à redução do porte da planta.

O uso de redutores de crescimento na cultura do algodão é crescente para a aquisição de plantas com menor porte, especialmente, para se obter sucesso do sistema adensado de cultivo. Porém, compreendendo a complexidade do algodão, sabe-se que seu crescimento é fortemente influenciado pelos fatores clima, fertilidade, cultivar, população de plantas, uso de redutores de crescimento, entre outros. Devido a estes fatores, considera-se importante pesquisas mais aprofundadas para obtenção de melhor conhecimento sobre o gerenciamento hormonal do crescimento do algodão para fundamentar prováveis recomendações de uso de redutores de crescimento como: formas de aplicação e doses de cloreto de mepiquat que não interfira no rendimento, na produtividade e na qualidade de fibra do algodão.

4.4 Conclusões

O cloreto de mepiquat nas doses de 10; 20; 30 e 40 g i.a. kg⁻¹ de sementes reduz o porte das plantas de algodão, podendo ser utilizado no tratamento de sementes, tanto por embebição quanto associado a polímero de revestimento.

As reduções do crescimento em altura das plantas de algodão respondem proporcionalmente ao aumento da dose de cloreto de mepiquat, independente da forma de aplicação.

A eficácia e a permanência do efeito de cloreto de mepiquat sobre o desenvolvimento das plantas de algodão persiste até os 40 e 60 dias após a emergência das plantas, independente da forma de aplicação e dose empregada para as cultivares FMT 705 e DP 393, respectivamente.

5 ARTIGO C:

ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS DE PLANTAS DE ALGODÃO AO CLORETO DE MEPIQUAT APLICADO VIA SEMENTES

RESUMO– O tratamento químico de sementes associado aos polímeros de revestimento é utilizado com o propósito de melhor fixação do ingrediente ativo e manutenção do produto armazenado sem perda da eficiência. A aplicação de cloreto de mepiquat foliar ou via sementes, proporciona algodões com menor porte, mas provoca mudanças na morfologia e nas relações de energia das folhas. O objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros fisiológicos de plantas de algodão em resposta ao tratamento de sementes com cloreto de mepiquat em diferentes doses via embebição ou associado a polímero revestimento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 5x2 (doses x formas de aplicação via sementes), independente para cada período de armazenamento. Sementes do cultivar DP 393 foram tratadas com cloreto de mepiquat nas doses zero; 10; 20; 30 e 40 g i.a. kg⁻¹ de sementes via embebição ou associado a polímero de revestimento e, após o tratamento, as sementes foram armazenadas. Ao zero; 30; 60; 90 e 120 dias de armazenamento, após a aplicação dos tratamentos, as sementes foram semeadas em vasos e aos 20, 30 e 40 DAE das plantas foi determinada a condutância estomática. Ainda aos 40 DAE foram avaliados o teor de clorofila e a eficiência fotossintética das plantas, por meio de medições de rendimento quântico fotossintético de PSII e taxa de transporte de elétrons. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. Independente da forma de aplicação (embebição ou com polímero) o cloreto de mepiquat interfere no processo de trocas gasosas, nos pigmentos fotossintetizantes e na atividade fotossintética com intensidade relacionada ao aumento da dose utilizada. A aplicação do cloreto de mepiquat via embebição apresenta aspectos favoráveis (maior teor de pigmentos fotossintetizantes), sobre os parâmetros fisiológicos das plantas de algodão o que pode resultar em plantas com eficiência fotossintética melhorada.

Palavras - chave - *Gossypium hirsutum* L, regulador de crescimento, polímero, fotossíntese, trocas gasosas.

PHYSIOLOGICAL ALTERATIONS OF COTTON PLANTS TO THE MEPIQUAT OF CHLORIDE APPLIED ON SEEDS

ABSTRACT: The seed chemical treatment combined with polymer coating is used with the purpose of better fixation of the active ingredient and to maintain the product stored at room temperature without loss of efficiency. The application of mepiquat chloride provides smaller cotton plants, but causes changes in morphology and at the energy relationships of leaves. The objective of this study was to evaluate physiological parameters of cotton plants in response to seed treatment with mepiquat chloride. The experimental was completely randomized design with four replications in a factorial scheme 5x2 (doses x application forms), independent for each storage period. Seeds of cultivar DP 393 were treated with mepiquat chloride at dose of zero, 10,0; 20,0; 30,0 e 40,0 g a. i. kg⁻¹ of seeds. At the periods of zero, 30, 60, 90 and 120 days after application of the treatments, the seeds were sown in pots and was determined the stomatal conductance at 20, 30 and 40 days after plant emergence were evaluated. Also at 40 DAE the chlorophyll content and photosynthetic efficiency of plants. Data were subjected to analysis of variance and regression. Independent of the application form (imbibition or with polymer) the mepiquat chloride interferes in process of the gas exchange, photosynthetic pigments and photosynthetic activity with increasing dose. The application of mepiquat chloride via imbibition presents aspects favorable (higher content of photosynthetic pigments) on the physiological parameters cotton plants which can result in plants with improved photosynthetic efficiency.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L., growth regulator, polymer, photosynthesis, gas exchange.

5.1 Introdução

Películas de revestimento em associação a tratamentos químicos têm sido estudadas, a fim de aumentar a aderência dos produtos químicos nas sementes, dentre outros objetivos (LIMA et al., 2006). A peliculização com polímeros melhora a plantabilidade, devido a melhor fluidez das sementes na semeadura, reduz a ocorrência de falhas ou duplicidade de deposição de sementes no sulco e garante maior segurança durante o seu manuseio por diminuir a formação de poeira e conseqüentemente, a exposição dos operadores aos produtos químicos tóxicos adicionados às sementes (AVELAR et al., 2012). Assim, o uso de revestimento de sementes com polímero natural ou sintético ganhou rápida aceitação pela indústria de sementes (TEKRONY, 2006).

Em condições adequadas de armazenagem, as películas de revestimento proporcionam proteção contra a deterioração da semente, por gerar uma barreira que impede à captação de umidade do ambiente, promovendo a ela maior vida útil (PEREIRA et al., 2007; GIANG; GOWDA 2007; KUNKUR et al, 2007).

O revestimento de sementes com polímeros é utilizado no tratamento químico de sementes como material de reforço, na aplicação de fungicida e inseticida sem alterar a forma da semente (BAYS et al., 2007). Contudo, apresentam potencial para combinação a outros produtos como nutrientes, bioestimulantes e a possibilidade de uso associado com redutores de crescimento via sementes no caso do algodão.

Reguladores de crescimento de plantas são utilizados em baixas concentrações com a finalidade de reduzir a altura da planta de algodão, pois inibem a biossíntese de giberelina, o que implica na diminuição do alongamento celular, resultando em menor crescimento das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

A redução do comprimento do entrenó é causada pelos efeitos inibitórios dos reguladores de crescimento na divisão e alongamento do meristema sub-apical sem restringir a função do meristema apical, que é responsável pelo crescimento do caule e extensão (ALMEIDA; ROSOLEM, 2012). Desta forma, a redução do alongamento das células resulta também na diminuição da área foliar o que pode melhorar a penetração da luz no dossel, contribuindo para a abertura mais rápida e uniforme dos frutos (SOUZA; ROSOLEM, 2007; COTHREN; OOSTERHUIS, 2009).

Segundo Gausman et al. (1979) a aplicação do regulador de crescimento cloreto de mepiquat reduz a área foliar e aumenta concentração de clorofila do algodão, enquanto a relação de clorofila *a/b* diminui, indicando possível mudança nas relações de

energia no interior das folhas, influenciando a eficiência fotossintética, que, conforme Marur (1998), é melhorada. Em contrapartida, Reddy et al. (1996) observaram que, apesar do maior teor de clorofila, a aplicação de cloreto de mepiquat reduz a fotossíntese líquida, com perda da capacidade fotossintética.

Tradicionalmente, os reguladores de crescimento são aplicados via pulverização foliar e atualmente com resultados promissores, pesquisas relatam o uso do regulador de crescimento em sementes, a fim de reduzir a altura da planta de algodão, com a vantagem de assegurar o controle do desenvolvimento das plantas, desde a emergência, independente das condições adversas para a aplicação, como ocorre na estação chuvosa (SOUZA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2011). A forma mais utilizada da aplicação do regulador de crescimento em sementes é a embebição, um método trabalhoso e demorado.

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros fisiológicos de plantas de algodão em resposta ao tratamento de sementes com cloreto de mepiquat em diferentes doses via embebição ou associado a polímero revestimento.

5.2 Material e Métodos

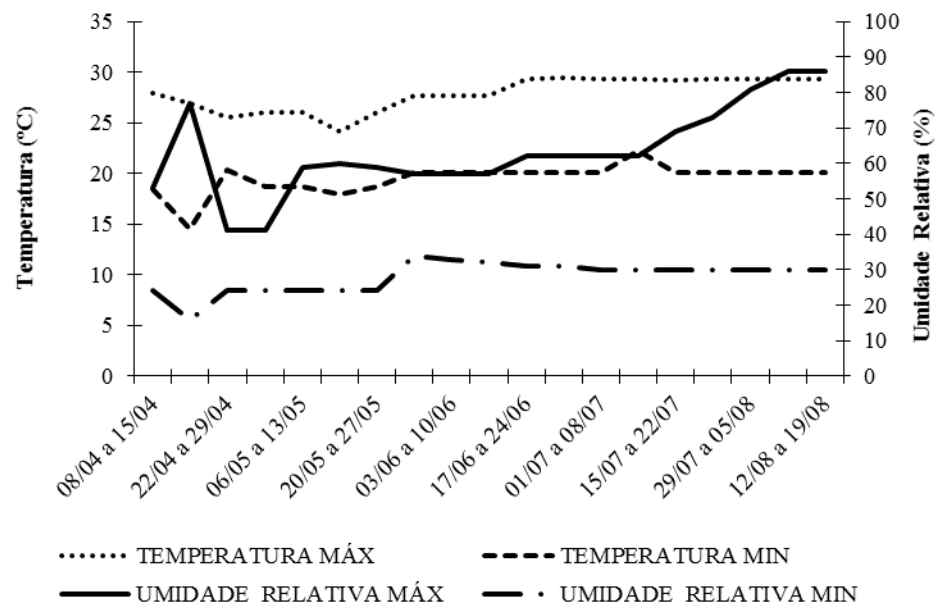
O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Fisiologia de Plantas, da Universidade do Arkansas - Fayetteville-Arkansas- EUA. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2, correspondente a cinco doses de cloreto de mepiquat e duas formas de aplicação via sementes (embebição e aplicação associada a polímero), totalizando 10 tratamentos, com quatro repetições.

