Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Efeito de reguladores de crescimento (via tratamento de sementes e foliar) no desenvolvimento e na produtividade da cultura de algodão

Leonardo Cirilo da Silva Soares

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2010

Leonardo Cirilo da Silva Soares
Engenheiro Agrônomo

Efeito de reguladores de crescimento (via tratamento de sementes e foliar) no desenvolvimento e na produtividade da cultura de algodão

Orientador:
Prof. Dr. **DURVAL DOURADO NETO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Soares, Leonardo Cirilo da Silva
Efeito de reguladores de crescimento (via tratamento de sementes e foliar) no desenvolvimento e na produtividade da cultura de algodão / Leonardo Cirilo da Silva Soares . - - Piracicaba, 2010.
131 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2010.
Bibliografia.

1. Algodão 2. Desenvolvimento vegetal 3. Folhas (Plantas) - Tratamento 4. Produtividade 5. Regulador de crescimento vegetal 6. Sementes - Tratamento I. Título

CDD 633.51
S676e

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICATÓRIA

Dedico:

Aos meus pais, Marco Túlio Canfield Soares e Sidenia Maria Nascimento da Silva Soares pela excelente educação e apoio;

Ao avô Getúlio Pereira Soares, que tem em seu vocabulário apenas palavras de vitória, a quem tenho como exemplo de homem, pai, avô e amigo; e as avós Maria Therezinha Canfield Soares e Almerinda Silva de quem recebi o mais puro carinho;

Ao tio Ailton Alencar de Oliveira (*in memorian*) e tia Eneida Maria Soares de Oliveira, e aos primos Aurélio Alencar Soares de Oliveira e Cristiano Soares de Oliveira, pelo imprescindível apoio ao qual serei eternamente grato;

Aos meus irmãos Luana da Silva Soares e Jorge Augusto Soares.

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

A Deus por proporcionar-me a possibilidade de conviver com pessoas muito especiais;

Aos professores Dr. Durval Dourado Neto e Dr. Ederaldo José Chiavegato, que de maneira singular, através de valiosas orientações, contribuíram ao meu desenvolvimento acadêmico e profissional, e também me ensinaram, pelo exemplo, valores éticos e humanos;

A todos os colabores do Departamento de Produção Vegetal, em especial àqueles que muito contribuíram para realização deste trabalho: Erreinaldo Bortolazzo, Elizabete Sarkis, Luciane Lopes, Célia, Gustavo, Celestino, Aparecido, César, Édson, Helena e Paulo;

À Fazenda Torre I (Grupo Torre), Obdias Freitas de Oliveira, Matheus Pavin e Elder Lima que contribuíram para realização de parte deste trabalho;

À CAPES e ao CNPQ, pela concessão de Bolsa de Estudos;

Aos meus amigos, estudantes de graduação: Juan Piero, Juan Hiroshi, Henrique Carvalho, Eduardo Primom, Arthur Tadashi, Bruno Valentin, Luciano Schwerz, Antônio Nunes, Rogério Figueira, Fernando Luppinacci, Emanuel Sotto, Diego Cunha, Eduardo Cassiolato, Giuliano Galdi, Lucas Hongo, José Botezelli; e pós-graduação: Franscico de Assis de Oliveira, Adilson Nunes da Silva, Rogério Lorençoni, Fábio Takahashi, Franscisco Guilhem, Marcos Schleiden, Jerônimo Alves, Ronaldo Sakai, Mateus Donegá, Rafael Bortolotto, Ricardo Olinda, Juliano Quarteroli, Magda Tessmer, Tuane Oliveira, Pâmela Favero, Julia, Francynêw Macedo, Karla Vilaça, Cristiane Muller, Simoni Ruiz e todos aqueles omitidos aqui involuntariamente;

Ao apoio do amigo e professor Dr. Enrique Pouyú Rojas;

À Danúbia Suellen da Silva pela alegria, carinho, companheirismo, incentivo e compreensão; e

A toda minha família: Soares, Silvas, Ávilas, Canfields e Oliveiras.

SUMÁRIO

RESUMO 11
ABSTRACT 13
LISTA DE FIGURAS 15
LISTA DE TABELAS 21
1 INTRODUÇÃO 29
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 33
2.1 A cultura de algodão 33
2.1.1 Descrição botânica, centro de origem e principais cultivares 33
2.1.2 Importância econômica e social no Brasil e no mundo 34
2.1.3 Fenologia e ecofisiologia 35
2.1.3.1 Radiação solar, temperatura e fotossíntese líquida 36
2.2 Reguladores de crescimento 37
2.2.1 Definição, importância e princípios de uso em agricultura 37
2.2.2 Principais reguladores de crescimento utilizados na cultura de algodão 40
2.2.3 Aplicação de reguladores de crescimento via tratamento de sementes na cultura de algodão 41
3 MATERIAL E MÉTODOS 47
3.1 Locais dos experimentos 47
3.2 Caracterização das variáveis analisadas 47
3.2.1 Emergência das plântulas 47
3.2.2 Índice de velocidade de emergência 48
3.2.3 Raízes secundárias 48
3.2.4 Comprimento radicular 48
3.2.5 Altura de inserção cotiledonar 48
3.2.6 Diâmetro do caule 49
3.2.7 Número de folhas 49
3.2.8 Área foliar 49
3.2.9 Índice de área foliar 49
3.2.10 Diâmetro da copa 49
3.2.11 Valor Spad 49
3.2.12 Desenvolvimento vegetativo 49

3.2.13 Massa de matéria seca de caule e ramos, folhas e raiz 50
3.2.14 Massa de matéria seca de parte aérea 50
3.2.15 Altura de plantas 50
3.2.16 Taxa de crescimento absoluto 50
3.2.17 Taxa de crescimento relativo 50
3.2.18 Fitotoxicidade 51
3.2.19 Percentual de plantas com flor 52
3.2.20 Número médio de capulhos 52
3.2.21 Número médio de capulhos por planta 52
3.2.22 Massa média do capulho 52
3.2.23 Número médio de plantas por metro 52
3.2.24 Produtividade 53
3.2.25 Rendimento de fibra 53
3.2.26 Precocidade de colheita 53
3.3 Descrição dos experimentos 53
3.4 Implantação e tratos culturais comum aos experimentos 54
3.5 Análise estatística 55
3.5.1Experimento 1 55
3.5.1.1 Delineamento experimental 55
FM: Fibermax; FMT: Fundação Mato Grosso 56
3.5.1.2 Implantação e tratos culturais 56
3.5.1.3 Variáveis analisadas 57
3.5.1.4 Análise estatística 57
3.5.2Experimento 2 58
3.5.2.1 Delineamento experimental 58
3.5.2.2 Implantação e tratos culturais 58
3.5.2.3 Variáveis analisadas 58
3.5.2.4 Análise estatística 59
3.5.3Experimento 3 59
3.5.3.1 Delineamento experimental 59
3.5.3.2 Implantação e tratos culturais 60

3.5.3.3 Variáveis analisadas 61
3.5.3.4 Análise estatística 61
3.5.4Experimento 4 63
3.5.4.1 Delineamento experimental 63
3.5.4.2 Implantação e tratos culturais 64
3.5.4.3 Variáveis analisadas 64
3.5.4.4 Análise estatística 65
3.5.5Experimento 5 65
3.5.5.1 Delineamento experimental 65
3.5.5.2 Implantação e tratos culturais 66
3.5.5.3 Variáveis analisadas 66
3.5.5.4 Análise estatística 67
4 RESULTADOS 69
4.1 Experimento 1: crescimento (cultivares e regulador de crescimento) 69
4.2 Experimento 2: crescimento e desenvolvimento (regulador de crescimento e dose - Tratamento de Sementes) 74
4.3 Experimento 3: crescimento e desenvolvimento (tratamento de sementes) 82
4.4 Experimento 3: crescimento e desenvolvimento (tratamento de sementes e dose foliar) ... 84
4.5 Experimento 3: Produtividade (tratamento de sementes e dose foliar) 88
4.6 Experimento 3: Produtividade (tratamento de sementes e estratégia de aplicação foliar) .. 90
4.7 Experimento 4: Produtividade (fator tratamento de sementes) 92
4.8 Experimento 5: crescimento e desenvolvimento (regulador de crescimento e dose - Tratamento de Sementes) 94
5 DISCUSSÃO 103
5.1 Emergência em campo, índice de velocidade de emergência e estande final 103
5.2 Altura de inserção cotiledonar e diâmetro do caule 104
5.3 Fitotoxicidade 104
5.4 Comprimento radicular e raízes secundárias 105
5.5 Área foliar, índice de área foliar, diâmetro da copa, número de folhas e valor Spad 106
5.6 Desenvolvimento vegetativo e percentual de plantas em florescimento 108
5.7 Massa de matéria seca de caule e ramos, folhas e total da parte aérea 108

5.8 Altura de plantas 109
5.9 Taxa de crescimento absoluto e relativo da altura de plantas 111
5.10 Número médio de capulhos por metro, por planta e massa média de capulho 112
5.11 Produtividade 112
5.12 Rendimento de fibra 113
5.13 Precocidade de colheita 114
5.14 Considerações finais 114
6 CONCLUSÃO 117
REFERÊNCIAS 119

RESUMO

Efeito de reguladores de crescimento (via tratamento de sementes e foliar) no desenvolvimento e na produtividade da cultura de algodão

Com o objetivo geral de verificar o efeito do uso de reguladores de crescimento, via tratamento de sementes e foliar, sobre o desenvolvimento e a produtividade da cultura de algodão foram desenvolvidos cinco experimentos durante os anos de 2009 e 2010 (quatro desenvolvidos em Piracicaba, SP e o quinto em Pedra Preta, MT) com os seguintes objetivos específicos: (Experimento 1): verificar o efeito de dois reguladores de crescimento (cloreto de mepiquat associado ou não a ciclanilida) e doses (0,00+0,00; 1,60+0,40; 4,50+0,00 e 4,50+1,13 g de cloreto de mepiquat + ciclanilida por kg de sementes) sobre o desenvolvimento de diferentes cultivares de algodão (FMT-523, FMT-701, NuOpal, FM-993 e FM-910); (Experimento 2): verificar o efeito de diferentes reguladores de crescimento (cloreto de mepiquat associado ou não a ciclanilida) e doses (0,00+0,00; 0,75+0,19; 1,50+0,00; 1,50+0,38; 2,25+0,56; 3,00+0,00; 3,00+0,75; 3,75+0,94; 4,50+0,00 e 4,50+1,13 g de cloreto de mepiquat + ciclanilida por kg de sementes), aplicado via tratamento de sementes, sobre o desenvolvimento da cultura de algodão; (Experimento 3): verificar o efeito do uso do regulador de crescimento cloreto de mepiquat via tratamento de sementes (doses de 0,0 e 4,5 g de cloreto de mepiquat por kg de sementes), combinado com diferentes doses foliares (doses de 0, 63, 126 e 189 $g.ha^{-1}$ de cloreto de mepiquat aplicadas em duas épocas, sendo a primeira aplicação: [1] em V_4 - aplicação precoce - e [2] em B_1 - aplicação padrão), no desenvolvimento e na produtividade da cultura de algodão; (Experimento 4): verificar o efeito do uso do regulador de crescimento cloreto de mepiquat via tratamento de sementes (doses de 0,0 e 4,5 g de cloreto de mepiquat por kg de sementes), combinado com diferentes doses foliares (0, 125, 250, 375 e 500 $g.ha^{-1}$ de cloreto de mepiquat), na produtividade da cultura de algodão; e (Experimento 5): verificar o efeito de diferentes reguladores de crescimento (cloreto de mepiquat associado ou não a ciclanilida) e doses (0,00+0,00; 0,75+0,19; 1,13+0,00; 1,50+0,38; 2,25+0,00; 2,25+0,56; 3,00+0,75; 3,38+0,00; 3,75+0,94; 4,50+0,00 e 4,50+1,13 g de cloreto de mepiquat + ciclanilida por kg de sementes), aplicados via tratamento de sementes, no desenvolvimento da cultura de algodão. De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que o uso do cloreto de mepiquat, via tratamento de sementes e foliar, interfere retardando o desenvolvimento e reduzindo o crescimento e a produtividade da cultura de algodão, e que a ciclanilida, via tratamento de sementes, potencializa o efeito do cloreto de mepiquat.

Palavras-chave: Cloreto de mepiquat; Ciclanilida; *Gossypium hirsutum*

ABSTRACT

Growth regulators (by seed treatment and foliar) effect on cotton crop development and productivity

With the general purpose of verifying the growth regulators (applied by seed treatment and foliar) effect on cotton crop development and productivity five experiments were carried out during 2009 and 2010 (four in Piracicaba, State of São Paulo, and one in Pedra Preta, State of Mato Grosso) with the following specific objectives: (Experiment 1): verify the effect of two growth regulators (mepiquat chloride in association with cyclanilide) and doses (0.00+0.00, 1.60+0.40, 4.50+0.00 and 4.50+1.13 g of mepiquat chloride + cyclanilide per kg of seeds) on the development of different cultivars of cotton (FMT-523, FMT-701, NuOpal, FM-993 e FM-910); (Experiment 2): verify the effect of different growth regulators (mepiquat chloride in association with cyclanilide) and doses (0.00+0.00, 0.75+0.19, 1.50+0.00, 1.50+0.38, 2.25+0.56, 3.00+0.00, 3.00+0.75, 3.75+0.94, 4.50+0.00 and 4.50+1.13 g of mepiquat chloride + cyclanilide per kg of seeds), applied by seed treatment, on the crop cotton development; (Experiment 3): verify the effect of mepiquat chloride (growth regulator) by seed treatment (doses of 0.0 and 4.5 g of mepiquat chloride per kg of seeds), associated to different foliar doses (0, 63, 126 and 189 $g.ha^{-1}$ of mepiquat chloride applied in two periods, being the first application: [1] in V_4 - precocious application - and [2] in B_1 - standard application), on the development and productivity of cotton crop; (Experiment 4): verify the effect of mepiquat chloride (growth regulator) by seed treatment (doses of 0.0 and 4.5 g of mepiquat chloride per kg of seeds), associated to different foliar doses (0, 125, 250, 375 and 500 $g.ha^{-1}$ of mepiquat chloride), on the cotton crop productivity; and (Experiment 5): verify the effect of different growth regulators (mepiquat chloride in association with cyclanilide) and doses (0.00+0.00, 0.75+0.19, 1.13+0.00; 1.50+0.38, 2.25+0.00, 2.25+0.56, 3.00+0.75, 3.38+0.00, 3.75+0.94, 4.50+0.00 and 4.50+1.13 g of mepiquat chloride + cyclanilide per kg of seeds), applied by seed treatment, on the cotton crop development. According to the results, we conclude that the use of mepiquat chloride, by seed treatment and foliar, slows the development and reduces the growth and yield of cotton crop, and the cyclanilide, applied by seed treatment, enhances the negative effect of chloride mepiquat.