Sementes de algodão deslintadas do cultivar Deltapine DP 393 foram embebidas em solução de cloreto de mepiquat (250 g L^{-1}) nas doses de zero; 10,0; 20,0; 30,0 e 40,0 g i. a kg^{-1} de sementes, por um período de 12 horas a $20 \text{ }^\circ\text{C}$, sendo utilizados 400 mL de solução por kg de sementes (IQBAL et al., 2005). Após o tratamento, as sementes foram secas à sombra, em local ventilado por cinco dias.

A aplicação de cloreto de mepiquat associado a polímero de revestimento foi realizado em sacos plásticos transparentes, com capacidade para 5L contendo 1 kg de sementes. As mesmas doses sem adição de água do regulador de crescimento utilizadas via embebição, foram misturadas à formulação líquida do polímero (Cistrocoat SP-Green) na dose de 3 mL kg^{-1} de sementes, com agitação até a completa distribuição. Após o tratamento, as sementes foram secas à sombra, em local ventilado por 24 horas e, armazenadas em sacos

de papel tipo “Kraft” por 120 dias em condições não controladas. Os dados de temperatura e umidade relativa (máxima e mínima) do ar durante o período de armazenamento, obtidos com aparelho termohigrógrafo são apresentados na Figura 5.1.

Figura 5.1 - Dados de temperatura máxima e mínima (°C) e de umidade relativa do ar máxima e mínima (%) durante o período do armazenamento das sementes de algodão sob condições ambientais não controladas.



Fonte: Elaboração dos autores.

Nos períodos de zero, 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento das sementes tratadas, as mesmas foram semeadas em vasos com capacidade de 1 L, preenchidos com substrato comercial (Sunshine mix #6). Forma semeada cinco sementes por vaso, com desbaste realizado aos sete dias após a emergência das plântulas, deixando apenas uma planta por vaso. Aplicou-se em dias alternados 150 mL de água destilada e 150 mL da solução nutritiva (HOAGLAND; ARNON 1950), diluída a 50% para fornecer a quantidade apropriada de água e de nutrientes para as plantas (Tabela 5.1).

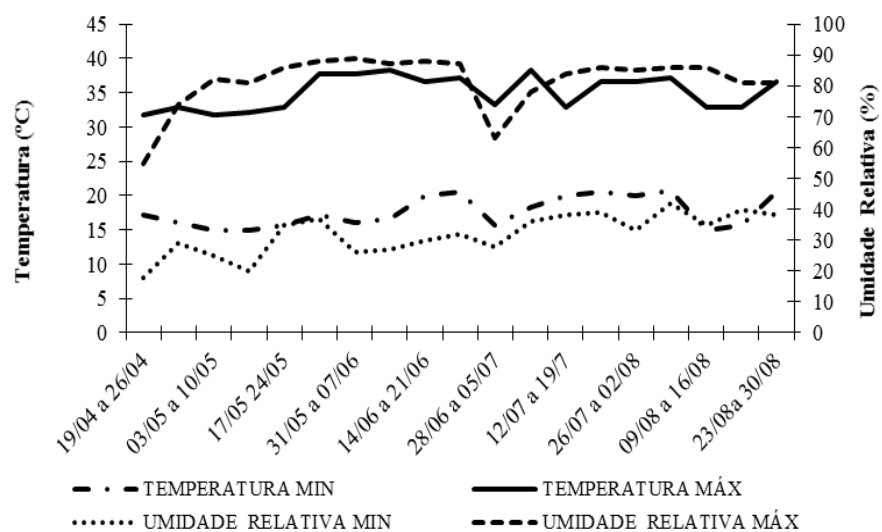
Tabela 5.1- Constituição da solução de nutrientes aplicada durante o desenvolvimento das plantas em casa de vegetação.

Composto	Solução Estoque		Solução Nutritiva	
	(g/ mol)	(g/mol 3.5 L)	mL/L	mL/20L
Macronutrientes	(g/ mol)	(g/mol 3.5 L)	mL/L	mL/20L
KNO ₃	101,10	353,86	6	120
Ca (NO ₃) ₂ *4H ₂ O	236,15	826,52	4	80
NH ₄ H ₂ PO ₄	115,03	402,59	2	40
MgSO ₄	120,37	421,29	2	40
Macronutrientes	(g/ L)	(g/ 3.5 L)	1	20
MnCl ₂ *4H ₂ O	0,724	2,53		
CuSO ₄ *5H ₂ O	0,080	2,28		
H ₃ BO ₃	2,860	10,01		
MoO ₃	0,017	0,06		
ZnSO ₄ *7H ₂ O	0,220	0,77		
Solução Fe			1	20
EDTA	26,10			
FeSO ₄ .7H ₂ O	24,90			
NaOH	40,00			

Fonte: Hoagland e Arnon, 1950.

Os dados de temperatura e umidade relativa (máxima e mínima) do ar no interior da casa de vegetação, durante todo o período do experimento, foram obtidos com aparelho termohigrógrafo (Figura 5.2).

Figura 5.2 - Dados de temperatura máxima e mínima (°C) e de umidade relativa do ar máxima e mínima (%) durante o período de desenvolvimento das plantas de algodão em casa de vegetação.



Fonte: Elaboração dos autores.

Aos 20, 30 e 40 dias após a emergência das plantas foram realizadas leituras de condutância estomática. Aos 40 dias, foram feitas ainda medições do teor de clorofila e de eficiência fotossintética. *Condutância estomática* ($mmol\ m^{-2}S^{-1}$): foi determinada com porômetro IRGA, Li-6200, com medições feitas no limbo da terceira e quarta folha, com a contagem iniciando a partir do ápice da planta, considerando como primeira folha, aquela mais recentemente expandida e com tamanho mínimo de 2,5 cm. As medidas foram realizadas no período da manhã, entre 9:00 h - 11:00 h. *Teor de clorofila*: para a análise de pigmentos, foram coletados dois discos foliares, sendo um disco da quinta folha e um da sexta, os quais foram mantidos em 1,5 mL de dimetilformamida por 48 h para extração de clorofilas (*a* e *b*) e carotenoides. Após a incubação, as leituras foram realizadas em espectrofotômetro, por meio dos comprimentos de onda 480; 646,8 e 663,8 nm, os quais foram realizados em cubeta de quartzo com volume de 3 cm³. Os teores de clorofila foram determinados a partir de fórmulas específicas, descritas por Lee et al. (1987). *Eficiência fotossintética*: os dados de eficiência fotossintética foram obtidos com o aparelho Multi-mode Handset Chlorophyll Fluorometer OS5p (Opti-ScienCEs), por meio de medições: rendimento quântico fotossintético de PSII (Y) e taxa de transporte de elétrons (ETR).

Os dados foram submetidos à análise de variância com desdobramento da soma de quadrados de doses em polinômios de até 2º grau, separadamente para cada período de armazenamento. Para a análise dos dados utilizou-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

5.3 Resultados e Discussão

Com base nos resultados pode-se observar interação de formas e doses do cloreto de mepiquat via sementes sobre os parâmetros de rendimento quântico e taxa de transporte de elétrons na maioria dos períodos de armazenamento estudados e, ainda alteração pela forma e dose aplicada para condutância estomática, com exceção dos teores de clorofila que apresentaram apenas efeito de formas. A interação formas x doses de cloreto de mepiquat foi significativa na análise de condutância estomática aos 20 dias após a emergência (CEs 20DAE) de plantas originadas de sementes com 60 dias de armazenamento e CEs40DAE aos 120 dias de armazenamento (DAA). Houve efeito de forma na CEs 30DAE e CEs 40DAE de plantas originadas de sementes sem armazenamento, efeito de dose na CEs 20DAE e CEs 40DAE de plantas provenientes de sementes sem armazenamento e, na CEs 30DAE com 60 dias de armazenamento (Tabela 5.2).

Tabela 5.2 - Análise de variância (F) dos teores de (CEs) condutância estomática ($\text{mol m}^{-2}\text{S}^{-1}$) aos 20, 30 e 40 DAE, clorofila *a*, clorofila *b* (CLOR) e carotenoides (CAR- $\mu\text{g cm}^{-2}$), rendimento quântico do PSII (Y) e taxa de transporte de elétrons (ETR- $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}$) aos 40 DAE em plantas de algodão, do cultivar DP393, originadas de sementes tratadas com diferentes formas e doses de cloreto de mepiquat e armazenadas.