Keywords: Mepiquat chloride; Cyclanilide; *Gossypium hirsutum*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Moléculas referentes aos reguladores de crescimento vegetal Cloreto de Mepiquat e Ciclanilida. Adaptado de Burton, Pedersen e Coble (2008) e Rademacher (2000) 54

Figura 2 - Altura de plantas de algodão nas diferentes cultivares, avaliadas na altura da última folha (A) e da plúmula (B). Piracicaba, SP. 2009 71

Figura 3 - Altura (cm) de plantas de algodão obtidas em função do uso reguladores vegetais, avaliadas na altura última folha (A) e da plúmula (B); CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2009 71

Figura 4 - Notas de fitotoxicidade em função dos reguladores vegetais. CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2009..... 72

Figura 5 - Desenvolvimento vegetativo e notas de fitotoxicidade em função dos reguladores vegetais. CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida.Piracicaba, SP. 2009 72

Figura 6 - Plantas emergidas (PE, %) aos 9 DAE (A), taxa de crescimento relativo (TCR, %) da massa de matéria seca de parte aérea aos 29 DAE (B), taxa de crescimento absoluto (TCA, $g.planta^{-1}.dia^{-1}$) da massa seca de parte aérea aos 29 DAE (C), e massa de matéria seca de parte aérea ($g.planta^{-1}$) aos 29 DAE (D): CM (---); CM + CY (—). CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2009..... 74

Figura 7 - Taxa de crescimento absoluto (TCA, $cm.dia^{-1}$) aos 9 DAE (A), taxa de crescimento absoluto (TCA, $cm.dia^{-1}$) aos 16 DAE (B), taxa de crescimento absoluto (TCA, $cm.dia^{-1}$) aos 29 DAE (C), e taxa de crescimento absoluto ($cm.dia^{-1}$) aos 45 DAE (D): CM (---); CM + CY (—). CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2009 76

Figura 8 - Taxa de crescimento relativo (%) da altura de plantas aos 9 dias após a emergência (A), taxa de crescimento relativo (%) da altura de plantas aos 16 dias após a emergência (B), e taxa de crescimento relativo (%) da altura de plantas aos 29 dias após a emergência (C): CM (---); CM + CY (—). CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2009 77

Figura 9 - Altura de plantas (AP, cm) aos 9 dias após a emergência (A), altura de plantas (AP, cm) aos 16 dias após a emergência (B), altura de plantas (AP, cm) aos 23 dias após a emergência (C), altura de plantas (AP, cm) aos 29 dias após a emergência (D), e altura de plantas (AP, cm) aos 45 dias após a emergência (E): CM (---); CM + CY (—). CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2009 78

Figura 10 - Altura de plantas (AP, cm) aos 21 DAE, e massa seca de parte aérea (MSPA, g.planta^{-1}) aos 22 DAE (A); taxa de crescimento absoluto (TCAa, cm.dia^{-1}) da altura de plantas, e taxa de crescimento relativo (TCRa, %) da altura de plantas aos 21 DAE (B); taxa de crescimento absoluto (TCAm, g.planta^{-1}) da massa seca de parte aérea, taxa de crescimento relativo (TRAm, %) da massa seca de parte aérea aos 22 DAE (C) e índice de área foliar (IAF) aos 22 DAE (D). Com: 4,5g de cloreto de mepiquat por kg de semente. Piracicaba, SP. 2010..... 83

Figura 11 - Altura de plantas (AP, cm) aos 29 (A) e 36 (B) DAE, taxa de crescimento absoluto (TCA, cm.dia^{-1}) aos 29 (C) e 36 (D) DAE, taxa de crescimento relativo (TCR, %) aos 29 (E) e 36 (F) DAE, sem TS (---) e com TS (—). TS: tratamento de semente. CM: cloreto de mepiquat. Piracicaba, SP. 2010..... 85

Figura 12 - Altura de plantas (AP, cm) aos 43 DAE (A), e IAF (IAF) aos 30 DAE (B) sem TS (---) e com TS (—) (TS: tratamento de semente). CM: cloreto de mepiquat. Piracicaba, SP. 2010 86

Figura 13 - Altura de plantas (AP, cm) aos 79 (A) e 92 (B) DAE, índice de área foliar (IAF) aos 79 DAE (C), rendimento de fibra (FIB, %) (D), produtividade (P, kg.ha^{-1}) (E) e produtividade (P, @.ha^{-1}) (F) sem TS (---) e com TS (—) (TS: tratamento de semente). CM: cloreto de mepiquat. Piracicaba, SP. 2010 89

Figura 14 - Número de nós por planta (NNP, nós.planta^{-1}) e altura de inserção cotiledonar (AIC, cm) (A), altura de plantas (AP, cm) e massa seca de caule e ramos (MSC, g.planta^{-1}) (B), massa de capulho (MC, g) e número de capulhos (NC, capulhos.m^{-1}) (C), número de plantas (NP, plantas.m^{-1}) e número de capulhos por planta (CP, capulhos.planta^{-1}) (D) e produtividade de algodão em caroço (P, arrobas.ha^{-1}) (E). Com: 4,5g de cloreto de mepiquat por kg de semente. Pedra Preta, MT. 2010 93

Figura 15 - Taxa de crescimento absoluto (TCA, $cm.dia^{-1}$) aos 21(A) e 49 DAE (B), taxa de crescimento relativo (TCR, %) aos 21(C) e 49 DAE (D). CM (---); CM + CY (—). CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2010..... 94

Figura 16 - Altura de plantas (AP, cm) aos 21 (A), 28 (B), 34 (C), 43 (D), 49 (E) e 55 (F) DAE. CM (---); CM + CY (—). CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2010 96

Figura 17 - Área foliar (AF, $cm^2.planta^{-1}$) aos 41 DAE (A), massa seca de caule e ramos (MSCR, $g.planta^{-1}$) aos 41 DAE (B), massa seca de folhas (MSF, $g.planta^{-1}$) aos 41 DAE (C), diâmetro do caule (DC, mm) aos 44 DAE (D), valor spad (SPAD) aos 44 DAE (E) e área foliar (AF, $cm^2.planta^{-1}$) aos 88 DAE (D): CM (---); CM + CY (—). CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2010 97

Figura 18 - Índice de velocidade de emergência (IVE) (A), plantas emergidas (PE, %) aos 5 dias após a semeadura (B), plantas em florescimento (FL, %) aos 89 DAE (C). CM (---): CM + CY (—). CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2010..... 98

Figura 19 - Altura de plantas da variedade cultivada NuOpal causada pelo tratamento de sementes de algodão com regulador vegetal aos 31 DAE; CM: cloreto e mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2009..... 125

Figura 20 - Fitotoxicidade causada pelo tratamento de sementes de algodão com regulador vegetal aos 31 DAE na variedade cultivada NuOpal. CM: cloreto e mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2009 125

Figura 21 - Comprimento de raiz e altura do incio das raízes secundárias, no estádio fenológico B_1, da cultura causada pelo tratamento de sementes de algodão com regulador vegetal. CM: cloreto e mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2009..... 126

Figura 22 - Experimento 3. Cultura de algodão na fase de estabelecimento de plântulas. A: testemunha (sem regulador de crescimento em tratamento de sementes); B: com regulador de crescimento (4,5 g de cloreto de mepiquat por kg de sementes) via tratamento de sementes. Cultivar FM-910. Piracicaba, SP. 2010 127

Figura 23 - Experimento 3. Cultura de algodão na fase de desenvolvimento vegetativo aos 30 DAE. A: testemunha (sem regulador de crescimento em tratamento de sementes); B: com regulador de crescimento (4,5 g de cloreto de mepiquat por kg de sementes) via tratamento de sementes. Cultivar FM-910. Piracicaba, SP. 2010 127

Figura 24- Experimento 3. Cultura de algodão na fase de desenvolvimento vegetativo, aos 30 DAE. Parcelas sem regulador de crescimento em tratamento de sementes. Parcela do lado esquerdo da figura: testemunha (sem tratamento de sementes e sem aplicação foliar); Parcela do lado direito da figura: aplicação foliar de 28,2 g de cloreto de mepiquat por kg de sementes no estádio fenológico V_4. Cultivar FM-910. Piracicaba, SP. 2010 128

Figura 25 - Experimento 3. Cultura de algodão na fase de desenvolvimento reprodutivo (produção de botões florais) aos 45 DAE. Parcelas que receberam a primeira pulverização foliar de 9,4g de cloreto de mepiquat.ha^{-1} no estádio fenológico V_4. A: com cloreto de mepiquat (4,5 $g.kg^{-1}$) em tratamento de sementes; B: sem regulador de crescimento em tratamento de sementes. Cultivar FM-910. Piracicaba, SP. 2010..... 128

Figura 26 - Experimento 3. Cultura de algodão na fase de pré-colheita. Parcelas que receberam pulverização total foliar de 189 g de cloreto de mepiquat por ha, parcelado ao longo do ciclo da cultura. A: sem regulador de crescimento em tratamento de sementes; B: com cloreto de mepiquat (4,5 $g.kg^{-1}$) em tratamento de sementes. Cultivar FM-910. Piracicaba, SP. 2010..... 129

Figura 27 - Experimento 3. Cultura de algodão na fase de estabelecimento de plântulas. Comparativo visual entre planta sem regulador de crescimento em tratamento de sementes (maior comprimento de parte aérea e radicular, e maior quantidade de raízes secundárias) com cloreto de mepiquat (4,5 $g.kg^{-1}$) em tratamento de sementes (menor comprimento de parte aérea e radicular, e menor quantidade de raízes secundárias). Cultivar FM-910. Piracicaba, SP. 2010 129

Figura 28 - Experimento 4. Cultura de algodão estabelecimento de estande e desenvolvimento vegetativo. Cultivar FMT-701. Fazenda Torre I (Serra da Petrovina) - Pedra Preta, MT. 2010..... 130

Figura 29 - Experimento 4. Cultura do algodão na fase de colheita, Cultivar FMT-701. Fazenda Torre I (Serra da Petrovina) - Pedra Preta, MT. 2010..... 130

Figura 30 - Experimento 4. Cultura do algodão na fase de desenvolvimento inicial. A: testemunha (sem regulador de crescimento em tratamento de sementes); B: com regulador de crescimento (4,5 g de cloreto de mepiquat por kg de sementes) via tratamento de sementes. Cultivar FMT-701. Fazenda Torre I (Serra da Petrovina) - Pedra Preta, MT. 2010 130

Figura 31 - Experimento 5. Cultura de algodão na fase de florescimento. Comparativo visual para o efeito de doses de cloreto de mepiquat associado à ciclanilida via tratamento de sementes. Cultivar FMT-523. Piracicaba, SP. 2010 131

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de trabalhos (NT) encontrados no ISI WEB OF SCIENCE no período de 2001 a 2010 em função da palavra chave 33
Tabela 2 - Escala de notas para avaliação de fitotoxicidade causada pelos reguladores vegetais em plantas de algodão 51
Tabela 3 - Escala de notas para avaliação de residual de fitotoxicidade causada pelos reguladores vegetais em plantas de algodão 52
Tabela 4 - Descrição dos experimentos 53
Tabela 5 - Reguladores de crescimento utilizados na cultura de algodão 54
Tabela 6 - Descrição dos tratamentos referentes ao experimento 1 com plantas de algodão. Piracicaba, SP. 2009 56
Tabela 7 - Esquema da análise de variância para os fatores estudados (regulador de crescimento e cultivar). Experimento 1. Piracicaba, SP. 2009 57
Tabela 8 - Descrição dos tratamentos referentes ao experimento 2 com plantas de algodão. Piracicaba, SP. 2009 58
Tabela 9 - Esquema da análise de variância para os fatores estudados (regulador de crescimento e dose). Experimento 2. Piracicaba, SP. 2009 59
Tabela 10 - Descrição dos tratamentos referentes ao experimento 3 com plantas de algodão. Piracicaba, SP. 2010 60
Tabela 11 - Esquema da análise de variância para o tratamento de sementes de algodão. Experimento 3. Piracicaba, SP. 2010 62
Tabela 12 - Esquema da análise de variância para os fatores estudados (tratamento de sementes de algodão e dose). Experimento 3. Piracicaba, SP. 2010 62
Tabela 13 - Esquema da análise de variância para os fatores estudados (tratamento de sementes de algodão e dose). Experimento 3. Piracicaba, SP. 2010 63
Tabela 14 - Esquema da análise de variância para os fatores estudados (tratamento de sementes de algodão e dose). Experimento 3. Piracicaba, SP. 2010 63
Tabela 15 - Descrição dos tratamentos referentes ao experimento 4 com plantas de algodão. Pedra Preta, MT. 2010 64
Tabela 16 - Esquema da análise de variância para os fatores estudados. Experimento 4. Pedra Preta, MT. 2010 65

Tabela 17 - Descrição dos tratamentos referentes ao experimento 5 com plantas de algodão. Piracicaba, SP. 2010 66

Tabela 18 - Esquema da análise de variância para os fatores estudados (regulador de crescimento e dose). Experimento 5. Piracicaba, SP. 2010 67

Tabela 19 - Valores de F (resumo da análise de variância) para altura de plantas aos 6, 10, 14, 21, 31, 38, 48 e 75 dias após a emergência. Piracicaba, SP. 2009 69

Tabela 20 - Resumo da análise de variância (valores de F) para notas de fitotoxicidade e desenvolvimento vegetativo. Piracicaba, SP. 2009 69

Tabela 21 - Resumo da análise de variância (valores de F) para as variáveis comprimento de raiz (CR, cm), raízes secundárias (RS, cm), altura de inserção cotiledonar (AIC, cm), e área foliar (AF, $cm^2.planta^{-1}$), no estádio fenológico B_1 da cultura de algodão. Piracicaba, SP. 2009 70

Tabela 22 - Altura (AP, cm) de plantas aos 6, 10, 14, 21, 31, 38, 48 e 75 DAE e altura de inserção cotiledonar (AIC, cm) aos 75 DAE. Piracicaba, SP. 2009 70

Tabela 23 - Altura (AP, cm) de plantas aos 6, 10, 14, 21, 31, 38, 48 e 75 DAE, e comprimento radicular (CR, cm) e altura de inserção cotiledonar (AIC, cm) aos 75 DAE. Piracicaba, SP. 2009 70

Tabela 24 - Desdobramento da interação 'Regulador vegetal' e 'Cultivares' para raízes secundárias e área foliar, no estádio fenológico B_1 da cultura de algodão. Piracicaba, SP. 2009 73

Tabela 25 - Resumo da análise de variância (*p-valor* e coeficiente de variação - CV), para as variáveis: percentual de plantas emergidas (PE, %) aos 9 DAS; altura de planta (AP, cm) aos 9, 16, 23, 29 e 45 DAE; taxa de crescimento acumulado em altura (TCAa, cm) aos 9, 16, 23, 29 e 45 DAE, e em massa de matéria seca da parte aérea (TCAm, $g.planta^{-1}.dia^{-1}$) aos 29 e 45 DAE; taxa de crescimento relativo em altura (TCRa, %) aos 9, 16, 23, 29 e 45 DAE, e em massa de matéria seca da parte aérea aos (TCRm, %) aos 29 e 45 DAE; e Massa de matéria seca de parte aérea (MSPA, $g.planta^{-1}$) aos 29 e 45 DAE . Piracicaba, SP. 2009 75

Tabela 26 - Altura de plantas (AP, cm) aos 45 DAE e taxa de crescimento absoluto em altura (TCAa, $cm.dia^{-1}$) aos 23 DAE. Piracicaba, SP. 2009 79

Tabela 27 - Altura de plantas (AP, cm) aos 45 DAE, taxa de crescimento absoluto em altura (TCAa, cm.dia^{-1}) aos 23 e 29 DAE, e em massa seca de parte aérea (TCAm, g.planta^{-1}.dia^{-1}) aos 29 DAE, taxa de crescimento relativo em altura (TCRa, %), e em massa seca de parte aérea (TCRm, %) aos 29 DAE, e massa de matéria seca de parte aérea (MSPA, g.planta^{-1}) aos 29 DAE. Piracicaba, SP. 2009 79

Tabela 28 – Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para o percentual (%) de plantas emergidas aos 9 DAS. Piracicaba, SP. 2009..... 79

Tabela 29 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a altura (cm) de plantas aos 9 DAE. Piracicaba, SP. 2009 80

Tabela 30 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a altura (cm) de plantas aos 16 DAE. Piracicaba, SP. 2009 80

Tabela 31 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a altura (cm) de plantas aos 23 DAE. Piracicaba, SP. 2009 80

Tabela 32 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a altura (cm) de plantas aos 29 DAE. Piracicaba, SP. 2009 80

Tabela 33 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a taxa de crescimento absoluta (cm.dia^{-1}) em altura aos 9 DAE. Piracicaba, SP. 2009 81

Tabela 34 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a taxa de crescimento absoluta (cm.dia^{-1}) em altura aos 16 DAE. Piracicaba, SP. 2009 81

Tabela 35 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a taxa de crescimento relativo (%) em altura aos 9 DAE. Piracicaba, SP. 2009 81

Tabela 36 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a taxa de crescimento relativo (%) em altura aos 16 DAE. Piracicaba, SP. 2009 81

Tabela 37 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a taxa de crescimento relativo (%) em altura aos 23 DAE. Piracicaba, SP. 2009 82

Tabela 38 - Resumo da análise de variância (*p-valor* e coeficiente de variação - CV). Altura de plantas (AP, cm), taxa de crescimento absoluto (TCAa, cm.dia^{-1}) da altura de plantas, taxa de crescimento relativo (TCRa, %) da altura de plantas aos 21 DAE, massa seca de parte aérea (MSPA, g), taxa de crescimento absoluto (TCAm, g.planta^{-1}) da massa de matéria seca de parte aérea, taxa de crescimento relativo (TCRm, %) da massa seca de parte aérea e índice de área foliar (IAF) aos 22 DAE. Piracicaba, SP. 2010..... 82

Tabela 39 - Altura de plantas (AP, cm), taxa de crescimento absoluto (TCAa, cm.dia^{-1}) da altura de plantas, taxa de crescimento relativo (TCRa, %) da altura de plantas aos 21 DAE. Massa seca de parte aérea (MSPA, g.planta^{-1}), taxa de crescimento absoluto (TCAm, g.planta^{-1}) da massa seca de parte aérea, taxa de crescimento relativo (TRAm, %) da massa de matéria seca de parte aérea e índice de área foliar (IAF) aos 22 DAE. Piracicaba, SP. 2010 82

Tabela 40 - Resumo da análise de variância (*p-valor* e coeficiente de variação - CV), para as variáveis: altura de planta (AP, cm) aos 29, 36 e 43 DAE; taxa de crescimento acumulado em altura (TCAa, cm.dia^{-1}) aos 29, 36 e 43 DAE, e da massa de matéria seca de parte aérea (TCAm, g.planta^{-1}.dia^{-1}) aos 44 DAE; taxa de crescimento relativo em altura (TCRa, %) aos 29, 36 e 43 DAE, e massa de matéria seca de parte aérea (TCRm, %) aos 44 DAE; massa seca de parte aérea (MSPA) aos 44 DAE; e índice de área foliar (IAF) aos 30, 36 e 43 DAE. Piracicaba, SP. 2010 84

Tabela 41 - Altura de plantas (AP, cm) aos 29 e 43 DAE, taxa de crescimento absoluto em altura (TCAa, cm.dia^{-1}), aos 36 e 43 DAE, e em massa seca de parte aérea (TCAm, g.planta^{-1}.dia^{-1}) aos 44 DAE, taxa de crescimento relativo em altura (TCRa, %) aos 36 e 43 DAE, e em massa seca de parte aérea (TCRm, %) aos 44 DAE, massa de matéria seca de parte aérea (MSPA, g.planta^{-1}) aos 44 DAE e índice de área foliar (IAF) aos 30, 36 e 43 DAE. Piracicaba, SP. 2010 86

Tabela 42 - Altura de plantas (AP, cm) aos 29 e 43 DAE, taxa de crescimento absoluto em altura (TCAa, cm.dia^{-1}) aos 29, 36 e 43 DAE, taxa de crescimento relativo em altura (TCRa, %) aos 29 e 36 DAE e índice de área foliar (IAF) aos 30 DAE. Piracicaba, SP. 2010 87

Tabela 43 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a altura de plantas aos 36 DAE. Piracicaba, SP. 2010 87

Tabela 44 - Resumo da análise de variância (*p-valor* e coeficiente de variação - CV), para as variáveis: altura de planta (AP, cm) aos 79 e 92 DAE, massa de matéria seca de parte aérea (MSPA, g.planta^{-1}) aos 79 DAE, índice de área foliar (IAF) aos 79 DAE, produtividade de algodão em caroço (P, kg.ha^{-1}), massa de capulho (MC, g.capulho^{-1}), rendimento de fibra (FIB, %) e precocidade de colheita (PREC, %). Piracicaba, SP. 2010 88

Tabela 45 - Altura de plantas (AP, cm) aos 79 DAE, produtividade de algodão em caroço (P, kg.ha^{-1}), massa média de capulho (MC, g.capulho^{-1}) e precocidade de colheita (PREC, %) na colheita. Piracicaba, SP. 2010 90

Tabela 46 - Altura de plantas (AP, cm) aos 79 DAE e na colheita, índice de área foliar (IAF, m^{2}.m^{-2}) aos 79 DAE, massa de matéria seca de parte aérea (MSPA, g.planta^{-1}) aos 79 DAE e produtividade de algodão em caroço (P, kg.ha^{-1}). Piracicaba, SP. 2010 90

Tabela 47 - Desdobramento da interação dos fatores tratamento de sementes e dose foliar para o rendimento de fibra (%). Piracicaba, SP. 2010 90

Tabela 48 - Resumo da análise de variância (valor *p* e coeficiente de variação - CV), para as variáveis: altura de planta (AP, cm) aos 79 e 92 DAE; massa seca de parte aérea (MSPA, g.planta^{-1}) aos 79 DAE; índice de área foliar (IAF) aos 79 DAE; produtividade de algodão em caroço (P, kg.ha^{-1}); massa de capulho (MC, g.capulho^{-1}); rendimento de fibra (FIB, %); e precocidade de colheita (PREC, %). Piracicaba, SP. 2010 91

Tabela 49 - Resumo da análise de variância (valor *p* e coeficiente de variação - CV), para as variáveis: altura de planta (AP, cm), produtividade de algodão em caroço (P, kg.ha^{-1}), massa de capulho (MC, g), altura de inserção cotiledonar (AIC, cm), número de nós por planta (NNP); massa seca de caule (MSC, g.planta^{-1}); número de capulhos por metro (NC); número de plantas por metro (NP); e número de capulhos por planta (CP). Pedra Preta, MT. 2010 92

Tabela 50 - Altura de planta (AP, cm); produtividade de algodão em caroço (P, kg.ha^{-1}), massa de capulho (MC, g.capulho^{-1}), altura de inserção cotiledonar (AIC, cm), número de nós por planta (NNP), massa seca de caule (MSC, g.planta^{-1}), número de capulhos por metro (NC), número de plantas por metro (NP) e número de capulhos por planta (CP). Pedra Preta, MT. 2010 92

Tabela 51 - Resumo da análise de variância (*p-valor* e coeficiente de variação - CV), para as variáveis: altura de planta (AP) aos 21, 28, 34, 43, 49 e 55 DAE, taxa de crescimento acumulado em altura (TCA, cm.dia^{-1}) aos 21, 28, 34, 43, 49 e 55 DAE, taxa de crescimento relativo em altura (TCR, %) aos 21, 28, 34, 43, 49 e 55 DAE, massa de matéria seca de caule e ramos (MSCR, g.planta^{-1}) e folhas (MSF, g.planta^{-1}), número de folhas por planta (NF), diâmetro da copa (COP, cm), aos 41 DAE; área foliar (cm^2.planta^{-1}) aos 41 e 88 DAE, diâmetro do caule (DC, mm) e valor Spad (SPAD) aos 44 DAE diâmetro do caule (DC) aos 44 DAE, índice de velocidade de emergência (IVE) e percentual de plantas emergidas aos 5, 7 e 9 DAE; e percentual de plantas em florescimento (FLOR, %) aos 77 e 89 DAE. Piracicaba, SP. 2010 95

Tabela 52 - Taxa de crescimento absoluto da altura de plantas (TCAa, cm.dia^{-1}) aos 55 DAE, taxa de crescimento relativo da altura de plantas (TCRa, g.planta^{-1}.dia^{-1}) aos 55 DAE, área foliar (AF, cm^2.planta^{-1}), massa seca de caule e ramos (MSCR, g.planta^{-1}) e massa seca de folhas (MSF, g.planta^{-1}) aos 41 DAE; Valor Spad (SPAD) aos 44 DAE e percentual de plantas emergidas (PE, %) aos 5 DAE. Piracicaba, SP. 2010 98

Tabela 53 - Taxa de crescimento absoluto da altura de plantas (TCAa, cm.dia^{-1}) aos 28, 34, 43 e 49 DAE, taxa de crescimento relativo da altura de plantas (TCRa, g.planta^{-1}.dia^{-1}) aos 28, 34, 43 e 49 DAE, área foliar (AF, cm^2.planta^{-1}), massa seca de caule e ramos (MSCR, g.planta^{-1}) e massa seca de folhas (MSF, g.planta^{-1}) aos 41 DAE; Valor Spad (SPAD) aos 44 DAE e percentual de plantas em florescimento (FLOR, %) aos 77 e 88 DAE. Piracicaba, SP. 2010 99

Tabela 54 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a taxa de crescimento absoluto (cm.dia^{-1}) em altura aos 21 DAE. Piracicaba, SP. 2010..... 99

Tabela 55 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a taxa de crescimento relativo (%) em altura aos 21 DAE. Piracicaba, SP. 2010..... 99

Tabela 56 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a altura (cm) de plantas aos 21 DAE. Piracicaba, SP. 2010 100

Tabela 57 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a altura (cm) de plantas aos 28 DAE. Piracicaba, SP. 2010 100

Tabela 58 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a altura (cm) de plantas aos 34 DAE. Piracicaba, SP. 2010 100

Tabela 59 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a altura (cm) de plantas aos 43 DAE. Piracicaba, SP. 2010 100
Tabela 60 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a altura (cm) de plantas aos 49 DAE. Piracicaba, SP. 2010 101
Tabela 61 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a altura (cm) de plantas aos 55 DAE. Piracicaba, SP. 2010 101
Tabela 62 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para o diâmetro (mm) do caule aos 44 DAE. Piracicaba, SP. 2010 101

1 INTRODUÇÃO

Na cultura de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), o porte alto das plantas não reflete necessariamente em aumento na produtividade e em melhorias na qualidade da fibra. O cultivo com plantas mais compactas permite aumento na população por área (adensamento), melhora a eficiência das aplicações com inseticidas, fungicidas e na penetração de luz no dossel, contribuindo para uma abertura mais rápida e uniforme dos frutos, facilitando assim a colheita mecânica (CARVALHO et al., 1994). No cultivo adensado da cultura de algodão, as populações podem ser superiores a 173 mil plantas por hectare, com espaçamentos entre linhas inferiores a 0,45 m (NICHOLS; SNIPES; JONES, 2003). Esse cultivo é economicamente lucrativo, uma vez que tem potencial para reduzir custos de produção, devido ao encurtamento do ciclo produtivo (JOST; COTHREN, 2001), com conseqüente redução do número de aplicações de defensivos agrícolas para o controle de pragas e doenças (NAGASHIMA et al., 2005).

Em virtude dos cultivares atualmente disponíveis no mercado apresentarem porte acima de 1,00 m, torna-se difícil obter plantas com estaturas que atendam à relação espaçamento entre linhas igual a 2/3 da altura, em espaçamentos estreitos (NAGASHIMA et al., 2005). Então, para viabilizar o cultivo em populações adensadas, é importante que os melhoristas desenvolvam cultivares de pequeno porte (YAMAOKA et al., 2001). Entretanto, esse processo é moroso e de alto custo, o que faz com que o uso de reguladores de crescimento seja uma prática indispensável para a adoção dessa tecnologia (NAGASHIMA et al., 2005).

Os reguladores de crescimento são substâncias químicas sintéticas que alteram o balanço hormonal das plantas, sendo que em pequenas quantidades, promovem modificações nos processos fisiológicos, incluindo aumento ou diminuição das 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).