Zero dia de armazenamento								
	CES20 DAE	CES30 DAE	CES40 DAE	CLOR _a	CLOR _b	CAR	Y	ETR
Formas	0,12 ^{ns}	3,12 ^{**}	3,16 ^{**}	6,14 ^{**}	0,01 ^{ns}	6,99 ^{**}	1,81 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Doses	3,08 ^{**}	1,17 ^{ns}	3,38 ^{**}	1,95 ^{ns}	0,91 ^{ns}	3,15 ^{**}	1,05 ^{ns}	0,89 ^{ns}
Forma*Dose	2,08 ^{ns}	0,67 ^{ns}	1,65 ^{ns}	1,71 ^{ns}	0,29 ^{ns}	1,26 ^{ns}	8,02 ^{**}	6,93 ^{**}
CV %	19,34	19,25	17,62	17,23	26,92	26,91	9,44	49,53
30 dias de armazenamento								
Formas	0,014 ^{ns}	0,045 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,126 ^{ns}	0,261 ^{ns}	0,117 ^{ns}	1,742 ^{ns}	0,028 ^{ns}
Doses	0,885 ^{ns}	1,930 ^{ns}	1,442 ^{ns}	0,683 ^{ns}	0,487 ^{ns}	0,479 ^{ns}	1,229 ^{ns}	0,626 ^{ns}
Forma*Dose	0,376 ^{ns}	2,580 ^{ns}	1,728 ^{ns}	0,557 ^{ns}	0,715 ^{ns}	0,686 ^{ns}	0,494 ^{ns}	0,760 ^{ns}
CV %	28,68	37,31	18,72	19,75	18,30	18,66	54,44	29,89
60 dias de armazenamento								
Formas	0,944 ^{**}	0,822 ^{ns}	0,042 ^{ns}	3,856 ^{ns}	3,251 ^{ns}	1,268 ^{ns}	19,828 ^{**}	0,363 ^{ns}
Doses	5,723 ^{**}	1,958 ^{**}	0,513 ^{ns}	2,337 ^{ns}	0,823 ^{ns}	2,596 ^{ns}	12,297 ^{**}	0,366 ^{ns}
Forma*Dose	3,564 ^{**}	0,067 ^{ns}	0,299 ^{ns}	1,436 ^{ns}	1,763 ^{ns}	1,056 ^{ns}	12,296 ^{**}	0,765 ^{ns}
CV %	24,07	36,36	23,96	10,62	11,30	10,05	6,77	37,24
90 dias de armazenamento								
Formas	3,01 ^{**}	0,16 ^{ns}	0,04 ^{ns}	1,20 ^{ns}	8,43 ^{**}	1,20 ^{ns}	0,08 ^{ns}	1,76 ^{ns}
Doses	1,82 ^{ns}	1,60 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,73 ^{ns}	1,68 ^{ns}	0,49 ^{ns}	4,31 ^{**}	1,44 ^{ns}
Forma*Dose	2,09 ^{ns}	1,83 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,22 ^{ns}	1,13 ^{ns}	1,25 ^{ns}	0,08 ^{ns}	1,86 ^{ns}
CV %	24,32	37,66	18,39	9,98	8,09	8,20	10,79	16,76
120 dias de armazenamento								
Formas	2,01 ^{ns}	2,03 ^{ns}	9,15 ^{**}	0,26 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,13 ^{ns}	1,17 ^{ns}	14,97 ^{**}
Doses	2,05 ^{ns}	1,09 ^{ns}	4,91 ^{**}	1,25 ^{ns}	1,48 ^{ns}	2,33 ^{ns}	3,26 ^{**}	6,38 ^{**}
Forma*Dose	1,96 ^{ns}	0,59 ^{ns}	6,49 ^{**}	0,46 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,62 ^{ns}	1,17 ^{ns}	8,37 ^{**}
CV %	30,71	41,44	37,47	7,78	7,36	7,61	70,05	28,36

* e **: significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. ns: não significativo.

Em sementes que não foram armazenadas, a forma de aplicação e as doses influenciaram na condutância estomática, sendo maior quando a aplicação de cloreto de mepiquat foi realizada por embebição exceto para CEs 20DAE e, aumentando com o acréscimo da dose (Tabela 5.3). Porém, o efeito de forma não se manteve em plantas oriundas de sementes armazenadas, ainda que, os fatores ou sua interação tenham sido significativos para CEs 20DAE no período de 60 dias de armazenamento (Tabela 5.2).

Tabela 5.3- Médias de (CEs) condutância estomática ($\text{mol m}^{-2}\text{S}^{-1}$) aos 20, 30 e 40 dias DAE, clorofila *a* (CLOR*a*- $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$), clorofila *b* (CLOR*b*- $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$), carotenoides (CAR- $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$), rendimento quântico do PSII (Y) aos 40 DAE, em plantas de algodão, cultivar DP393, originadas de sementes tratadas com cloreto de mepiquat e armazenadas.

Zero dia de armazenamento										
Variáveis	Formas		Doses (g i.a. kg^{-1} de sementes)					Equações de Regressão	R ²	P.Mín.
	EMB.	POL.	0	10	20	30	40			
CEs20d	152,95a	149,71a	147,68	132,19	140,24	179,29	187,26	Y=-0,66x+138,079	33,27	-
CEs 30d	171,07a	153,62b	153,75	159,01	183,33	180,99	196,67	ns	-	-
CEs 40d	285,95a	279,67b	293,31	294,63	289,02	298,36	327,74	Y=0,135x ² -4,295x+287,248	92,26	15,90
CLOR <i>a</i>	10,80a	9,44b	10,53	10,74	8,78	10,80	9,75	ns	-	-
CAR	2,22a	2,05b	2,24	2,23	1,97	2,20	2,03	Y=-0,004x+2,225	31,83	-
60 dias de armazenamento										
CEs 30d	331,87a	299,00a	225,31	238,12	260,05	295,32	358,38	Y=3,2234x+210,77	91,57	-
90 dias após o armazenamento										
CLOR <i>b</i>	2,81 a	2,61 b	2,55	2,78	2,80	2,69	2,75	ns	-	-
Y	0,95a	0,94a	1,00	0,74	1,00	1,00	1,00	ns	-	-
120 dias de armazenamento										
Y	0,55a	0,70a	0,75	1,00	0,63	0,50	0,25	Y=-0,015x+0,925	72,00	-

Médias seguidas de mesma letra na linha, para efeito de formas de aplicação, não diferem pelo teste F a 5% de probabilidade. Embebição (EMB.); Polímero (POL.)

ns*: não significativo

Na tabela 5.4, observa-se que a CEs 20DAE no período de 60 dias após o armazenamento das sementes (DAA) diminuiu com o aumento da dose via polímero. Na aplicação do regulador via embebição, a análise permitiu ajuste linear significativo, porém, a porcentagem de variação da CEs 20DAE explicada pelo modelo é baixa (quanto).

A condutância estomática (CEs) oscilou entre 152,24 e 358,38 $\text{mols m}^{-2}\text{s}^{-1}$ em resposta às doses crescentes de cloreto de mepiquat (Tabela 5.3 e 5.4), com maiores valores nas doses 30 e 40 kg^{-1} de cloreto de mepiquat. Sabe-se que os estômatos regulam as trocas gasosas foliares e tem grande importância ecofisiológica, devido ao controle da absorção de dióxido de carbono, imprescindível na formação de fotoassimilados nas plantas. Larcher (2006) menciona que na maioria das plantas herbáceas a condutância estomática oscila entre 300 e 500 $\text{mmol (H}_2\text{O) m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Oosterhuis et al. (1998) ao avaliar o efeito do cloreto de mepiquat sobre a fisiologia e produção do algodão, relatam que sua aplicação foliar além de reduzir a altura das plantas, também aumentou a condutância estomática nas folhas e a taxa fotossintética. Os aumentos na condutância estomática implicam em influxos de CO_2 no mesófilo foliar, possibilitando maiores taxas de assimilação de dióxido de carbono (SHIMAZAKI et al., 2007).

Tabela 5.4 - Rendimento quântico do PSII (Y), taxa de transporte de elétrons (ETR- $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}$) e condutância estomática (CEs- $\text{mol m}^{-2}\text{S}^{-1}$) aos 40 DAE em plantas de algodão, do cultivar DP393, originadas de sementes tratadas com cloreto de mepiquat e armazenadas.

Zero dia de armazenamento										
FA	Doses (g i.a. kg^{-1} de sementes)									
Y	0	10	20	30	40	Equação de Regressão	R ²	P. Máx	P. Mín	
Embebição	0,75a	0,25b	0,27a	0,73a	1,0a	$Y=0,001x^2-0,048x+0,609$	87,58	-	24,00	
Polímero	1,00a	1,00a	1,03a	0,43a	0,25b	$Y=-0,020x+1,150$	79,46	-	-	
ETR										
Embebição	184,25a	129,00a	131,75a	63,60b	108,50b	$Y=-2,169x+166,80$	61,89	-	-	
Polímero	175,05a	96,00a	99,00a	158,08a	167,25a	$Y=2,865x+65,780$	91,57	-	-	
60 dias de armazenamento										
CEs20d										
Embebição	244,80a	361,73a	152,24b	256,20a	197,64a	$Y=-1,996x+282,415$	16,26	-	-	
Polímero	267,10a	234,73b	228,41a	225,63a	170,08a	ns	-	-	-	
Y										
Embebição	1,00a	1,00a	1,00a	1,00a	1,00a	ns	-	-	-	
Polímero	1,00a	0,63b	1,00a	0,92b	1,00a	$Y=0,000x^2-0,010x+0,916$	22,25	-	16,66	
120 dias de armazenamento										
CEs40d										
Embebição	190,54a	154,41a	132,51b	180,25a	144,28a	$Y=-2,461x+102,46$	82,63	-	-	
Polímero	160,51a	159,26a	405,54a	220,09a	200,68a	$Y=-0,415x^2+16,879x+129,29$	51,05	20,33	-	
ETR										
Embebição	137,00a	134,75b	95,50a	117,00a	105,25a	ns	-	-	-	
Polímero	147,25a	32,75b	53,00a	146,75a	115,75a	$Y=-2,510x+28,900$	64,53	-	-	

Médias seguidas de mesma letra na coluna, para efeito de formas de aplicação, não diferem pelo teste F a 5% de probabilidade. ns*: não significativo.