A utilização de reguladores de crescimento que proporcionam alterações na arquitetura da planta vem sendo incrementada na cultura de algodão durante anos (CARVALHO et al., 1994 McCARTY; HEDIN, 1994). No mercado brasileiro, os produtos comerciais recomendados como reguladores de crescimento na cultura de algodão, para redução da altura de plantas, têm mecanismos e modos de ação semelhantes, ou seja, interferem na biossíntese do ácido giberélico, inibindo-a, o que resulta em redução do crescimento e alterações fisiológicas (REDDY et al., 1995; MARUR, 1998).

O momento em que é realizada a primeira aplicação na cultura de algodão é extremamente importante, pois havendo atraso, o efeito pode ser comprometido, sendo necessárias doses elevadas para que sejam obtidos resultados satisfatórios, e que em algumas situações não são atingidos (LAMAS, 2001). Em relação à aplicação, não existe um critério totalmente eficiente no que diz respeito à decisão sobre a época de aplicação de reguladores de crescimento no algodoeiro. No entanto, para o caso de uma única aplicação do cloreto de mepiquat, é recomendado que a mesma seja realizada no estádio fenológico do início do florescimento (COOK; KENNEDY, 2000; BILES; COTHREN, 2001), porém geralmente o uso de reguladores de crescimento e aplicado de maneira parcelada ao longo do ciclo da cultura (LACA-BUENDIA, 1989; LAMAS, 2001), e monitorando-se o crescimento da altura das plantas. No caso da aplicação em função da altura da planta, independente do regulador utilizado, recomenda-se que a primeira aplicação seja realizada quando as plantas encontram-se entre o aparecimento dos primeiros botões florais e as primeiras flores (estádio fenológico B_1 de acordo com Marur e Ruano, 2001) e apresentarem alturas inferiores a 0,40 m (LAMAS, 2001). Entretanto, a grande maioria das variedades cultivadas disponíveis no mercado apresenta crescimento bastante vigoroso e dependendo das condições edafoclimáticas, no referido estádio fenológico, estas podem apresentar altura superior a 0,5 m (PAZZETTI et al., 2009), o que pode levar comprometimento do manejo eficiente do crescimento das plantas. Portanto, em cultivos adensados, entende-se como interessante que a planta recebesse a primeira dose do regulador antes desse estádio, o que poderia ser realizado seguindo a mesma estratégia usada para controle das pragas e doenças iniciais do algodoeiro, ou seja, por meio do tratamento das sementes (NAGASHIMA et al., 2005).

Alguns trabalhos descrevem o crescimento inicial de plantas de algodão em resposta a aplicação de reguladores de crescimento aplicados via tratamento de sementes. No entanto, é reduzido o volume de trabalhos que relatam o efeito dos reguladores de crescimento (via tratamento de sementes) sobre o desenvolvimento, os componentes da produção e a produtividade de algodão em caroço.

Com o objetivo geral de verificar o efeito do uso de reguladores de crescimento, via tratamento de sementes e foliar, sobre o crescimento, desenvolvimento e a produtividade da cultura de algodão foram desenvolvidos cinco experimentos durante os anos de 2009 e 2010 (quatro desenvolvidos em Piracicaba, SP e um em Pedra Preta, MT) com os seguintes objetivos

específicos: (Experimento 1): verificar o efeito de dois reguladores de crescimento (cloreto de mepiquat associado ou não a ciclanilida) e doses (0,00+0,00; 1,60+0,40; 4,50+0,00 e 4,50+1,13 g de cloreto de mepiquat + ciclanilida por kg de sementes) sobre o desenvolvimento de diferentes cultivares de algodão (FMT-523, FMT-701, NuOpal, FM-993 e FM-910); (Experimento 2): verificar o efeito de diferentes doses (0,00+0,00; 0,75+0,19; 1,50+0,00; 1,50+0,38; 2,25+0,56; 3,00+0,00; 3,00+0,75; 3,75+0,94; 4,50+0,00 e 4,50+1,13 g de cloreto de mepiquat + ciclanilida por kg de sementes) de reguladores de crescimento (cloreto de mepiquat associado ou não a ciclanilida), aplicado via tratamento de sementes, sobre o desenvolvimento da cultura de algodão; (Experimento 3): verificar o efeito do uso do regulador de crescimento cloreto de mepiquat via tratamento de sementes (doses de 0,0 e 4,5 g de cloreto de mepiquat por kg de sementes), combinado com diferentes doses foliares (doses de 0, 63, 126 e 189 $g.ha^{-1}$ de cloreto de mepiquat aplicadas em duas épocas, sendo a primeira aplicação: [1] em V_4 - aplicação precoce - e [2] em B_1 - aplicação padrão), no desenvolvimento e na produtividade da cultura de algodão; (Experimento 4): verificar o efeito do uso do regulador de crescimento cloreto de mepiquat via tratamento de sementes (doses de 0,0 e 4,5 g de cloreto de mepiquat por kg de sementes), combinado com diferentes doses foliares (0, 125, 250, 375 e 500 $g.ha^{-1}$ de cloreto de mepiquat), na produtividade da cultura de algodão; e (Experimento 5): verificar o efeito de diferentes reguladores de crescimento (cloreto de mepiquat associado ou não à ciclanilida) e doses (0,00+0,00; 0,75+0,19; 1,13+0,00; 1,50+0,38; 2,25+0,00; 2,25+0,56; 3,00+0,75; 3,38+0,00; 3,75+0,94; 4,50+0,00 e 4,50+1,13 g de cloreto de mepiquat + ciclanilida por kg de sementes), aplicados via tratamento de sementes, no desenvolvimento da cultura de algodão.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A cultura de algodão demanda pesquisas em diferentes áreas do conhecimento da agronomia, para demonstrar a importância do tema reguladores de crescimento na cultura de algodão, realizou-se uma pesquisa (Tabela 1) com algumas palavras chave para visualizar a real situação de trabalhos publicados.

Tabela 1 - Número de trabalhos (NT) encontrados no ISI WEB OF SCIENCE no período de 2001 a 2010 em função da palavra chave

Palavra chave	NT	Palavra chave	NT
Cotton	18296	Cotton + 'Growth regulator' + seed	14
Cotton + Growth	243	Cotton + 'Mepiquat chloride'	53
Cotton + Productivity	413	Cotton + Cyclanilide	4
Cotton + 'Growth regulator'	78	Cotton + Hormone	150

2.1 A cultura de algodão

2.1.1 Descrição botânica, centro de origem e principais cultivares

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch) é uma das espécies vegetais cultivadas mais antigas do mundo. A fibra dessa planta é a mais cultivada pelo homem e a mais importante das fibras têxteis. É conhecida desde 3000 anos a.C e, cerca de 1500 anos a.C. já era cultivada na Índia, para a fabricação de tecidos. Mil anos mais tarde, os chineses teciam panos de algodão (MELO, 2004).

Dentre as 52 espécies catalogadas no gênero *Gossypium*, pertencente à família *Malvaceae*, na qual o algodoeiro está inserido, apenas quatro são cultivadas comercialmente: *G. hirsutum, G. barbadense, G. herbaceum* e *G. arboreum*. Destas, *G. hirsutum* é a principal espécie, ocupando quase a totalidade das áreas produtoras de algodão no mundo. Essa espécie se diferenciou em raças, e no Brasil assim como no mundo o algodoeiro herbáceo ou anual (*Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch.) é o mais importante. No Brasil, o algodoeiro arbóreo (mocó) ou perene (*Gossypium hirsutum* L. raça *marie galante* Hutch.), de grande importância até a década de 80, atualmente encontra-se restrito a pequenas áreas na região do semi-árido do nordeste (CHIAVEGATO; SALVATIERRA; GOTTARDO, 2009).

Considerando-se os aspectos fisiológicos e bioquímicos dos processos anabólicos e catabólicos, o algodoeiro é bastante complexo, de metabolismo fotossintético C_3, com elevada

taxa de fotorrespiração. Caracteriza-se por ser uma planta heliófila, e apresenta crescimento inicial muito lento, com baixa taxa de crescimento (MEDEIROS et al., 2008).

A planta de algodão herbáceo apresenta estrutura organográfica singular, com dois tipos de ramificação, simpodial (frutífera) e monopodial (vegetativa). 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 externamente, glândulas de secreção (nectários). O sistema radicular é do tipo pivotante, bastante desenvolvido e vigoroso em condições normais para o pleno crescimento da planta (BELTRÃO et al., 2008).

Do ponto de vista da reprodução, em especial as taxas de autogamia e alogamia, o algodoeiro é uma planta de autofecundação. No entanto, a taxa de cruzamento pode chegar a mais de 50%.

2.1.2 Importância econômica e social no Brasil e no mundo

Em diversos momentos o cultivo de algodão no Brasil deparou-se com desafios à sustentabilidade da cotonicultura, enfrentando incentivos à importação, a praga do bicudo, a substituição do tipo arbóreo pelo herbáceo, o deslocamento para as regiões de cerrado e outros desafios. Atualmente, abastece a indústria têxtil nacional, sendo responsável por 60% dos tecidos produzidos no País, e gera grande número de empregos desde a lavoura até a indústria, constituindo-se em cultura de alta importância social e econômica (ANUÁRIO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 2010). A tecnologia de produção de algodão adotada nas condições do cerrado brasileiro, especialmente na região Centro-Oeste do País, onde se encontra maior parte da produção nacional, é responsável pela geração de, em média, quatro empregos para cada hectare cultivado (BELTRÃO; AZEVEDO, 2008). Ressalte-se ainda que a cultura de algodão oferta emprego o ano inteiro, pois exige uma estrutura complexa, por isso requer um contingente maior de pessoas envolvidas.

A fibra, principal produto de algodão, possui mais de quatrocentas aplicações industriais, dentre as quais, pode-se citar: 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 dentre outros (MELO, 2004).

O algodoeiro é produzido em mais de 60 países, todavia, somente cinco deles, China, Índia, Estados Unidos, Paquistão, e Brasil, são responsáveis por aproximadamente 80% da produção mundial. Apesar da qualidade e multiplicidade de uso de suas sementes (óleo, proteína,

celulose, fertilizante) o algodoeiro é cultivado essencialmente para a produção de fibras. Além disso, é também a segunda cultura mais importante na produção de óleo. Atualmente, a fibra de algodão contribui com cerca de 50% do consumo mundial de fibras (CHIAVEGATO; SALVATIERRA; GOTTARDO, 2009).

Em 2009, o Brasil destinou ao exterior 504,9 mil toneladas de pluma, que proporcionaram faturamento de 684,5 milhões de dólares. Os principais clientes nacionais são: Indonésia, Coréia do Sul, China, Paquistão, Tailândia e Taiwan os quais representam 75% das aquisições. No total são 36 países para os quais o Brasil envia sua fibra (ANUÁRIO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 2010).

Dados da COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (2010) apontam que a maior concentração de área cultivada com algodão no Brasil, encontra-se nos Estados de Mato Grosso, Goiás e Bahia, sendo que há tendência de aumento de área. Esta elevação está relacionada ao crescimento da demanda externa, principalmente a China e Índia, e as altas cotações do produto nos mercados internos e externos, influenciado pela redução dos estoques das últimas quatro safras. De acordo com previsões do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2010), em 2011 a produção mundial, com aumento de 10,5%, representará 25,86 milhões de toneladas de pluma.

2.1.3 Fenologia e ecofisiologia

O algodoeiro é um fitossistema complexo, por se tratar de uma planta de hábito de crescimento indeterminado e frutificação em ramos simpodiais, possuindo grande complexidade morfológica (OOSTERHUIS, 1999). Desse modo, é considerável o efeito que o ambiente exerce não só sobre o crescimento 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).

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 (ROSOLEM, 2001). No tocante aos componentes da produção, 80 a 90% dos frutos originam-se de flores abertas no primeiro mês de florescimento. Vários fatores ambientais influem positiva ou negativamente na viabilização das flores e dos frutos (GRIDI PAPP, 1965 apud CHIAVEGATO, 1995). Nesse período ocorre

também o processo de formação e desenvolvimento da fibra, que compreende as fases de alongamento (da fibra) e deposição de celulose. De qualquer maneira, deve-se considerar que todo esse processo biológico se dá sob considerável e decisiva influência do ambiente (CHIAVEGATO, 1995).

Em virtude da complexidade do desenvolvimento do algodoeiro, o conhecimento dos eventos fenológicos que ocorrem ao longo da cultura torna-se ferramenta muito importante para auxílio na tomada de decisão no manejo da cultura, a fim de proporcionar melhor produtividade da cultura. Dessa forma, Chiavegato e Câmara (2000), e Marur e Ruano (2001) desenvolveram escalas fenológicas para o algodoeiro.

2.1.3.1 Radiação solar, temperatura e fotossíntese líquida

A importância da radiação solar nos cultivos agrícolas foi bem definida por Monteith (1958), que definiu a agricultura como sendo "a exploração da radiação solar, desde que haja um suprimento de água e nutrientes para manutenção e crescimento das plantas". A produção de algodão está diretamente relacionada com a intensidade de radiação solar que incide sobre o dossel da cultura, podendo (em condições apropriadas de interceptação de radiação solar) chegar a uma taxa de absorção de CO_2 em torno de 40 a 50 mg $CO_2.dm^{-2}.h^{-1}$ (BELTRÃO; AZEVEDO, 1993).

A temperatura, que influi na taxa de processos biológicos da planta, depende da radiação solar global ou total incidente sobre a planta, podendo em excesso tornar-se um fator crítico para determinados processos da planta, por exemplo, crescimento, fotossíntese, aumento de peso úmido, reserva de açúcar, absorção de água, e acúmulo de fitomassa seca.

Independentemente de quão favorável possam ser as condições de radiação solar, por se tratar de uma planta que responde a soma térmica, o crescimento do algodoeiro para, quando a temperatura cai abaixo do valor mínimo considerado como temperatura base (15°C) ou excede certo valor máximo próximo a 40°C (limite superior), estando seu valor ideal na faixa de 20°C a 30°C (REDDY et al., 1992; CHIAVEGATO; SALVATIERRA; GOTTARDO, 2009).

A temperatura determina a taxa de desenvolvimento morfológico e de crescimento do algodoeiro (número de nós, taxa de produção de frutificação, fotossíntese e respiração) (HEARN; CONSTABLE, 1984). A temperatura tem também grande influência sobre a qualidade e

produção de fibra, estando diretamente ligado a deposição de celulose (BELTRÃO; AZEVEDO, 1993).

O algodoeiro apresenta metabolismo fotossintético do tipo C_3, com elevadas taxas de fotorrespiração, podendo estas superar 40% da fotossíntese líquida, apresentando também um baixo ponto de compensação térmica.

2.2 Reguladores de crescimento

2.2.1 Definição, importância e princípios de uso em agricultura

Os controladores hormonais têm merecido cada vez mais atenção na agricultura tropical à medida que as técnicas de cultivo evoluem, principalmente em culturas de alto valor. Biorregulador é um composto orgânico, não nutriente, aplicado na planta, que a baixas concentrações, promove, inibe ou modifica processos morfológicos e fisiológicos do vegetal (CASTRO, 2006). Alguns biorreguladores pertencem ao grupo das auxinas, giberelinas, citocininas, retardadores (reguladores), inibidores e etileno.

Castro (2006) considera que aplicações agrícolas de biorreguladores são ferramentas que compõem estratégias para maximizar a produtividade de algumas plantas cultivadas que já atingiram no Brasil estágios de evolução que exigem elevado nível técnico de cultivo.

Para que haja resposta, promoção, inibição ou alteração metabólica do vegetal a um determinado hormônio, este deve: (a) estar em quantidade suficiente nas células adequadas, (b) ser reconhecido e capturado por receptores específicos localizados na membrana plasmática de células vegetais e (c) ter seus efeitos amplificados por mensageiros secundários (geralmente um mineral, normalmente Ca ou P). Assim, diferentes respostas fisiológicas, como floração, germinação, crescimento, alongamento, acontecem em função das diferentes enzimas formadas por cada um dos biorreguladores aplicados. Por isso, é importante sempre manter na planta, primeiro, o equilíbrio nutricional, e depois o hormonal (RODRIGUES, 2008).

Com os inúmeros benefícios obtidos a partir da aplicação de reguladores vegetais sobre as plantas cultivadas, combinações desses produtos têm sido estudadas. Além disso, raramente os hormônios vegetais agem sozinhos. Mesmo quando uma resposta no vegetal é atribuída à aplicação de um único regulador vegetal, o tecido que recebeu a aplicação contém hormônios endógenos que contribuem para as respostas obtidas. As interrelações no desenvolvimento

vegetal resultam da combinação de muitos sinais e da ação conjunta de muitas dessas substâncias (RODRIGUES, 2008).

Retardadores de crescimento de plantas são compostos sintéticos, que são utilizados para reduzir o crescimento da parte aérea das plantas de maneira desejada, sem alterar padrões de desenvolvimento e sem promover fitotoxicidade. Isto ocorre pela redução da elongação das células, e também pela redução na taxa de divisão celular (TAIZ; ZEIGER, 2009). Retardadores de crescimento são antagônicos às giberelinas e auxinas, principais hormônios responsáveis pelo alongamento. Retardadores de crescimento representam o grupo comercial mais importante de fitorreguladores ou reguladores de crescimento vegetal, movimentando um total de 28 bilhões de dólares em comercialização no mundo no ano de 1999 (RADEMACHER, 2000).

Em adição a outras ferramentas agronômicas, os fitorreguladores podem ser utilizados com relativa flexibilidade pelo agricultor para ajustar sua cultura da maneira desejada e programar mudanças nas suas condições de crescimento. Tem-se encontrado uma série de usos práticos para os retardadores de crescimento: em cultivos intensivos de cereais, reduzindo o risco de tombamento; em algodão, em que o crescimento vegetativo pode ser gerenciado, contribuindo assim para obtenção de produção de uma espécie de hábito de crescimento indeterminado tornando-a, de certa forma, determinada (ciclo anual); árvores frutíferas podem ser mantidas mais compactas, reduzindo custos com poda e melhorando a relação de crescimento vegetativo e produção de frutos; a qualidade de algumas plantas ornamentais é melhorada, mantendo-as mais compactas (RADEMACHER, 2000).

Segundo Rademacher (2000) muitos são as denominações para Reguladores de Crescimento Vegetal (*Plant Growth Regulators - PGRs*), podendo ser citados como fitorreguladores, retardadores, retardadores de crescimento, reguladores vegetais, e reguladores de crescimento. O autor classifica os retardadores de crescimento existentes em dois grupos principais: compostos liberadores de etileno, e inibidores de biossíntese de giberelina.

As giberelinas são um grupo de hormônios vegetais diterpênicos (TAIZ; ZAIGER, 2009). Atuam durante todo o ciclo de vida das plantas, influenciando a germinação de sementes, alongamento celular, indução floral, o desenvolvimento das anteras e sementes. Além disso, interagem com estímulos ambientais, que modificam o fluxo por meio da via biossintética. A regulação da biossíntese de giberelinas é, portanto, de fundamental importância para o desenvolvimento das plantas e sua adaptação ao ambiente (HEDDEN; KAMIYA, 1997).

Entre mais de uma centena de giberelinas identificadas a partir de plantas, apenas um pequeno número delas, como GA_1, GA_3 e GA_4, são caracterizadas como hormônios bioativos. Portanto, muitas giberelinas não bioativas existem em plantas como precursores para as formas bioativas ou metabólitos desativadores. As concentrações de giberelinas bioativas em um tecido vegetal são função das taxas de síntese e desativação (YAMAGUCHI, 2008).

O crescimento de plantas de algodão é regulado por fatores endógenos (hormônios) e exógenos (temperatura, umidade, fertilidade do solo, entre outros) (LAMAS, 2006). Em algodão, a utilização de reguladores de crescimento para equilibrar o balanço de crescimento vegetativo e reprodutivo é uma das estratégias agronômicas, que pode contribuir com o aumento da produtividade e a uniformização do porte das plantas, possibilitando condições desejadas de cultivo (HODGES; REDDY; REDDY, 1991). Sua aplicação, entre outras conseqüências, promove redução do comprimento dos internódios e do número de nós na haste principal, da altura de plantas e do comprimento dos ramos; possibilitando uso de maior densidade de plantas por área; proporcionando redução da área foliar (reduzindo tamanho de folhas) e conseqüentemente aumento na eficiência da aplicação de defensivos agrícolas, e maior penetração de luz no dossel (AZEVEDO et al., 2008); aumento da retenção de frutos nas primeiras posições dos ramos frutíferos, abertura precoce dos frutos e antecipação da colheita (LAMAS, 2001); além de facilitar a operação da colheita mecânica com a obtenção de plantas mais compactas (CARVALHO et al., 1994). Permitem também evitar o crescimento vegetativo excessivo das plantas quando são aplicadas altas doses de nitrogênio nas adubações (REDDY; BAKER; HODGES, 1990; RAPHAEL et al., 2010).

O algodoeiro é uma planta com estrutura plano-foliar, com filotaxia radial 2/5, ou seja, emissão de 5 ramos a cada duas voltas consecutivas em torno do eixo do caule, que associado à estrutura plano foliar imprime alto coeficiente de extinção de luz (BELTRÃO; AZEVEDO, 1993). Esses fatores levam à necessidade de alta incidência de luminosidade para que se obtenha alta produtividade (ROSOLEM, 1999). Contrariamente, o período em que está malvácea é cultivada no Brasil coincide com o período chuvoso, quando o estresse luminoso é bastante limitante (PAZZETI; LIMA, 2010).

O uso de fitorregulador em algodoeiro, dentre vários propósitos, é uma ferramenta importante para proporcionar a possibilidade de maior incidência de luminosidade no dossel da cultura, pois seu uso reduz o tamanho de folhas (que irá permitir maior penetração de luz no

dossel). Entretanto, simultaneamente à redução da área foliar, ocorre a redução no comprimento de entrenós, que por sua vez tornam os ramos mais próximos, podendo prejudicar a penetração de luz. Portanto, a estratégia de aplicação de reguladores de crescimento vegetal em lavouras de algodão não é uma decisão simples, e o sucesso do manejo depende de diversos fatores, como condições climáticas, edáficas, genéticas e antrópicas.

De acordo com Lamas (1998), a eficiência dos reguladores de crescimento no manejo da arquitetura de plantas de algodão depende dos seguintes fatores: (i) população de plantas; (ii) cultivar; (iii) época de semeadura; (iv) temperatura; (v) forma de aplicação; (vi) época de aplicação; (vii) dose; (viii) adubação nitrogenada; (ix) fertilidade do solo e (x) taxa de crescimento das plantas. Landivar et al. (2008) destacam que o manejo eficiente do algodoeiro requer o monitoramento permanente de cada fase do crescimento e desenvolvimento das plantas, durante todo o ciclo. Cada fase do crescimento é caracterizada por uma atividade fisiológica predominante, que vai demandar tipos e práticas culturais específicas para otimização do crescimento das plantas, durante os vários estádios do desenvolvimento.

2.2.2 Principais reguladores de crescimento utilizados na cultura de algodão

O regulador de crescimento vegetal Cloreto de Mepiquat, pertence ao grupo dos amônios quaternários, que inibe a ação da *ent-caureno sintase*, uma das enzimas envolvidas na biossíntese do ácido giberélico, tendo a função de interferir em certos processos fisiológicos da cultura de algodão (RADEMACHER, 2000). Apresenta em sua composição, o Cloreto de 1,1 demetil-piperidinio, com fórmula molecular $C_7H_{16}NCl$ e massa molecular de 149,66 $g.mol^{-1}$, de coloração branca para amarelo leve, temperatura de fusão de 223°C, pouca toxicidade (NAGASHIMA, 2008). Ele é absorvido pela planta por meio das folhas, sendo translocado de forma ascendente e descendente através do xilema e floema, e distribuído uniformemente por toda a planta e não sendo degradado na planta (REDDY; REDDY; HODGES, 1996). A movimentação no interior da planta é rápida, e cerca de 70 a 90% penetra na planta em um período inferior a oito horas após a pulverização, sendo móvel no interior da planta, distribuído rapidamente para áreas de crescimento, tais como folhas e ramos novos (HOLDEN et al., 2004 apud NAGASHIMA, 2008).

Ciclanilida é um regulador de crescimento vegetal que é registrado para uso em algodoeiro, mas somente em combinação com outros fitorreguladores. Ciclanilida é usada para dois propósitos, em diferentes estádios de desenvolvimento: (i) quando combinada com ethephon promove processos de senescência (acelera desfolha e abertura de maçãs); e (ii) quando associada

ao cloreto de mepiquat possibilita o controle da altura de plantas (reduzindo crescimento vegetativo excessivo). Em ambas associações mencionadas, a ciclanilida apresenta sinergismo com o respectivo produto combinado, desta forma, potencializando a ação do produto sobre as plantas (BURTON; PEDERSEN; COBLE, 2008). Apresenta em sua composição, o ácido carboxílico ciclopropano 1-(2,4-dicloro-fenil-amino-carbonil), com fórmula molecular $C_{11}H_9Cl_2NO_3$ e massa molecular de 274,1 $g.mol^{-1}$, e temperatura de fusão de 196°C (COMMITTEE ON PLANT HEALTH, 2001), e seu mecanismo de ação não é bem conhecido (BURTON; PEDERSEN; COBLE, 2008). Possuindo efeito comparável aos conhecidos inibidores do transporte polar de auxina: (i) NAP (*1-N-naphthylphthalamic acid*); e (ii) TIBA (*2,3,4-tri-iodo-benzoic acid*); (CLAUSEN et al., 1996). Segundo Thomas et al. (2007) a ciclanilida tem transporte basipetal, e apresenta baixos níveis de translocação na planta. Ciclanilida aplicada de maneira isolada promove inibição da dominância apical e promove ramificação lateral em plantas de maçã (ELFVING; VISSER, 2005) e de feijão (PEDERSEN et al., 2006).

2.2.3 Aplicação de reguladores de crescimento via tratamento de sementes na cultura de algodão

Na cultura de algodão já existem muitos trabalhos referentes à aplicação foliar de reguladores de crescimento em diferentes produtos e doses em diversas condições, podendo citar condições de irrigação, fertilidade do solo, cultivar, região, espaçamento, com o propósito de responder a diferentes objetivos, por exemplo, o crescimento, desenvolvimento, fotossíntese, produtividade de algodão em caroço, qualidade da fibra. Porém poucos são os trabalhos que envolvem o uso de reguladores de crescimento aplicado via tratamento de sementes na cultura de algodão.

Alguns trabalhos descrevem o crescimento inicial de plantas de algodão em resposta a aplicação de reguladores de crescimento aplicados via tratamento de sementes. No entanto, é reduzido o volume de trabalhos que relatam o efeito dos reguladores de crescimento (via tratamento de sementes) sobre o desenvolvimento, os componentes da produção e a produtividade de algodão em caroço.

De acordo com Taiz e Zeiger (2009) o processo de germinação de sementes de várias espécies exige giberelinas para ativar o crescimento do embrião, o enfraquecimento da camada do endosperma que o envolve, restringindo o crescimento, e para mobilizar reservas energéticas

dos endospermas. O emprego de giberelinas está relacionado com a síntese de enzimas hidrolíticas que degradam reservas, como o amido e as proteínas, as quais são usadas no desenvolvimento do embrião e também no alongamento da radícula. Na maioria das espécies, as giberelinas também atuam no alongamento celular, fazendo com que a raiz primária rompa os tecidos que restringem o seu crescimento, como o endosperma, o tegumento da semente ou estruturas do fruto (SALISBURY; ROSS, 1991; TAIZ; ZEIGER, 2009). Segundo Swain e Singh (2005), a inibição da síntese de giberelinas nas sementes pode afetar negativamente sua germinação.

Um dos primeiros trabalhos realizados com regulador de crescimento em tratamento de sementes de algodão foi publicado por Zhang, Cothren e Lorenz (1990) no Texas, que objetivaram avaliar o efeito de cloreto de mepiquat (0; 0,2; 1,0; e 2,0 $g.kg^{-1}$ de sementes) sobre a germinação, o crescimento, a eficiência de uso da água, e a partição de nutrientes na planta. Os autores observaram aos 28 dias após a emergência, que o uso de cloreto de mepiquat reduziu o número de nós, a área foliar, a altura da planta, a massa seca de folhas, caule e raízes; reduziu a eficiência de uso da água (a partir de 1 $g.kg^{-1}$ de sementes); e de maneira geral, o aumento da dose de cloreto de mepiquat resultou em maior concentração de cálcio, fósforo e nitrogênio nas folhas e caule, e também aumentou a concentração de magnésio, fósforo e nitrogênio nas raízes; mas não verificaram efeito na germinação de sementes e emergência de plântulas.

Estudando o efeito de cloreto de mepiquat (0,04; 0,50 e 4,00 $g.kg^{-1}$), via tratamento de sementes, sobre a resistência das plantas à seca na China Xu e Taylor (1992) verificaram que o cloreto de mepiquat na dose de 0,5 $g.kg^{-1}$ de sementes promoveu maior crescimento de raiz, massa específica foliar (sem alterar a área foliar), e a concentração de clorofila na folha. Associando o fato de maior turgidez foliar das plantas tratadas com regulador de crescimento à observação de maior crescimento radicular, os autores postularam o uso de cloreto de mepiquat via tratamento de sementes como uma ferramenta para o manejo do algodoeiro para suportar *deficit* hídrico inicial.