As variações ocorridas nas leituras da atividade estomática podem estar relacionadas às mudanças das condições ambientais e as diferenças do potencial de água na folha da qual são dependentes (CORNIANI et al., 2006). Assim, até uma breve redução na radiação solar incidente sobre a planta, provocada pela simples passagem de nuvem, pode acionar a resposta imediata dos estômatos. Segundo Kerbauy (2008) a condutância estomática tem efeito também sobre o processo fotossintético das plantas. Alterações na quantidade de radiação fotossinteticamente ativa, disponível ou no déficit de pressão de vapor, também são prontamente sentidas pela planta (COSTA et al., 2007).

Para os pigmentos fotossintéticos, o efeito da forma de aplicação do cloreto de mepiquat foi observado no teor de clorofila *a* de plantas originadas de sementes sem armazenamento (zero dia de armazenamento) e para clorofila *b* aos 90 DAA (Tabela 5.3). Os teores de clorofilas *a* e *b* de todos os períodos de armazenamento, não variaram em função das doses de cloreto de mepiquat utilizadas (Tabela 5.2). Efeito da forma de aplicação do regulador também foi observado para carotenoides (CAR) ao zero DAA das sementes (Tabela 5.2), com diferença positiva de 0,17% para a aplicação via embebição, quando comparada ao uso do regulador com polímero (Tabela 5.3). Foi observado efeito de dose para carotenoides,

embora, tenha sido significativo com ajuste linear, a porcentagem de variação explicada pelo modelo é baixa (Tabela 5.3). Gausman et al. (1979) observaram que aplicação de cloreto de mepiquat reduz a área foliar e aumenta a concentração de clorofila no algodão, enquanto a relação de clorofila *a/b* diminui, indicando possível mudança nas relações de energia no interior das folhas, influenciando na eficiência fotossintética, que, segundo Marur (1998) é aperfeiçoada. Em estudos Xu e Taylor (1992) avaliaram o efeito de cloreto de mepiquat nas doses 0,04; 0,50 e 4,0 g i. a. kg⁻¹ de sementes e, os autores relatam que houve aumento na concentração de clorofila em folhas de plantas que receberam cloreto de mepiquat via tratamento de sementes em relação ao controle. Os pigmentos fotossintéticos, como clorofila *a*, *b* e carotenoides são responsáveis pela absorção e captura da energia luminosa nas etapas iniciais da fotossíntese (BOWYER; LEEGOOD, 1997).

Quanto a variável de rendimento quântico do fotossistema II (Y), interação forma x dose foi observada ao zero e aos 60 DAA (Tabela 5.2). Ao zero DAA diferenças significativas foram observadas nas doses 10 e 40 g i. a. kg⁻¹ de sementes e, houve ajuste quadrático com resposta mínima de 24,00 g i. a. kg⁻¹ de sementes quando se utilizou a forma de aplicação via embebição e ajuste linear decrescente para a forma associada ao polímero. Aos 60 DAA as diferenças observadas foram nas doses de 10 e 30 g i. a. kg⁻¹ de sementes e, ocorreu ajuste quadrático com mínima resposta de 16,66 g i. a. kg⁻¹ de sementes para o uso do cloreto de mepiquat associado a polímero de revestimento (Tabela 5.4). Para o rendimento quântico avaliado aos 90 DAA, embora, o efeito de dose tenha sido observado, não houve ajuste de modelo até 2º grau. Aos 120 DAA ocorreu ajuste linear em função do aumento das doses, porém a porcentagem da variação do rendimento quântico do fotossistema II (Y) explicada pelo modelo foi baixa (Tabela 5.3).

Para a taxa de transporte de elétrons (ETR) foi observada interação forma x dose no período de zero e 120 DAA (Tabela 5.2). Foram observados efeitos significativos em função das doses de cloreto de mepiquat em relação à testemunha (dose zero) nos períodos de zero na dose 30 e 40 g i. a. kg⁻¹ e 120 DAA na dose 10 g i. a. kg⁻¹ de sementes. No período zero DAA houve ajustes lineares decrescentes em função das doses de cloreto de mepiquat para as duas formas de aplicação de cloreto de mepiquat (Tabela 5.4).

Aos 120 DAA o ajuste observado na ETR foi linear decrescente apenas para a forma de aplicação do cloreto de mepiquat associado a polímero (Tabela 5.4). Em ambos os períodos (zero e 120 DAA) e formas de aplicação a taxa da ETR decresceu com o acréscimo das doses utilizadas em relação a testemunha. Em estudos realizados por Reddy et al. (1996), utilizando diferentes doses de cloreto de mepiquat (0; 7,65; 15,3; 30,6; e 61,2 g i.a. ha⁻¹) via

aplicação foliar, os autores observaram que as folhas das plantas de algodão apresentavam maior teor de clorofila.

Segundo Hodges et al. (1991) a fotossíntese parece ter maior eficiência em função da redução da fotorrespiração em plantas tratadas com cloreto de mepiquat. O uso de reguladores de crescimento como o cloreto de mepiquat ao alterar o balanço hormonal das plantas, causam modificações nos processos fisiológicos de respiração e fotossíntese e ainda, aumentam ou diminuem as atividades metabólicas que influenciam o desenvolvimento das plantas, tais como alongamento e divisão celular, síntese de proteínas, de lipídeos e de outras macromoléculas (CASTRO, 2006).

No entanto, a temperatura também pode influenciar diretamente a atividade fotossintética das plantas através de alterações nas reações fotoquímicas e bioquímicas e na disponibilidade de CO₂, reduzindo a produção de ATP e NADPH, causando decréscimo da fixação de CO₂ (RIBEIRO et al., 2003; 2004; 2006). Segundo Kerby et al. (1993) em plantas submetidas a tratamentos com cloreto de mepiquat, essa diminuição ocorre devido à redução na atividade da Ribulose 1,5 difosfato carboxilase. Segundo Floss (2004), cerca de 90% da produção biológica das plantas ocorre em resposta a atividade fotossintética.

Algumas informações ainda devem ser obtidas para fundamentar possíveis recomendações de uso de reguladores de crescimento em sementes, afim de elucidar e confirmar os efeitos fisiológicos e morfológicos dos reguladores aplicados via sementes, afim de que, além de proporcionar redução do porte, não interferira negativamente no desenvolvimento e na produtividade do algodão.

5.4 Conclusões

Independente da forma de aplicação (embebição ou com polímero) o cloreto de mepiquat interfere no processo de trocas gasosas, nos pigmentos fotossintetizantes e na atividade fotossintética com intensidade relacionada ao aumento da dose utilizada.

A aplicação do cloreto de mepiquat via embebição apresenta aspectos favoráveis (maior teor de pigmentos fotossintetizantes), sobre os parâmetros fisiológicos das plantas de algodão o que pode resultar em plantas com eficiência fotossintética melhorada.

6 Conclusões gerais

A utilização do cloreto de mepiquat via sementes, independente da forma de aplicação e dose utilizada reduz o comprimento de plântulas, não causando danos na qualidade fisiológica das sementes de algodão.

A aplicação de cloreto de mepiquat associado a polímero de revestimento mostrou-se eficaz na redução do crescimento de plântulas de algodão com a vantagem de ser de fácil aplicação e com secagem rápida das sementes em relação ao tratamento via embebição.

O cloreto de mepiquat até a dose 40 g i.a. kg⁻¹ provoca a redução no crescimento e desenvolvimento das plântulas de algodão das cultivares FMT 705 e DP 393 desde o início da germinação, sem comprometer a emergência de plântulas.

O cloreto de mepiquat nas doses de 10; 20; 30 e 40 g i.a. kg⁻¹ de sementes reduz o porte das plantas de algodão, podendo ser utilizado no tratamento de sementes de algodão, tanto por embebição quanto associado a polímero de revestimento.

As reduções do crescimento em altura das plantas de algodão respondem proporcionalmente ao aumento da dose de cloreto de mepiquat, independente da forma de aplicação.

A eficácia e a permanência do efeito de cloreto de mepiquat sobre o desenvolvimento das plantas de algodão persiste até aos 40 e 60 dias após a emergência das plantas, independente da forma de aplicação e dose empregada para as cultivares FMT 705 e DP 393, respectivamente.

Independente da forma de aplicação (embebição ou com polímero) o cloreto de mepiquat interfere no processo de trocas gasosas, nos pigmentos fotossintetizantes e na atividade fotossintética com intensidade relacionada ao aumento da dose utilizada.

A aplicação do cloreto de mepiquat via embebição apresenta aspectos favoráveis (maior teor de pigmentos fotossintetizantes), sobre os parâmetros fisiológicos das plantas de algodão o que pode resultar em plantas com eficiência fotossintética melhorada.