Khan e Hayat (2005) após trabalhos no Paquistão com o cloreto de mepiquat aplicado na semente, também consideraram melhora na tolerância das plântulas de algodão em condição de estresse hídrico. Neste experimento as sementes foram embebidas em diferentes concentrações de solução com cloreto de mepiquat, e as plantas foram submetidas um período de nove dias de estresse hídrico aos trinta dias após a semeadura, e verificaram que o cloreto de mepiquat em

tratamento de sementes não alterou o crescimento radicular, reduziu a altura da planta, aumentou na massa de matéria fresca e seca de plântulas, e atrasou o surgimento da primeira folha verdadeira.

Com objetivo de avaliar o efeito de cloreto de mepiquat aplicado via tratamento de sementes sobre o crescimento e produtividade da cultura de algodão, Yeates, Constable e McCumstie (2005) realizaram na Austrália dois experimentos de campo (dois anos), as doses utilizadas foram 0,0; 0,2; 0,5; 1,0; e 2,0 g (ano 1) e 0; 1; 2; 4; e 8 (ano 2) g de cloreto de mepiquat por kg de sementes. Os experimentos foram conduzidos em espaçamento de 80 cm entre fileiras, densidade de dez plantas por metro e adubação nitrogenada de 200 kg por hectare. Os autores concluíram que: a duração e a redução do crescimento em altura de plantas respondem proporcionalmente ao aumento da dose de cloreto de mepiquat; a aplicação via embebição é duas vezes mais efetiva que a aplicação direta do produto sobre as sementes; doses maiores que 4 g de cloreto de mepiquat por kg de sementes comprometem o estabelecimento de plantas, atrasam o desenvolvimento e reduzem a produtividade de algodão em caroço. Mas consideram que a técnica do tratamento de sementes com regulador de crescimento promove benefícios relativos ao manejo da cultura, pois é uma permite maior flexibilidade à aplicação foliar.

Segundo Nagashima et al. (2010), o cloreto de mepiquat pode ser utilizado no tratamento de sementes, tanto por embebição, quanto por aplicação direta, com efeitos semelhantes na redução da altura, da área foliar e da massa seca de folhas e caules das plantas de algodão, com efeito proporcional a dose utilizada. Testando duas doses (3,75 e 7,50 $g.kg^{-1}$ de sementes) também verificaram redução da área foliar, altura e massa de matéria seca de caule.

Em experimentos realizados em casa de vegetação, Nagashima et al. (2005) avaliaram o efeito de três tempos de embebição e cinco concentrações de cloreto de mepiquat aplicado em sementes de algodoeiro, e observaram redução: da altura de plantas; do número de botões florais; do número de ramos; da área foliar; da massa de matéria seca e da altura de inserção do nó cotiledonar.

Buscando verificar em condições de campo, o efeito do tratamento de sementes de algodão embebidas em cloreto de mepiquat e a sua interação com aplicação foliar seqüencial desse produto no crescimento, desenvolvimento e produção de algodão Nagashima et al. (2007) realizaram um experimento no Estado do Paraná, utilizando o cultivar IPR 120, com espaçamento de 60 cm entre fileiras e densidade de sete plantas por metro, e adubação nitrogenada (semeadura

e cobertura) de 55 kg por hectare. Os tratamentos foram cinco concentrações de cloreto de mepiquat (0,0; 0,5; 2,5; 5,0 e 7,5%); e duas formas de aplicação foliar (com e sem aplicação) sendo as duas primeiras aplicações aos 17 (estádio fenológico V_3) e 32 (estádio fenológico B_1) dias após a emergência e as demais (cinco aplicações) a cada dez dias perfazendo um total de 120 g de cloreto de mepiquat por hectare. Como resultado, os autores concluíram que: (i) o tratamento de sementes tem efeito sobre a redução da altura de plantas até o estádio fenológico B_1 (31 DAE), reduz a altura de inserção cotiledonar, não interfere na altura do primeiro ramo frutífero, número total de ramos e número de ramos frutíferos, produção de algodão em caroço, peso de capulho e número de maçãs por planta; e (ii) a aplicação foliar parcelada reduziu a altura de inserção do primeiro ramo produtivo, o número total de ramos, o número de ramos frutíferos, o número de maçãs por planta, a massa de matéria seca da parte aérea, mas não interferiu na produtividade final de algodão em caroço.

Nagashima et al. (2009) também realizaram estudos com uso de cloreto de mepiquat via embebição de sementes e aplicação foliar em algodoeiro em condição de campo no Estado do Paraná, utilizando a cultivar IPR 120, adubação nitrogenada (semeadura e cobertura) de 33 kg por hectare, porém este trabalho foi realizado em sistema de cultivo com espaçamento entre fileiras de 30 cm, considerado ultraestreito. O objetivo foi avaliar o desenvolvimento, produção de algodão em caroço, e qualidade de fibras. Os tratamentos adotados no experimento eram formados de sementes embebidas a diferentes doses (0,0; 3,75; 7,5; e 15,0 $g.kg^{-1}$ de sementes) de cloreto de mepiquat, e aplicações foliares (com e sem aplicação), sendo que a pulverização foliar (total de 90 g por hectare) parcelada em quatro momentos e a primeira realizada os 32 dias após a emergência. Os autores apresentam as seguintes conclusões: (i) a embebição reduz altura de plantas, com efeito visível até 80 dias após a emergência, reduz altura do primeiro ramo frutífero e número de frutos por planta, mas não afeta a produção de algodão em caroço, massa de capulho, de sementes, e rendimento de fibra; (ii) a aplicação foliar reduz a altura de plantas até o final do ciclo, sem afetar componentes da produção e produtividade de algodão em caroço.

No Estado de São Paulo, sob cultivo em sistema adensado, com espaçamento entre fileiras de 45 cm, densidade de oito plantas por metro, cultivar NuOpal, adubação nitrogenada (semeadura e cobertura aos 21 dias após a emergência) de 80 kg por hectare, Chiavegato et al. (2009) estudaram o efeito do uso de cloreto de mepiquat via tratamento de sementes (0,77 $g.kg^{-1}$), e aplicação foliar (total de 100 $g.ha^{-1}$) parcelada em quatro momentos sendo a primeira aplicação

aos 35 dias após a emergência, e concluíram que: (i) a produção de algodão em caroço não é alterada pelas diferentes modalidades e doses de aplicação de regulador de crescimento e a pela altura final de plantas entre 69 e 105 cm; (ii) sendo que a altura final de plantas é mais dependente da aplicação foliar de regulador de crescimento; (iii) e a aplicação via tratamento de sementes reduz a altura de inserção cotiledonar e a produção de raízes secundárias na camada próximo a superfície do solo.

Com o objetivo de avaliar o crescimento e produtividade do cultivar Cedro em resposta a diferentes doses de cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat aplicados via semente e foliar, foi conduzido um experimento no Estado de Goiás, sob sistema de cultivo convencional, com espaçamento entre fileiras de 90 cm, densidade de 10 plantas por metro, e adubação nitrogenada total de 133 kg por hectare sendo realizada uma cobertura aos 25 e outra aos 35 dias após a emergência. Os tratamentos testados corresponderam o um esquema fatorial de dose de cloreto de mepiquat e tempo de embebição de sementes, e dois reguladores aplicados via foliar de maneira parcelada em quatro momentos, sendo a primeira aplicação aos 54 dias após a emergência. Não foi verificado efeito sobre a germinação de sementes e emergência de plântulas, a embebição de sementes reduziu a altura de plantas permitindo postergação de 18 dias para o momento da primeira pulverização foliar (PAZZETTI et al., 2009).

Avaliando o crescimento, desenvolvimento e produtividade do algodoeiro em função do uso de diferentes doses de cloreto de chlormequat aplicado via sementes e foliar, no Estado de Mato Grosso, utilizando o cultivar DP-604B, em sistema de cultivo adensado e irrigado, com espaçamento entre fileiras de 45 cm, densidade de 10 plantas por metro, adubação total nitrogenada de 110 $kg.ha^{-1}$, sendo realizadas duas coberturas (aos 25 e 40 dias após a emergência), e semeadura em 17 de março. Os tratamentos foram uma testemunha sem regulador de crescimento, quatro doses do produto em tratamento de sementes, combinadas com dez aplicações foliares (total de 150 g de cloreto de chlormequat por hectare) pulverizadas a cada dez dias a partir do estádio fenológico B_1. Como conclusão do trabalho Lima (2010) relata que os tratamentos não afetaram os componentes da produção, a produtividade de algodão em caroço, e a qualidade da fibra; mas além de reduzir altura de plantas, altura do ramo frutífero e diâmetro do caule os tratamentos com cloreto de chlormequat aplicados via tratamento de sementes promoveram atraso no desenvolvimento reprodutivo, interferindo no momento do surgimento do primeiro botão floral e primeiro flor.

Também em Mato Grosso, Andrade Júnior et al. (2010) submeteram 16 genótipos (cultivares e linhagens) de algodoeiro a quatro doses de cloreto de mepiquat, mas não verificaram interação entre dose e genótipo, sendo as diferenças de altura entre os genótipos função das diferentes potencialidades de crescimento vegetativo. Os autores sugerem que a dose de três g de cloreto de mepiquat por kg de sementes via tratamento de sementes é suficiente para promover redução do crescimento em altura das plantas. Ferrari et al. (2010) concluíram que a aplicação de regulador de crescimento nas sementes de algodoeiro provoca redução do crescimento das plantas até 43 dias após a emergência, e que o cloreto de mepiquat possui maior efeito residual em plantas de algodão quando comparado com o cloreto de chlormequat.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Locais dos experimentos

Foram desenvolvidos cinco experimentos durante os anos de 2009 e 2010, sendo quatro em Piracicaba, SP e um em Pedra Preta, MT.

Em Piracicaba, os experimentos foram conduzidos na área experimental do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. A área está localizada a uma altitude de 546 metros, latitude 22º42'30'' sul, e longitude 47º38'00'' oeste, com clima da região é do tipo Cwa (clima mesotérmico úmido, subtropical com inverno seco), segundo a classificação de Köppen. A temperatura média do mês mais quente está acima de 24ºC e a do mês mais frio abaixo de 17ºC, apresentando precipitação pluvial média anual de 1200 mm.

Em Pedra Preta, o experimento foi realizado na Fazenda Torre I (Grupo Torre) localizada na região da Serra da Petrovina. A área possui altitude de 732 metros, latitude 16º47'22'' sul, Longitude 54º29'44,9'' oeste. Esta região, Serra da Petrovina, caracteriza-se como um local com alta aptidão para produção de cultivos anuais em larga escala, pois apresenta características importantes que favorecem o eficiente uso da terra como: (i) relevo (topografia plana, altitude elevada); (ii) clima (chuvas regulares e temperaturas que favorecem o desenvolvimento das culturas); e (iii) geografia, por situar-se em um ponto estratégico no que se refere à logística de transporte de insumos e escoamento da produção.

3.2 Caracterização das variáveis analisadas

3.2.1 Emergência das plântulas

A emergência das plântulas (PE, %) foi determinada em diferentes momentos nos experimentos, mas adotou-se o critério de Chiavegato e Câmara (2000) considerando plantas emergidas aquelas cuja saída do gancho da plântula (alça do hipocótilo) encontrava-se visível elevando os cotilédones expandidos acima do solo. O percentual de plantas emergidas foi calculado com uso da seguinte expressão:

$$PE = \frac{NPE}{NSS}.100$$

em que NPE se refere ao número de plântulas emergidas; e NSS ao número de sementes semeadas.

3.2.2 Índice de velocidade de emergência

Para o índice de velocidade de emergência (IVE)**,** foram realizadas contagens diárias do número de plântulas emergidas, a partir da emergência da primeira plântula até o nono dia após a semeadura. Foram consideradas plântulas emergidas, adotando-se escala proposta por Chiavegato e Câmara (2000), aquelas cuja saída do gancho da plântula (alça do hipocótilo) encontrava-se visível elevando os cotilédones expandidos acima do solo. O percentual de plantas emergidas foi calculado com uso da seguinte fórmula:

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \ldots + \frac{E_n}{N_n}$$

em que E_1, E_2, ... E_n se referem ao número de plântulas emergidas no primeiro, segundo e n-ésimo dia e N_1, N_2,... N_n: número de dias após a semeadura à primeira, segunda,... e n-ésima contagem.

3.2.3 Raízes secundárias

A altura do início de raízes secundárias (RS, cm) foi determinada, tendo como referência o colo da planta até o ponto da primeira raiz secundária, com auxílio de uma régua graduada, no estádio fenológico B_1.

3.2.4 Comprimento radicular

O comprimento radicular (CR, cm) foi determinado, tendo como referência o colo da planta e a extremidade final da raiz principal com auxílio de uma régua graduada, no estádio fenológico B_1 (pelo menos um botão floral em 50% das plantas).

3.2.5 Altura de inserção cotiledonar

A altura de inserção cotiledonar (AIC, cm) foi determinada com uma régua graduada em centímetros (no estádio fenológico B_1 no Experimento 1 e na colheita no Experimento 4), tendo como referência o nível do solo. A altura foi determinada pela média da AIC de três plantas amostradas aleatoriamente na parcela no momento da colheita.

3.2.6 Diâmetro do caule

O diâmetro do caule (DC, mm) foi determinado com um paquímetro digital, tendo como referência o nível do solo. O resultado foi representado pela média do DC de 3 plantas amostradas aleatoriamente na parcela, aos 41 DAE.

3.2.7 Número de folhas

O número de folhas (NF) foi determinado pela média do número de folhas de três plantas coletadas aleatoriamente na parcela, aos 41 DAE.

3.2.8 Área foliar

A área foliar (AF, $cm^2.planta^{-1}$) foi determinada com o equipamento integrador de área foliar LI-COR 3100, no estádio fenológico B_1 (pelo menos um botão floral em 50% das plantas).

3.2.9 Índice de área foliar

O índice de área foliar (IAF, $m^2.m^{-2}$) foi obtido de forma indireta (VILA NOVA, 2003), com determinações realizadas com auxílio de um luxímetro, o qual foi determinado aos 22, 30, 36, 43 e 79 DAE.

3.2.10 Diâmetro da copa

O diâmetro da copa (COP, cm) foi determinado com régua graduada em centímetros, tendo como referência visível as extremidades da copa, em que o resultado é representado pela média de três plantas amostradas aleatoriamente na parcela, aos 41 DAE.