REFERÊNCIAS

- ABRAPA, Associação Brasileira de Produtores de Algodão. **Mapas**. Disponível em: <http://www.abrapa.com.br/estatisticas.asp#> acesso em 18/03/2013.
- AHMED, F. M. The effect of some growth retardants on productivity of cotton plant. **Assiut Journal of Agricultural Sciences**. v. 25, p.165-172, 1994.
- ALBUQUERQUE, M.C.F.; CARVALHO, N.M. Effect of the type of environmental stress on the emergence of sunflower, soybean and maize seeds with different levels of vigor. **Seed Science and Technology**, v.31, p.465-478, 2003.
- ALVES, M. C. S.; GUIMARÃES, R. M.; CLEMENTE, F. M. V. T.; GONÇALVES, S. M.; PEREIRA, S. P.; OLIVEIRA, S. Germinação e vigor de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) peliculizadas e tratadas com fungicidas. In: XIII Congresso Brasileiro de Sementes, 2003, Londrina. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.13, n.3, p.219, 2003.
- AGUIAR, P. H.; SIQUERI, F. V.; FARIAS, F. J. C. Ensaios com reguladores de crescimento-1998/99. In: **Mato Grosso: Liderança e competitividade**. Embrapa- CNPA, 1999, p. 150-156. (Fundação MT. Boletim, 3).
- ALMEIDA, A. Q.; ROSOLEM, C. A. Cotton root and shoot growth as affected by application of mepiquat chloride to cotton seeds. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 34, n. 1, p. 61-65, 2012.
- ALVAREZ, R.C.A. et al. Aplicação de reguladores vegetais na cultura de arroz de terras altas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.29, n. 2, p.241-249, 2007.
- AMORIM NETO, M. S., BELTRÃO, N. E. M. Zoneamento do algodão herbáceo no Nordeste. In: BELTRÃO, N. E. M. **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa comunicação para transferência de tecnologia. 1999. v. 1, p. 211-230.
- ANDRADE JÚNIOR, E.R.; FERRARI, S.; VILELA, P.A.; Uso de cloreto de mepiquat no tratamento de sementes do algodão com diferentes materiais em Primavera do Leste, MT. In: **O sistema de cultivo adensado em Mato Grosso: embasamentos e primeiros resultados**. Cuiabá: Ed. DEFANTI, 2010. 390p., p.174-182.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DO ALGODÃO. Santa Cruz do Sul, RS: Editora Gazeta, 2013. 71p.
- AOSA. Seed vigor-testing handbook. **Association of Official, Seed Analysts**, Lincoln, 2002.105p.
- ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; ALVES, E.; CATANEO, A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Atividade aminolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 1, p. 43-48, 2003.

AYALA, S., TOMAS, A. D., FOLIC, J., DODD, R. Effect of growth regulators on yield and fibre quality and quantity in flax. 31 st **Annual Meeting of Plant Growth Regulation Society of America**. p. 1-4, 2004.

ATHAYDE, M. L. F.; LAMAS, M. F. Aplicação sequencial de cloreto de mepiquat em algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 369-375, 1999.

AVELAR, S.A.G.; SOUZA, F.V.; FISS, G.; BAUDET, L.; PESKE, S.T. The use of film coating on the performance of treated corn seed. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.34, n.2, p.186-192, 2012.

AZEVEDO, D. M. P. de; BEZERRA, J. R. C.; SANTOS, J. W.; DIAS, J. M.; BRANDÃO, Z. N. Efeito do parcelamento do Cloreto de Mepiquat em algodão irrigado no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.8, n.2/3, p.823-830, 2004.

BACON, J.R.; CLAYTON, P.B. Protection for seeds: **a new film coating technique**. Span, Wallingford, v.29, n.2, p.54-56, 1986.

BASF S.A **Instruções de uso** – Bula 2013.

BASU, R. N. Seed viability, In. BASRA, A. S. (Ed.) **Seed quality: basic mechanisms and agriculture implications**. New York: Food Products Press, 1995. p. 1-44.

BAYS, R.; BAUDET, L.; HENNING, A. A.; LUCCA FILHO, O. Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 2, 2007.

BELTRÃO, N.E.M. **Análise de crescimento não destrutiva**. Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 1998. 20p. (Boletim Técnico, 52)

BELTRÃO, N.E.M. Clima regula produção e qualidade da fibra do algodão. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v.6, p.76-77, 2006.

BELTRÃO, N.E.M.; AZEVEDO, D. M. P. (Ed.). O Agronegócio do Algodão no Brasil. 2 ed. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2 v., 2008.

BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P.; CARDOSO, G. D.; VALE, L. S.; ALBUQUERQUE, W. G. Ecofisiologia do Algodão. In: BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. 2. ed. Brasília, D. F: Embrapa Informação Tecnológica, v.1, p. 63-110, 2008.

BELTRÃO, N. E. de M.; LIMA, R. L. S.; LEÃO, A. B.; ALBUQUERQUE, W. G. Algodão brasileiro em relação ao mundo: situação e perspectivas. In: BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. 2. ed. Brasília, D.F.: Embrapa Informação Tecnológica, p.21-60, 2008.

BERNARDES, M. S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba. Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fósforo, Cap. II, p. 13- 48, 1987.

BEWLEY, J.D.; BLACK, A. M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2 ed. New York: Plenum Press, 1994.445p.

BHAT, J. G.; NATHAN, A. R. S. Changes in foliar anatomy of cotton caused by growth retardants. **Indian Journal Agricultural Science**. v. 40, p. 1142-1196, 1970.

BILES, S. P.; COTHREN, J. T. Flowering and yield of cotton to application of mepiquat chloride and PGR-IV. **Crop Science**. v. 41, n. 6, p.1834-1837, 2001.

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

BOLEK, Y. Phenological characteristics of eight cotton genotypes under irrigated and nonirrigated conditions. **Journal of Science and Engineering**, v.10, n.2, p.111-118, 2007.

BOWYER, J. B.; LEEGOOD, R. C. Photosynthesis. In: DEY, P. M.; HARBORNE, J. B.; (eds) **Plant Biochemistry**, San Diego: Academic Press, pp. 49–110, 1997.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. 3. ed. Brasília: Departamento nacional de produção Vegetal, 2009, 365 p.

BURTON, J.D.; PEDERSEN, M.K.; COBLE, H.D. Effect of cyclanilide on auxin activity. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, n.27, p.242-352, 2008.

CARVALHO, L. H.; CHIAVEGATO, E. J.; CIA. E. KONDO, J. I.; SABINO, J. C.; PETTINELLI JÚNIOR, 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, M.C.S.; FERREIRA, G.B.; STAUT, L.A. Nutrição, calagem e adubação do algodoeiro. In: FREIRE, E.C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: ABRAPA, p.581-647, 2007.

CARVALHO, N. M; NAKAGAWA, J. **Sementes**. Ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal:FUNEP, 2012.

CASTRO, P.R.C. Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical. **Série Produtor Rural**, Piracicaba, n.32, p.46, 2006.

CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação do Básico ao Aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 149-162.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001.588 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2013/14**. Disponível em: www.conab.gov.br :Acesso em 10 de dezembro, 2013.

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

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

CORNIANI, N.; FUMIS, T. F.; REMAERH, L. M. R.; CATANEO, A. C. Determinação das trocas gasosas e de potencial hídrico através do uso de sistemas portáteis na avaliação do estresse. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 14, 2006, Piracicaba. **Anais...**São Paulo: USP, 2006. CD-ROM.

CORRÊA, S.T.; COUTO, E. P. **A história do algodão no Brasil e seu desenvolvimento no estado de Mato Grosso, o atual maior produtor do país.** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Economia. Disponível em: <<http://www.propp.ufu.br/revistaeletronica>>. Acesso em: 10 maio. 2013.

COSTA, R.F.; SILVA, V. P. R.; RUIVO, M. L. P.; MEIR, P.; COSTA, A. C. L.; MALHI, Y. S.; BRAGA, A. P.; GONÇALVES, P. H. L.; SILVA Jr., J. A.; GRACE, J. Transpiração em espécie de grande porte na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n. 2, p. 180-189, 2007.

COTHREN, J. T.; OOSTERHUIS, D. M. Use of growth regulators in cotton production. In: STEWART, J. M.; OOSTERHUIS, D. **Physiology of Cotton**. New York: Springer, 2009. p. 289-303.

COTHREN, J. T.; OOSTERHUIS, D. M. Use of growth regulators in cotton production. In: STEWART, J. McD.; OOSTERHUIS, D. M.; HEITHOLT, J. J.; MAUNEY, J. R. (Ed.). **Physiology of cotton**. Dordrecht: Springer, 2010. p. 289-303.

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

CHIAVEGATO, E. J.; SALVATIERRA, D. K.; GOTTARDO, L.C.B. Algodão. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, D. F.: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Instituto de meteorologia, 2009. cap. 1, p.35-49.

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

DAVIES, P. J. **Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action**. 3.ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. 750p

DELOUCHE, J. C. Germinação, Deterioração e Vigor da Semente. **Revista Seed News**, v.6, n.6, 2002.

DELTA & PINE LAND COMPANY, 2005. Disponível em: <http://www.patentfish.com/deltapine-dp-393>. Acesso em: 20 de maio, 2013.

DONALD, D. H., OWEN, C., GWAMTHMEY, G. M., LESSMAN; ROLAND, K. R. Fertilizer additive rate and plant growth regulator effects of cotton. **Journal of Cotton Science**, v.5, p.42-5, 2001.

DUAN, L.; TIAN, X., ZHANG, Y., TANG, Z., ZHAI, Z.; HE, Z. Promoting effects of mepiquat chloride on lateral roots initiation of cotton seedlings. **Research Centre for Crop Chemical Regulation**. 2004. Disponível em: http://www.pgrsa.org/Charleston_PGRSA_Proceedings_2004/papers/055.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2013.

EDMISTEN, K. L. **Cotton production guide**: a complete document, p. 52–59, 2000.

ESPINDULA, M.C.; ROCHA, V.S.; SOUZA, L.T.; SOUZA, M.A.; GROSSI, J.A.S. Efeitos de reguladores de crescimento na elongação do colmo de trigo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, n.1, p.109-116, 2010.

EVANGELISTA, J. R. E.; OLIVEIRA, J. A BOTELHO, F. J. E.; OLIVEIRA, R. M. E.; PEREIRA, C. E. Desempenho de sementes de soja peliculizadas em solo com diferentes teores de água. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, 2007.

EVLAKOVA, E. S. Effect of concentration of physiologically active compounds on germination of pelleted cotton seeds. *Materially-republicans-Koi-nauchno teoreticheskoi konferenstsil molodykh - uchenykh-i-spestsiyalistov TAdzhikskoi SSR -Sektisiya - Biology*. v. 35, p. 50 – 55, 1985.

FESSEL, S.A.; VIEIRA, R.D.; RODRIGUES, T. J. D.; FAGIOLI, M. Germinação de sementes de alface submetidas ao condicionamento osmótico durante o armazenamento. **Scientia Agrícola**, v.59, n.1, p.73-77, 2002.

FERNANDEZ, C. J.; COTHREN, J.T.; McINNES, K.J. Partitioning of biomass in well-watered and water-stressed cotton plants treated with mepiquat chloride. **Crop Science**, v.31, p.1224-1228, 1991.

FERRARI, S.; ANDRADE JÚNIOR, E.R.; BELOT, J.L.; BOLDT, A.F.; GALBIERI, R. Efeito do tratamento de sementes de algodão com cloreto de mepiquat e cloreto de clorimequat sobre característica vegetativa. In: **O sistema de cultivo adensado em Mato Grosso: embasamentos e primeiros resultados**. Cuiabá: Ed. DEFANTI, 2010. p.183-190.

FERRAZ, C. T.; LAMAS, F. M. Diretrizes técnicas para o cultivo do algodão em Mato Grosso do Sul. Campo Grande, EMPAER, 1988. 94p. (EMPAER, **Circular Técnica**, 4).

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, n.2, p.36-41, 2008.

FONSECA, S. C. L.; FREIRE, H. B. **Sementes recalitrantes: problemas na pós-colheita.** *Bragantia*, v.62, n.2, p.297-303, 2003.

FLOSS, E. L. *Fisiologia das plantas cultivadas.* Passo Fundo: UPF, 2004, 536p.

FREIRE, E. C.; SUINAGA, F. A.; SILVA FILHO, A. J. Resultados obtidos nos ensaios regionais do Cerrado conduzidos no Mato Grosso durante a safra 2003/2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 6, 2007, Uberlândia. **Anais...** Campina Grande: Embrapa-CNPA, 2007. 1 CD-ROM.

FREITAS, R. A.; DIAS, D. F. S.; DIAS, L. A. S.; OLIVEIRA, M.G. A. Testes fisiológicos e bioquímicos na estimativa do potencial de armazenamento de sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.84-91, 2004.

FUNDAÇÃO MT, 2008. Disponível em: www.fundacaomt.com.br/ Acesso em 20 de agosto, 2012.

GIANG, P. L., GOWDA, R. Influence of seed coating with synthetic polymers and chemicals on seed quality and storability of hybrid rice. **Omonrice**. v.15, p. 68-74, 2007.

GRIDI-PAPP, I. L.; CIA, E.; FUZZATTO, M. G.; SILVA, N. M.; FERRAZ, C. A. M.; CARVALHO, N.; CARVALHO, L. H.; SABINO, N. P.; KONDO, J. I.; PASSOS, S. M. G.; CHIAVEGATO, E. J.; CAMARGO, P. P.; CAVALERI, P. A. **Manual do produtor de algodão.** São Paulo: **Bolsa de Mercadorias & Futuros**, 1992, 158 p.

GAUSMAN, H. W.; WALTER, H.; STEIN, E.; RITTIG, F. R.; LEAMER, R. W.; ESCOBAR, D. E.; RODRIGUEZ, R. R. Leaf CO₂ (carbon dioxide) uptake and chlorophyll ratios of PIX (1, 1- dimethyl-piperidinium-chloride) -treated cotton. In: PLANT GROWTH REGULATOR WORKING GROUP, 6, 1979, Las Vegas. **Proceedings...** Las Vegas: Longmont, 1979. p. 117-125.

GUO, Y.P.; ZHOU, H.F.; ZHANG, L.C. Photosynthetic characteristics and protective mechanisms against photooxidation during high temperatures stress in two citrus species. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 108, p. 260-267, 2006.

GWATHMEY, C.O.; CRAIG JUNIOR, C.C. Managing earliness in cotton with mepiquat-type growth regulators. **Crop Management**, 2003. Disponível em: <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub-cm/research/2003/mepiquat/>>. Acesso em: 10 abril. 2013.

HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. **Handbook of vigour test methods.** 3 ed. Zurich: ISTA, 1995. 117 p.

HENNING, A.A., **Polymeric Coatings to improve the storage Life of Soybean seeds.** University of Florida 1990- 96p. Tese de Doutorado.

HILHORST, H. W. M.; BEWLEY, J. D.; CASTRO, R. D.; SILVA, E. A. A. **Curso avançado em fisiologia e tecnologia de sementes.** Lavras: UFLA, 2001. 74p.

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

1991.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. **The water culture methods for growing plants without soil**. Berkeley: California Agricultural Experiment Station. 1950, 32p.

HOLDEN, J.; CONSTABLE, G.; KERBY, T.; HAKE, K. **The use of Pix as a cotton management tool**. Australian Cotton CRC. 2004. Disponível em: <http://www.cotton.crc.org/au/publicat/agro/pix.htm>. Acesso em: 25 julho, 2013.

HUNNUR J. R. **Studies on bioefficacy of plant growth regulators in Bt cotton**. MSc thesis, Dharwad. University, Dharwad, India, 2007.

IQBAL, M.; NISAR, N.; KHAN, R. S. A.; HAYAT. K., J.J. Contribution of Mepiquat Chloride in Drought Tolerance in Cotton Seedlings. **Asian Journal of plant Science**, Monticello, v.4, n.5, p.530-532, 2005.

JACKSON B.S.; ARKIN G.F. **Fruit growth in a cotton simulation model**. In: Beltwide Cotton Production Research Conference, 1982. Phoenix, Arizona. Proceeding. Memphis, TN: National Cotton Council, p.61-64, 1982.

JONATHAN, D. S.; ALEXANDER, M. S. Influence of plant density on cotton response to mepiquat chloride application. **Agronomy Journal**, v. 98, p. 1634-1639, 2006.

JOHNSON, E. N., MILLER, P. R., BLACKSHAW, R. E., GAN, Y., HARKER, K. N., CLAYTON, G. W., KEPHART, K. D., WICHMAN, D. M., TOPINKA, K., AND KIRKLAND, K. J. Seeding date and polymer seed coating effects on plant establishment and yield of fall-seeded canola in the Northern Great Plains. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 84, n. 4, p. 955-963, 2004.

JOST, P.; DOLLAR, M. Comparison of mepiquat pentaborate and mepiquat chloride effects on DP 555BR. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCE, 2004, San Antonio. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council: The Cotton Foundation, 2004. p. 2204-2206.

Disponível em: <<http://www.cotton.org/beltwide/proceedings/2004/abstracts/1065.cfm>>. Acesso em: 01 Mai. 2013.

JULIATTI, F. C. Avanços no tratamento químico de sementes. **Informativo ABRATES**. v. 20, n. 3, p. 54. 2010.

JSMONE. **Mepiquat Chloride – Summary of product**. Disponível em: <http://www.jsmon.com/english/mepiquat.htm>. Acesso em: 10 de agosto de 2013.

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

KAPPES, K.; ARF, O.; ARF, M.V.; GITTI, D.C.; ALCALDE, A.M. Uso de reguladores de crescimento no desenvolvimento e produção de Crotalaria. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 508-518, 2011.

KARAM, D.; MAGALHÃES, P. C.; PADILHA, L. **Efeito da adição de polímeros na viabilidade, no vigor e na longevidade de sementes de milho**. 2007, 6p.

KERBAUY, G. B. Fisiologia vegetal. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

KERBY, T. A., R. D.; HORROCKS, R. E. Plant monitoring to quantity vegetative vigor. Cotton Physiology ConferenCEs. **Proceedings...** Beltwide Cotton Conference. National Cotton Council, Memphis, 1993.

KOLCHINSKI, E. M. **Vigor de sementes de soja e aspectos do desempenho em campo.** Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. UFPel, Pelotas, 2003.

KUNKUR, V.K.; RAVI, H.; BIRADARPATIL, N. K., VYAKARNAHAL, B. S. Effect of seed coating with polymer, fungicide and insecticide on seed quality in cotton during storage. **Karnataka Journal of Agricultural ScienCEs**, v. 20, n. 1, p.137-139, 2007.

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

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: RIMA Artes e Textos, 2006. 532p.

LAMAS, F.M. **Cloreto de mepiquat, thidiazuron e ethephon aplicados no algodão (*Gossypium hirsutum* L.).** 1997- Ponta Porã-MS. Jaboticabal, 129p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

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

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

LAMAS, F. M. **Cloreto de mepiquat na cultura do algodão via sementes.** **Embrapa Agropecuária Oeste.** Boletim de pesquisa e desenvolvimento 33, 2006. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006, 19 p.

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

LEE, D. W.; BREMMEIER, S.; SMITH, A. P. The selective advantage of anthocyanins in developing leaves of mango and cacao. **Biotropica.** v.19, p. 40-49, 1987.

LEVIEN, A.; PESKE, S. T.; BAUDET, L. Film coating – no recobrimento das sementes. **Revista Seed News.** Pelotas, RS, v. 12, n.3, p. 22-26, 2008.