3.2.11 Valor Spad

O valor Spad (SPAD) foi determinado por um equipamento Spad-502 (Minolta), tendo como referência a quinta folha da haste descendente. Foram amostradas aleatoriamente 6 plantas por parcela, aos 44 DAE.

3.2.12 Desenvolvimento vegetativo

O desenvolvimento vegetativo (DV) foi determinado visualmente baseado em escalas fenológicas da cultura de algodão (CHIAVEGATO; CÂMARA, 2000).

3.2.13 Massa de matéria seca de caule e ramos, folhas e raiz

A massa de matéria seca de caule e ramos (MSC, g.planta^{-1}), de folhas (MSF, g.planta^{-1}) e de raiz (MSR, g.planta^{-1}) foi determinada: após a coleta aleatória (no estádio fenológico B_1 - pelo menos um botão floral em 50% das plantas) das plantas, as quais foram alocadas em estufa com circulação de ar à temperatura de 65ºC até atingirem massa constante.

3.2.14 Massa de matéria seca de parte aérea

A massa de matéria seca de parte aérea (MSPA, g.planta^{-1}) foi obtida pelo valor da média da massa seca de três plantas coletadas aleatoriamente na parcela. Após a coleta as plantas foram submetidas à estufa com circulação de ar à temperatura de 65ºC até massa constante.

3.2.15 Altura de plantas

No experimento 1, a altura de plantas (AP, cm) foi determinada a partir do nível do solo até as folhas mais altas da planta (apenas nas 3 primeiras avaliações) e altura do meristema apical nas demais avaliações com auxílio de uma régua graduada com precisão de 0,1 cm.

Nos demais experimentos, a altura de plantas foi determinada com uma régua graduada, tendo como referência o nível do solo e o ápice da planta (meristema apical).

3.2.16 Taxa de crescimento absoluto

A taxa de crescimento absoluto (TCA) foi calculada com base nas determinações da altura (cm.dia^{-1}), e com base nas determinações de massa de matéria seca de parte aérea (g.dia^{-1}). O cálculo da TCA foi realizado com uso da seguinte equação:

$$TCA = \frac{CA_2 - CA_1}{DAE_2 - DAE_1}$$

em que CA refere-se ao crescimento absoluto e DAE ao número de dias após a emergência.

3.2.17 Taxa de crescimento relativo

A taxa de crescimento relativo (TCR) foi calculada com base na relação da TCA dos tratamentos que receberam regulador de crescimento com o tratamento testemunha (sem regulador de crescimento). O cálculo da TCR foi realizado com uso da seguinte expressão:

$$TCR = \frac{TCAr}{TCAt}.100$$

em que TACr: TCA do tratamento com regulador; e TCAt: TCA do tratamento testemunha do respectivo bloco do TCAr.

3.2.18 Fitotoxicidade

A fitotoxicidade (FIT) foi determinada para avaliação de injúrias nas plantas. Foram utilizadas duas escalas de notas visuais: (i) escala de notas para avaliação de fitotoxicidade causada pelos reguladores vegetais nas plantas (Tabela 2); e (ii) escala de notas para avaliação de residual de fitotoxicidade causada pelos reguladores vegetais nas plantas (Tabela 3).

Tabela 2 - Escala de notas para avaliação de fitotoxicidade causada pelos reguladores vegetais em plantas de algodão

Nota	Descrição dos sintomas
1	Planta sem sintomas de injúria
2	Redução de porte - folhas cotiledonares e verdadeiras normais.
3	Redução de porte - clorose nas folhas cotiledonares - folhas verdadeiras normais
4	Redução de porte - encarquilhamento das folhas cotiledonares - folhas verdadeiras normais
5	Redução de porte - folhas cotiledonares normais - folhas verdadeiras deformadas (sintoma leve)
6	Redução de porte - folhas cotiledonares normais - folhas verdadeiras deformadas (sintoma forte)
7	Redução de porte - folhas cotiledonares deformadas - folhas verdadeiras deformadas
8	Morte da planta

Tabela 3 - Escala de notas para avaliação de residual de fitotoxicidade causada pelos reguladores vegetais em plantas de algodão

Nota	Descrição dos sintomas
1	Planta sem sintomas de injúria na última folha verdadeira
2	Planta com sintomas de injúria leve na última folha verdadeira
3	Planta com sintomas de injúria forte na última folha verdadeira

3.2.19 Percentual de plantas com flor

O percentual de plantas com flor (FLOR, %) foi calculado a partir da relação entre o número de plantas com flores e o número total de plantas na parcela, aos 77 e 89 DAE. O cálculo de FLOR foi realizado com uso da seguinte fórmula:

$$FLOR = \frac{NPF}{NTP}.100$$

em que NPF se refere ao número de plantas com pelo menos uma flor, e NTP ao número total de plantas na parcela.

3.2.20 Número médio de capulhos

Para calcular o número médio de capulhos (NC), foi determinado o número de capulhos colhidos em dois metros lineares.

3.2.21 Número médio de capulhos por planta

O número médio de capulhos por planta (CP) foi determinado pela relação entre número de capulhos colhidos e o número de plantas em dois metros lineares.

3.2.22 Massa média do capulho

A massa do capulho (MC, g.capulho^{-1}) foi obtida pela média de 20 capulhos coletados aleatoriamente na parcela, sendo localizados na primeira posição do terço médio das plantas amostradas.

3.2.23 Número médio de plantas por metro

O número médio de plantas (NP) foi determinando em dois metros lineares.

3.2.24 Produtividade

A produtividade (P, $kg.ha^{-1}$) foi obtida pelo total de colheitas manuais de algodão em caroço (duas colheitas no Experimento 3 e uma colheita no Experimento 4) realizadas nas duas fileiras centrais úteis da parcela.

3.2.25 Rendimento de fibra

O rendimento de fibra (FIB, %) foi calculado com base na massa relativa da fibra obtida após beneficiamento (*descaroçador de rolo*) das amostras, determinada por diferença, a partir da massa das sementes, e expresso em porcentagem.

3.2.26 Precocidade de colheita

A precocidade de colheita (PREC, %) é dada pela relação entre duas colheitas manuais de algodão em caroço, em diferentes momentos, nas duas fileiras centrais úteis da parcela. O cálculo da PREC foi realizado com uso da seguinte expressão:

$$PREC = \frac{C_1}{C_1 + C_2}.100$$

em que C_1 se refere à produtividade ($kg.ha^{-1}$ de algodão em caroço) na primeira colheita e C_2 à produtividade ($kg.ha^{-1}$ de algodão em caroço) na segunda colheita.

3.3 Descrição dos experimentos

Nos experimentos (Tabela 4) realizados, foram utilizados dois reguladores de crescimento (produtos comerciais): *Aplic* e *Pix HC* (Tabela 5 e Figura 1).

Tabela 4 - Descrição dos experimentos

Experimento	Condução	Local	Implantação	Objetivo
1	Casa de vegetação	Piracicaba, SP	Maio/2009	Crescimento e desenvolvimento
2	Canteiro	Piracicaba, SP	Novembro/2009	Crescimento e desenvolvimento
3	Campo	Piracicaba, SP	Janeiro/2010	Crescimento, desenvolvimento e produtividade
4	Campo	Pedra Preta, MT	Fevereiro/2010	Crescimento e desenvolvimento
5	Canteiro	Piracicaba, SP	Abril/2010	Crescimento e desenvolvimento

Tabela 5 - Reguladores de crescimento utilizados na cultura de algodão

Item	Descrição
Nome comercial	*Aplic*
Ingredientes ativos (concentração)	Cloreto de Mepiquat (88 $g.L^{-1}$)
	Cyclanilide (22 $g.L^{-1}$)
Fabricante	Bayer Crop Science Ltda
Nome comercial	*Pix HC*
Ingrediente ativo (concentração)	Cloreto de Mepiquat (250 $g.L^{-1}$)
Fabricante	Basf S.A.

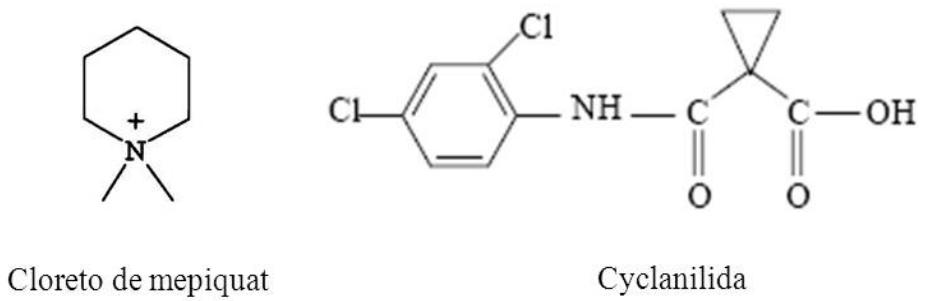

Figura 1 - Moléculas referentes aos reguladores de crescimento vegetal Cloreto de Mepiquat e Ciclanilida. Adaptado de Burton, Pedersen e Coble (2008) e Rademacher (2000)

Em todos os experimentos, a identificação e avaliações foram realizadas em caráter de *experimento cego*, ou seja, as parcelas avaliadas não continham identificação sobre os tratamentos de forma a não influenciar os avaliadores.

3.4 Implantação e tratos culturais comum aos experimentos

Para tratamento de sementes, a aplicação dos tratamentos foi realizada de forma direta, ou seja, com a aplicação do respectivo produto comercial sobre as sementes. Logo após a aplicação do produto sobre as sementes procedeu-se rápida e vigorosa agitação das sementes, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos, com o objetivo de proporcionar homogênea distribuição do produto sobre as sementes. No Experimento 4 o tratamento de sementes com regulador de crescimento foi realizado de forma industrial com equipamento próprio para este fim.

O controle de plantas daninhas foi realizado com capina manual (experimentos 1, 2 e 5) com uso de herbicidas (experimento 4); e herbicidas de pré-emergência e capina manual

(experimento 3). Exceto aplicação foliar de regulador de crescimento que não foi efetuada, todos os demais tratos culturais foram realizados de acordo com a necessidade da cultura.

Durante a semeadura (Experimentos 2, 3 e 5) cada parcela recebeu uma quantidade conhecida de sementes, e posteriormente efetuou-se desbaste para ajustar o estande de 10 plântulas por metro.

3.5 Análise estatística

Foram realizadas as seguintes análises estatísticas: (i) Análise de Variância, em que foram verificados os pressupostos da ANOVA por meio da família de transformação ótima de Box-Cox (1964) e o teste de Hartley (1950) foi aplicado para verificar a homogeneidade de variâncias; (ii) Regressão Linear Simples, para verificar efeito de dose dos tratamentos, sendo apresentadas apenas equações com parâmetros estimados com significância (teste t de Student) e (iii) teste Tukey para comparação de médias.

As análises foram realizadas utilizando pacote estatístico do programa SAS, versão 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), sendo utilizados os procedimentos PROC REG e PROC GLM.

3.5.1 Experimento 1

3.5.1.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com vinte tratamentos (Tabela 6) e cinco repetições em esquema fatorial, composto por dois fatores (Tabela 7): (i) regulador de crescimento e (ii) cultivares de algodão.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, sendo que cada parcela foi representada por uma planta por vaso (vaso: diâmetro de 12 cm e altura de 40 cm).

Tabela 6 - Descrição dos tratamentos referentes ao experimento 1 com plantas de algodão. Piracicaba, SP. 2009

Tratamento	Cultivar	Regulador de crescimento
1	NuOpal	Testemunha
2	NuOpal	Cloreto de mepiquat (4,50 $g.kg^{-1}$ de semente)
3	NuOpal	Cloreto de mepiquat + ciclanilida (1,60 + 0,40 $g.kg^{-1}$ de semente)
4	NuOpal	Cloreto de mepiquat + ciclanilida (4,50 + 1,12 $g.kg^{-1}$ de semente)
5	FM-993	Testemunha
6	FM-993	Cloreto de mepiquat (4,50 $g.kg^{-1}$ de semente)
7	FM-993	Cloreto de mepiquat + ciclanilida (1,60 + 0,40 $g.kg^{-1}$ de semente)
8	FM-993	Cloreto de mepiquat + ciclanilida (4,50 + 1,12 $g.kg^{-1}$ de semente)
9	FM-910	Testemunha
10	FM-910	Cloreto de mepiquat (4,50 $g.kg^{-1}$ de semente)
11	FM-910	Cloreto de mepiquat + ciclanilida (1,60 + 0,40 $g.kg^{-1}$ de semente)
12	FM-910	Cloreto de mepiquat + ciclanilida (4,50 + 1,12 $g.kg^{-1}$ de semente)
13	FMT-701	Testemunha
14	FMT-701	Cloreto de mepiquat (4,50 $g.kg^{-1}$ de semente)
15	FMT-701	Cloreto de mepiquat + ciclanilida (1,60 + 0,40 $g.kg^{-1}$ de semente)
16	FMT-701	Cloreto de mepiquat + ciclanilida (4,50 + 1,12 $g.kg^{-1}$ de semente)
17	FMT-523	Testemunha
18	FMT-523	Cloreto de mepiquat (4,50 $g.kg^{-1}$ de semente)
19	FMT-523	Cloreto de mepiquat + ciclanilida (1,60 + 0,40 $g.kg^{-1}$ de semente)
20	FMT-523	Cloreto de mepiquat + ciclanilida (4,50 + 1,12 $g.kg^{-1}$ de semente)

FM: Fibermax; FMT: Fundação Mato Grosso

3.5.1.2 Implantação e tratos culturais

A semeadura foi realizada manualmente no dia 21 de maio de 2009. As sementes utilizadas não receberam tratamento com inseticidas e fungicidas. Durante a semeadura cada parcela recebeu uma quantidade conhecida de sementes (3 sementes por vaso) e após a emergência efetuou-se o desbaste deixando uma planta por vaso.

Na semeadura não foi realizada adubação de base. A manutenção da umidade do solo dos tratamentos foi realizada com um volume conhecido de água, igual para todas as parcelas, de acordo com a necessidade das plantas.

A casa de vegetação em que foi conduzido o experimento, dispunha de um sistema de controle da temperatura máxima, estabelecendo o limite máximo de 30°C.

O experimento foi conduzido até a fase B_1 (primeiro botão floral). Como foi um estudo preliminar sobre esta modalidade de uso de regulador de crescimento, o experimento foi instalado em um período do ano com início de queda das temperaturas médias diárias, desta forma vale ressaltar que a soma calórica de 425-475 Unidades de Calor (ROSOLEM, 2001) necessária para surgimento do primeiro botão floral desde a semeadura só ocorreu com um período de 75 dias.