LIMA, E.S. **Cloreto de chlormequat aplicado via semente e foliar em algodão (*Gossypium hirsutum* L.) conduzido em sistema adensado.** 2010. 38p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdades Anhanguera, Rondonópolis, 2010.

LIMA, L. B.; SILVA, P. A.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A. Peliculização e tratamento químico de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n. 6, p.1091-1098, 2006.

LIVINGSTON, S. D., ANDERSON, D. J., WIDE, L. B. JR. AND HICKEY, J. A. Use of foliar application of pix, PGR-IV and PCHA in low rate multiple applications for cotton improvement under irrigated and dry land conditions. Proc. . In: BELTWISE COTTON CONFERENCE, 1992, **Proceedings...**v. 3, p. 1055-1066, 1992.

LOKA, D. A.; OOSTERHUIS, D. M. Effect of high night temperatures on cotton respiration, ATP levels and carbohydrate content. **Environmental and Experimental Botany**, v. 68, n. 3, p. 258-263, 2010.

McCARTY JR, J. C. ; HEDIN, P. A. Efeccts of 1,1 dimethylpiperidinium chloride on the yelds, 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.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination and relation evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**. Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MAPA, Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023**/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. – Brasília: Mapa/ACS, 2013.96 p

MARCOS FILHO, J. M. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARUR, C. J.; RUANO, O. A. A reference system for determination of cotton plant development. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 5, n. 2, p. 243-247, 2001.

MARUR, J. C. Fotossíntese e translocação de carboidratos em algodões submetidos ao déficit hídrico após a aplicação de cloreto de mepiquat. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 10, n. 1, p. 59-64, 1998.

MATEUS, P. G.; LIMA, E. do V.; ROSOLEM, C. A. Perdas de cloreto de mepiquat no algodão por chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 7, p. 631-636, 2004.

MATEUS, C. M. D. et al. Estratégias para redução do porte de girassol ornamental para comercialização em vaso. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 681-687, 2009.

MATTIONI, F., FIGUEIREDO, M. C., ALBUQUERQUE, J. M. F., GUIMARÃES, S. C. Vigor de sementes e desempenho agrônômico de plantas de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 1, p. 108-116, 2012.

MATTIONI, F.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; MENDONÇA, E. A. F. Desempenho de sementes de algodão submetidas a diferentes tipos de estresses. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 80-85, 2009.

MATO GROSSO. INSTITUTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA (INDEA). **Programa de prevenção e controle do bicudo-do-algodão no estado de Mato Grosso**. Disponível em: <<http://www.indea.mt.gov.br>>. Acesso em: 05 julho. 2013.

MAUDE, R. Progressos recentes no tratamento de sementes. In: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 15, 1996, Gramado. **Memória...** Passo Fundo: CESM, 1998. p.99-106.

MEDEIROS, J. C.; SILVA, O. R. R. F.; CARVALHO, O. S. Edafologia. In: BELTRÃO, N. E.; AZEVEDO, D. M. P. **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. 2.ed. Brasília: Embrapa informação Tecnológica. Cap.5, v.1,p.130-180, 2008.

MELO, F. L. **Elementos climáticos e a evolução da ramulose (*Colletotrichum gossypii* var. *Cephalosporioides* Costa) do algodão (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch.) em condições de campo. 2004.** 74p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

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)**, Buenos Aires, v. 31, n. 2, p. 117-126, 2002.

MUJEERA, F.; ARUNACHALAM, B. Effect of plant growth regulators on the quality of best fibres in *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. **Acta Botanical Croatica**, v. 65, n. 1, p. 101-112, 2006.

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

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

NAGASHIMA, G. T.; MIGLIORANZA, É., MARUR, C. J. YAMAOKA, R. S. Cloreto de mepiquat via embebição de sementes e aplicação foliar em algodão em espaçamento ultra estreito. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.40, n.4, p.602-609, 2009.

NAGASHIMA, G. T.; MIGLIORANZA, E.; MARUR, C. J.; YAMAOKA, R. S., BARROS, A. S. R., MARCHIOTO, F. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de algodão embebidas em solução de cloreto de mepiquat. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 3, n. 3, p.:681-687, 2010.

NAGASHIMA, G. T.; SANTOS, F. T.; MIGLIORANZA, É. Respostas de cultivares de algodão ao cloreto de mepiquat aplicado via embebição de sementes. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p.46-49, 2011.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p. 48-85, 1994.

NASCIMENTO, V., ARF, O., SILVA, M.G., BINOTTI, F.F.S, RODRIGUES, R.A.F., ALVAREZ, R.C.F., Uso do regulador de crescimento etil-trinexapac em arroz de terras altas. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 4, p. 921-929, 2009.

NI, B.R.; BIDDLE, A.J. Alleviation of seed imbibitional chilling injury using polymer film coating. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM-SEED TREATMENT CHALLENGES AND OPPORTUNITIES, 2001. **Proceeding...** British Crop Protection Council, v.13, p.73-80, 2001.

NI, B. R. **Seed coating, film coating and pelleting**. In: Seed Industry and Agricultural Development, Chinese Association of Agricultural sciences, DOA, Ministry of Agriculture, Beijing, China agriculture press, p. 737-747, 1997.

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

NÓBREGA, B. N., VIEIRA, D. J.; BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. Hormônios e reguladores de crescimento e desenvolvimento. In: BELTRÃO, N. E. M. **O Agronegócio do algodão no Brasil**. Embrapa Comunicações para Transferência de Tecnologia, v. 2, p. 587-602, 1999.

NORTON, E.R.; CLARK, L. J.; BORREGO, H.; BRYAN, E. Evaluation of two plant growth regulators from LT. **Biosyn Arizona Cotton Report**, 2005, 142p.

OLIVEIRA, F. A.; MENESES, E. F.; ARRUDA FILHO, N. T.; OLIVEIRA, R. C.; CAMPOS, A. R. F. Tolerância de cultivares de algodão herbáceo à salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 13, n. 3, p. 91-97, 2009.

OLIVEIRA, E. A. P.; ZUCARELI, C.; MARUR, C. J.; NAGASHIMA, G. T.; BARROS, A. S. R. Desenvolvimento inicial do algodão em resposta ao armazenamento de sementes tratadas com cloreto de mepiquat. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 3, p. 781-790, 2011.

OLIVEIRA, E. A. P.; ZUCARELI, C.; PRANDO, A. M.; MARUR, C. J.; BARROS, A. S. R. NAGASHIMA, G. T.; FONSECA, I.C.B. Armazenamento de sementes tratadas com cloreto de mepiquat e desenvolvimento de plântulas de algodão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 4, p. 607-613, 2012.

OOSTERHUIS, D. M., ZAO, D. Field evaluation of plant growth regulators. **Cotton Research Meeting and Summaries of Research in Progress**. University of Arkansas, Agricultural Experiment Station Special Report, Fayetteville, v.198, p.89-93, 2000.

OOSTERHUIS, D. M.; ROBERTSON, W.C. The use of plant growth regulators and other additives in cotton production. In: **Proceedings of the 2000 cotton research meeting**, University of Arkansas, Agricultural Experiment Station Special Report, Fayetteville, v.198, p. 22-32, 2000.

OOSTERHUIS, H. J.W. Growth and development of cotton plant In: CIA, E.; FREIRE, E.C.; SANTOS, W.J. (Ed.). **Cultura do algodão**. Piracicaba: Potafos, p.35-56. 1999.

OOSTERHUIS, D. M.; ZHAO, D.; MURPHY, B. Physiological and yield responses of cotton to mepplus and mepiquat chloride. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE, 1998, San Diego. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council, 1998.

p. 1422-1424.

ORNELLAS, A.P.; HIROMOTO, D.M.; YUYAMA, M.M.; CAMARGO, T.V. de (Ed.). **Algodão de Mato Grosso: qualidade e tecnologia ampliando mercados**. Rondonópolis: Fundação MT, (Fundação MT. Boletim de pesquisa de algodão, 4), 2001. 237p.

OWEN, C.G. AND CRAIG, C.C. managing earliness in cotton with mepiquat type growth regulators. **Plant Management Network**, Research Report, 2003.

PÁDUA, G. P.; VIEIRA, R.D. BARBOSA, J.C. Desempenho de sementes de algodão tratadas quimicamente e armazenadas. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v.24, n.1, p.212-219, 2002.

PAOLINELLI, G. P.; BRAGA, S. J. Alterações da qualidade de sementes de algodão armazenadas com dois níveis de vigor. In: Congresso Brasileiro de Sementes, 10, 1997, Foz do Iguaçu. **Resumos**. Brasília: Abates, 1997.

PAZZETTI, G.A.; NASCIMENTO, A.; SCHWENING, F.F.; CARVALHO, C.L. Gerenciamento de crescimento pela aplicação de regulador de crescimento via semente e via foliar. CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7, 2009. Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da cotonicultura Brasileira e Expansão dos Mercados: **Anais...Campina Grande: Embrapa Algodão**, 2009. p. 820-828.

PENNA, J. C. V. Melhoramento genético do algodão. In: MORESCO, E. (Org.) **Algodão: Pesquisas e resultados para o campo**. 2. ed. Cuiabá: CTP, 2006. Cap. 11, p. 262-284.

PESKE, S.; PESKE, F. B. Absorção de água sob estresse. **Seeds News**, n. 3, 2011.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; VIEIRA, A. R.; EVANGELISTA, J. R. E.; OLIVEIRA, G. E. Tratamento fungicida e peliculização de sementes de soja submetidas ao armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 158-164, 2011.

PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A.; EVANGELISTA, J.R.E.; BOTELHO, F.J.E.; OLIVEIRA, G.E.; TRENTINI, P. Desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, p.656-665, 2007.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; EVANGELISTA, J. R. E. Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas associadas a polímeros durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1201-1208, 2005.

PESKE, S., T.; LUCCA FILHO, O. A.; BARROS, A. C. S. A. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 2006, 470p.

PETTIGREW, W.T., HEITHOLT, J. J., MEREDITH, W. R. Early season floral, bud removal and cotton growth, yield, and fiber quality. **Agronomy Journal**, Madison, v. 84, n. 2, p.209-214, 1992.

PILLAI, O.; PANCHAGNULA, R. Polymers in drug delivery, **Current Opinion in**

Chemical Biology, London, v. 5, p. 447-451, 2001.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Agiplan, 1985. 289p.

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, 1992.

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, 1990.

RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C.; OLIVEIRA, R.F. Growth and leaf temperature effects on photosynthesis of sweet orange pants infected with *Xylella fastidiosa*. **Plant Pathology**, Oxford, v. 53, p. 334-340, 2004.

RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C.; OLIVEIRA, R.F. Temperature responses of photosynthesis and its interaction with intensity in sweet orange leaf discs under nonphotorespiratory condition. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, p. 670-678, 2006.

RIBEIRO, R.V. et al. High temperatures on the response of photosynthesis to light in sweet orange plants infected with *Xylella fastidiosa*. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 15, p. 89-97, 2003.

RIVAS, B. A., MCGEE, D. C. AND BURRIS, J. S. 1998. Treatment of maize hybrid seeds with polymers for control of *Phythium* spp. **Fitopatología Venezolana**, v. 11, n. 1, p. 10-15, 1998.

ROBANI, H. Film-coating of horticultural seed. **Hort Technology**, Alexandria, v. 4, n. 2, p. 104-105, 1994.

ROSSETO, C.A.V.; NOVENBRE, A.D. L.C.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NAKAGAWA, J. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato, da qualidade fisiológica e do teor de água inicial das sementes de soja no processo de germinação. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.54, n.1 e 2, p.97-105, 1997.

ROSOLEM, C. A. Fenologia e ecofisiologia no manejo do algodão. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: ABRAPA, p. 649-688, 2007.

RUSSELL, L.; NUTI, R. P.; VIATDR, S., N.; CASTELL, K., L. E.; RANDY, W. Effect of planting date, mepiquat chloride and glyphosate application to glyphosate, resistant cotton. **Agronomy Journal**, v. 98, p. 1627-1633, 2006.

SABIR-AHAMED, A. **Hybrid seed yield maximization through supplemental nutrition, hybrid vigour assessment and seed quality enhancement by polykote coating in ADTRH I and CORH 2 rice hybrids and their parents**. Ph.D. (Agri.) Thesis, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, 2003.

SAMPAIO, N. V.; SAMPAIO, T. G. Sementes: com as cores da eficiência. **A Granja do**

Ano, Porto Alegre, n.12, p.16-18, 1998.

SANTOS, K., H. **Doses de cloreto de mepiquat aplicados via semente em genótipos de algodão.** Londrina, 2013, 51p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual de Londrina.

SARITHA DEVI, J. **Studies on film coating technique to improve field performance of sorghum cv. APK 1.** MSc. (Agri.) Thesis, Tamil Nadu Agri. Uni., Coimbatore, 2004.

SAWAN, Z. M., HAFEZ; BASYONY, A. Effect of nitrogen fertilization and foliar application of plant growth retardants and zinc on cotton seed, protein and oil, yields and oil properties of cotton. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 186, n. 3, p. 183-191, 2001.

SAWAN, Z. M.; AMAL, H. E. Response of yield, yield component and fiber properties of Egyptian cotton (*Gossypium barbadense* L.) to nitrogen fertilization and foliar applied potassium and mepiquat chloride. **The Journal Cotton Science**, v. 10, p. 224-234, 2006.

SHAH, M. K. N.; MALIK, S. A.; MURTAZA, N.; ULLAH, I.; RAHMAN, H.; YOUNIS, U. Early and rapid flowering coupled with shorter boll maturation period offers selection criteria for early crop maturity in upland cotton. **Pakistan Journal of Botany**, v.42, n.5, p.3569-3576, 2010.

SHERIN, J. S. **Seed film coating technology-using polykote for maximizing the planting value, growth and productivity of maize, Cv. Col.** MSc. (Agri.) Thesis, Tamil Nadu Agril. Univ., Coimbatore (India), 2003.

SHIMAZAKI, K. I.; DOI, M.; ASMANN, S. M.; KINOSHITA, T. Light regulation of stomatal movement. **Annual Review of Plant Biology**, v. 58, n. 1, p. 219-247, 2007.

SILVA, J.B.C.; NAKAGAWA, J. Metodologia para avaliação de materiais cimentantes para peletização de sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.16, n.1, p.31-37, 1998.

SILVA, J. C.; ALBUQUERQUE, M. C.; DE MENDONÇA, E. A. F.; KIM, M. E. Desempenho de sementes de algodão após o processamento e armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p. 79-85, 2006.

SILVA, I. P. F.; JUNIOR, J. F.S.; ARALDI, R.; TANAKA, A. A.; GIROTTO, M.; BOSQUÊ, G. G.; LIMA, F. C. C. Estudos das fases fenológicas do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 10, n. 20, p. 1-10, 2011.

SILVEIRA, S. Recobertura como medida para proteção da semente. **Seed News**, Pelotas, n.5, p.34-35, 1998.

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

SOARES, L. C. S. **Efeito de reguladores de crescimento (via tratamento de sementes e foliar) no desenvolvimento e na produtividade da cultura de algodão.** Piracicaba, 2010. 131 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

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

SOUZA, R. N., PEREIRA, J. R. LIMA, S. V.; ALVES, J. C. M.; ALENCAR, S. B.; BEZERRA, J. R. C.; SANTOS, J. W. Modos de aplicação do cloreto de mepiquat em duas variedades de algodão herbáceo. In: Congresso Brasileiro de Algodão...**Resumos**...Embrapa Algodão, 2005.

SOUZA, J. G.; BELTRAO, N. E. M.; SANTOS, J. W.; CARDOSO, G. D. Aplicações hiperpreoces de cloreto de mepiquat no algodoeiro herbáceo, cultivar BRS 187 8H, em condições de casa de vegetação. II Efeitos na produção e nos componentes da produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 4, Goiânia, 2003. **Anais**... Campina Grande: Embrapa CNPA, 2003. CD-Rom.

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

STRUVE, T. H.; HOPPER, N. W. The effect of polymer film coatings on cotton–seed imbibition electrical conductivity, germination and emergence. In: BELTWISE COTTON CONFERENCES, 1996, Nashville, USA. **Proceedings**... Nashville: CAB, 1996. v. 2, p. 1167–1170.

SUET, T. M.; ORDOÑEZ, G. P.; SANTOS, J.; Leão, C. E. Altura final e produtividade do algodoeiro herbáceo sob diferentes doses de regulador de crescimento. In CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia. **Anais**... Campina Grande: EMBRAPA, CNPA, 2003. 1 CD-ROM.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 729 p.

TAYLOR, A. G.; KWIATKOWSKI, J.; BIDDLE, A. J. Polymer film coating decrease water uptake and water vapour movement into seeds and reduce imbibition chilling injury. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM - SEED TREATMENT CHALLENGES AND OPPORTUNITIES, 2001. **Proceedings**... British Crop Protection Council, p. 215-220, 2001.

TEIXEIRA, I. R.; KIKUT, H.; BORÉM, A. Crescimento e produtividade de algodão submetido a cloreto de mepiquat e doses de nitrogênio. **Bragantia**, v. 67, n. 4, p. 891-897, 2008.

TEKRONY, D. M. Seeds: The Delivery System for Crop Science. **Crop Science**, Madison, v. 46, n. 5, p. 2263–2269, 2006.

TILLMANM, M. A. A.; MIRANDA, D.M. **Análise de sementes**. In: Peske, S. T.; Lucca Filho, O. A.; Barros, A. C. S. A. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. 2006, p.159-255.

TOM, C. J.; OOSTERHIUS, D. M. Physiological impact of plant growth regulators. In: BELTWISE COTTON CONFERENCE, 1993, **Proceedings**...128-131, 1993.

TRENTINI, P. **Pelculização: preservação da qualidade de sementes de soja e desempenho no estabelecimento da cultura em campo na região de Alto Garças, MT.** Lavras, 2004. 134 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Lavras.

USDA - United States Department of Agriculture. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/projecoes%20-%20versao%20atualizada.pdf

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C.; Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p.1-26.

VIJAYKUMAR, K., RAVI, H., BIRADARPATIL, N. K., VYAKARNHAL B. S. Effect of seed coating with polymer, fungicide and insecticide on seed quality in cotton during storage. **Journal Agricultural Science.** Karnataka, v.20, n.1, p.137-139, 2007.

WILSON, J. T. AND GENEVE, R. H. The impact of film coating and initial water uptake and imbibition al chilling injury in high and low vigour sh-2 sweet corn seeds. **Seed Science Technology**, v. 32, p.271-281, 2004.

XU, X.; TAYLOR, H. M. Increase in droght resistance of cotton seedlings treated with mepiquat chloride. **Agronomy Journal**, v.84, p.569-547, 1992.

YEATES, S. J.; CONSTABLE, G. A.; McCUMSTIE, T. Cotton growth and yield after seed treatment with mepiquat chloride in tropical winter season. **Field Crops Research**, v.93, n.2-3, p.122-131, 2005.

ZANON, G.D. **Manejo de cultivares de algodão em densidade populacional variável com o uso de regulador de crescimento.** 2002. 75p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

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

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