3.5.1.3 Variáveis analisadas

Foram analisadas as seguintes variáveis: massa de matéria seca da parte aérea (MSPA, g.planta^{-1}), altura de plantas (AP, cm), fitotoxicidade (FIT), desenvolvimento vegetativo (DV), altura de inserção cotiledonar (AIC, cm), área foliar (AF, cm^2.planta^{-1}), raízes secundárias (RS, cm), comprimento radicular (CR, cm) e massa de matéria seca de caule e ramos (MSC, g.planta^{-1}) e de folhas (MSF, g.planta^{-1}).

3.5.1.4 Análise estatística

Foram realizado Teste de Regressão Linear Simples, a fim de visualizar o comportamento do desenvolvimento de plantas. As equações de regressão foram submetidas ao teste t de Student para verificar a significância de seus respectivos parâmetros estimados, sendo que as equações apresentadas nos resultados deste trabalho são significativas ao nível 5% de probabilidade.

Os dados também foram submetidos à Análise de Variância (teste F) ao nível de probabilidade de 5%, e as médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de probabilidade de 5%.

Tabela 7 - Esquema da análise de variância para os fatores estudados (regulador de crescimento e cultivar). Experimento 1. Piracicaba, SP. 2009

Causa de variação	Graus de liberdade
Regulador de crescimento (R)	3
Cultivar (C)	4
R x C	12
Resíduo	80
Total	99

3.5.2 Experimento 2

3.5.2.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com dez tratamentos (Tabela 8)e sete repetições em esquema fatorial, composto por dois fatores: (i) regulador de crescimento e (ii) dose.

Tabela 8 - Descrição dos tratamentos referentes ao experimento 2 com plantas de algodão. Piracicaba, SP. 2009

Tratamento	Regulador de crescimento	Dose ($g.kg^{-1}$ de sementes)
1	-	0
2	Cloreto de mepiquat + ciclanilida	0,75 + 0,1875
3	Cloreto de mepiquat + ciclanilida	1,50 +0,3750
4	Cloreto de mepiquat + ciclanilida	2,25 + 0,5625
5	Cloreto de mepiquat + ciclanilida	3,00 + 0,7500
6	Cloreto de mepiquat + ciclanilida	3,75 + 0,9375
7	Cloreto de mepiquat + ciclanilida	4,50 +1,1250
8	Cloreto de mepiquat	1,50
9	Cloreto de mepiquat	3,00
10	Cloreto de mepiquat	4,50

O experimento foi conduzido em canteiro, sendo que cada parcela foi composta por uma fileira de 2 metros, com espaçamento de 0,45 metros entre fileiras.

3.5.2.2 Implantação e tratos culturais

A semeadura foi realizada manualmente no dia 14 de novembro de 2009, utilizando-se a variedade cultivada Fibermax-993. As sementes utilizadas não receberam tratamento com inseticidas e fungicidas. Durante a semeadura cada parcela recebeu uma quantidade conhecida de sementes (11 $sementes.metro^{-1}$). Por ocasião da semeadura procedeu-se a adubação de base no sulco de semeadura com 20 $kg.ha^{-1}$ de nitrogênio, 79 $kg.ha^{-1}$ de P_2O_5 e, 42 $kg.ha^{-1}$ de K_2O.

3.5.2.3 Variáveis analisadas

Foram analisadas as seguintes variáveis: emergência (PE, %), massa de matéria seca de parte aérea (MSPA, $g.planta^{-1}$), altura de plantas (AP, cm), taxa de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR).

3.5.2.4 Análise estatística

Em função do arranjo dos tratamentos adotaram-se duas formas de análise para melhor entender os resultados do experimento. Na primeira análise foi realizado Teste de Regressão Linear Simples, utilizando-se todos os níveis de dose para ambos os reguladores, a fim de visualizar o comportamento do desenvolvimento de plantas submetidas a diferentes doses para cada produto. As equações de regressão foram submetidas ao teste t de Student para verificar a significância de seus respectivos parâmetros estimados, sendo que as equações apresentadas nos resultados deste trabalho são significativas ao nível de 10% de probabilidade.

A segunda análise foi realizada considerando os tratamentos em esquema fatorial 2x4 (Tabela 9), ou seja, dois níveis de regulador de crescimento (Cloreto de mepiquat e Cloreto de mepiquat + ciclanilida), e 4 níveis de dose (0, 1,5, 3,0, e 4,5 $g.kg^{-1}$ de semente). Os dados foram submetidos à Análise de Variância (teste F) ao nível de probabilidade de 10% para fatores isolados, e 5% para interação de fatores. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de probabilidade de 10%.

Tabela 9 - Esquema da análise de variância para os fatores estudados (regulador de crescimento e dose). Experimento 2. Piracicaba, SP. 2009

Causa de variação	Graus de liberdade
Bloco	6
Regulador de crescimento (R)	1
Dose (D)	3
R x D	3
Resíduo	42
Total	55

3.5.3 Experimento 3

3.5.3.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatorze tratamentos (Tabela 10) e cinco repetições em esquema fatorial, composto por três fatores: (i) tratamento de sementes com regulador de crescimento (TS); (ii) dose de regulador de crescimento via foliar (D) e (iii) estratégia (momento) da primeira aplicação foliar (E).

O experimento foi conduzido em campo, sendo que cada parcela foi composta por quatro fileiras de 7 metros de comprimento, com espaçamento de 0,45 metros entre fileiras.

Tabela 10 - Descrição dos tratamentos referentes ao experimento 3 com plantas de algodão. Piracicaba, SP. 2010

Tratamento	Tratamento[1]		Estádio fenológico[3]
	Sementes ($g.kg^{-1}$)	Foliar[2] ($g.ha^{-1}$)	
1	4,5	0	-
2	4,5	63	V_4
3	4,5	63	B_1
4	4,5	126	V_4
5	4,5	126	B_1
6	4,5	189	V_4
7	4,5	189	B_1
8	0,0	0	-
9	0,0	63	V_4
10	0,0	63	B_1
11	0,0	126	V_4
12	0,0	126	B_1
13	0,0	189	V_4
14	0,0	189	B_1

[1] CM: cloreto de mepiquat (Tratamento de sementes: g de CM por kg de semente de algodão. Tratamento foliar: g de CM por ha).
[2] Quantidade total aplicada ao longo do ciclo parcelada em cinco (primeira aplicação no estádio V_4) e quatro (primeira aplicação no estádio B_1) aplicações.
[3] Estádio fenológico referente à primeira aplicação

A dose total de CM aplicada ao longo do ciclo da cultura foi fracionada, sendo a primeira aplicação (V_4) com 15% da respectiva dose total do tratamento, seguida de mais 4 pulverizações com 21,3% da dose total, aos 21, 40, 47, 57 e 69 DAE (dias após a emergência). Para os tratamentos com primeira pulverização em B_1, foram efetuadas 4 aplicações de 25% da dose total, aos 40, 47, 57 e 69 DAE.

3.5.3.2 Implantação e tratos culturais

A semeadura foi realizada manualmente no dia 15 de janeiro de 2010, utilizando a variedade cultivada Fibermax-910. As sementes utilizadas receberam o seguinte tratamento químico: *Derosal Plus* (0,6 L por 100 kg de sementes); *Baytan* (0,2 L por 100 kg de sementes);

Monceren (0,3 kg por 100 kg de sementes); *CropStar* (2,4 L por 100 kg de sementes) e *Permit* (0,75 L por 100 kg de sementes).

Na semeadura foi realizada adubação no sulco de semeadura com 23 $kg.ha^{-1}$ de Nitrogênio, 80 $kg.ha^{-1}$ de P_2O_5 e, 46 $kg.ha^{-1}$ de K_2O. Em 23 de fevereiro de 2010 foi realizada adubação em cobertura com 57 $kg.ha^{-1}$ de nitrogênio e 34 $kg.ha^{-1}$ de K_2O aplicados nas linhas de semeadura. O controle de plantas daninhas em pré-emergência foi efetuado com *Dual Gold* (1,5 $L.ha^{-1}$) e *Herburon* (1,5 $kg.ha^{-1}$), e após a emergência da cultura o controle foi realizado por capina manual.

3.5.3.3 Variáveis analisadas

Foram analisadas as seguintes variáveis: altura de plantas (AP, cm) (O valor da altura foi obtido pela média da altura de seis plantas amostradas aleatoriamente na parcela, aos 21, 29, 36, 43, 79 e 92 DAE), massa de matéria seca de parte aérea (MSPA, $g.planta^{-1}$) (foram coletadas quatro plantas aos 22, 44 e 79 DAE), taxa de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR), índice de área foliar (IAF, $m^2.m^{-2}$), precocidade de colheita (PREC, %), massa média do capulho (PC, $g.capulho^{-1}$), produtividade (P, $kg.ha^{-1}$) e rendimento de fibra (FIB, %).

3.5.3.4 Análise estatística

Como a aplicação dos fatores estudados ocorreu em diferentes períodos (primeiro Tratamento de Sementes, seguido por Estratégia, e por último Dose total), adotaram-se quatro formas de análise para melhor entender os resultados. As duas primeiras análises foram elaboradas para verificar o efeito dos fatores sobre o desenvolvimento e a terceira e quarta análise para verificar os efeitos dos fatores sobre o desenvolvimento e a produtividade da cultura de algodão.

A primeira análise (Tabela 11) foi realizada com dados obtidos aos 21 e 22 DAE, ou seja, neste momento apenas o fator TS havia sido aplicado. Desta forma os dados foram submetidos à Análise de Variância (teste F) para verificar diferenças entre os tratamentos ao nível de probabilidade de 10%.

Tabela 11 - Esquema da análise de variância para o tratamento de sementes de algodão. Experimento 3. Piracicaba, SP. 2010

Causa de variação	Graus de liberdade
Bloco	4
Tratamento de sementes	1
Resíduo	64
Total	69

A segunda análise (Tabela 12) foi realizada nos dados obtidos após a primeira pulverização foliar, na fase V_4, com quatro doses distintas. Desta forma os dados foram submetidos à Análise de Variância (teste F) ao nível de probabilidade de 10% para fatores isolados, e 5% para interação de fatores. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de probabilidade de 10%. Também foi aplicado o Teste de Regressão Linear Simples, utilizando-se todos os níveis de doses, a fim de visualizar o comportamento do desenvolvimento das plantas submetidas a diferentes doses em cada tratamento de semente. As equações de regressão foram submetidas ao teste t de Student para verificar a significância de seus respectivos parâmetros estimados. As equações apresentadas nos resultados deste trabalho são significativas ao nível de 10% de probabilidade.

Tabela 12 - Esquema da análise de variância para os fatores estudados (tratamento de sementes de algodão e dose). Experimento 3. Piracicaba, SP. 2010

Causa de variação	Graus de liberdade
Bloco	4
Tratamento de sementes (TS)	1
Dose (D)	3
TS x D	3
Resíduo	58
Total	69

TS: com e sem; Dose: 0; 9,4; 18,8; e 28,2 $g.ha^{-1}$ de CM (pulverizado em V_4, aos 21 DAE)

A terceira (Tabela 13) e quarta (Tabela 14) análise foi realizada a partir dos dados obtidos após aplicação de todos os fatores, bem como respectivos níveis. Os dados foram submetidos à Análise de Variância (teste F) ao nível de probabilidade de 10% para fatores isolados, e 5% para interação de fatores, as médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de probabilidade de 10%. Também foi aplicado o Teste de Regressão Linear Simples, utilizando todos os níveis de

dose, a fim de visualizar o comportamento do desenvolvimento de plantas submetidas a diferentes doses para cada tratamento de sementes e estratégia. As equações de regressão foram submetidas ao teste t de Student para verificar a significância de seus respectivos parâmetros estimados, sendo que as equações apresentadas nos resultados deste trabalho são significativas ao nível de 10% de probabilidade.

Tabela 13 - Esquema da análise de variância para os fatores estudados (tratamento de sementes de algodão e dose). Experimento 3. Piracicaba, SP. 2010

Causa de variação	Graus de liberdade
Bloco	4
Tratamento de sementes (TS)	1
Dose (D)	3
TS x D	3
Resíduo	58
Total	69

TS: com e sem; Dose: 0, 63, 126 e 189 g de CM por ha (total pulverizado em 5 momentos ao longo do ciclo)

Tabela 14 - Esquema da análise de variância para os fatores estudados (tratamento de sementes de algodão e dose). Experimento 3. Piracicaba, SP. 2010

Causa de variação	Graus de liberdade
Bloco	4
Tratamento de sementes (TS)	1
Estratégia (E)	1
TS x E	1
Resíduo	52
Total	69

TS: com e sem; Estratégia: Momento da primeira pulverização.

3.5.4 Experimento 4

3.5.4.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com dez tratamentos (Tabela 15) e quatro repetições em esquema fatorial, composto por dois fatores: (i) tratamento de sementes com regulador de crescimento (TS); e (ii) dose de regulador de crescimento via foliar (D).

O experimento foi conduzido em campo, sendo que cada parcela foi composta por quatro fileiras de 5 metros de comprimento, com espaçamento de 0,45 metros entre fileiras.

Tabela 15 - Descrição dos tratamentos referentes ao experimento 4 com plantas de algodão. Pedra Preta, MT. 2010

Tratamento	Tratamento[1]	
	Sementes ($g.kg^{-1}$)	Foliar ($g.ha^{-1}$)[2]
1	4,5	0
2	4,5	125
3	4,5	250
4	4,5	375
5	4,5	500
6	0,0	0
7	0,0	125
8	0,0	250
9	0,0	375
10	0,0	500

[1] CM: cloreto de mepiquat (Tratamento de sementes: g de CM por kg de semente de algodão. Tratamento foliar: g de CM por ha).
[2] Quantidade total fracionada em 6 pulverizações foliares a cada 7 dias, sendo a primeira no estádio fenológico V_4.

3.5.4.2 Implantação e tratos culturais

A semeadura foi realizada mecanicamente no dia 21 de fevereiro de 2010, utilizando a variedade cultivada FMT-701. As sementes utilizadas receberam o seguinte tratamento químico: *Cruiser* (0,4 L por 100 kg de sementes), *Vitavax-Thiram* (0,7 L por 100 kg de sementes), *Furadan* (1,0 L por 100 kg de sementes), *Priori* (0,25 L por 100 kg de sementes), e *Permit* (0,75 L por 100 kg de sementes).

Por ocasião da semeadura aplicou-se a adubação de base no sulco de semeadura com 41 $kg.ha^{-1}$ de P_2O_5. Aos três DAE foi aplicado, a lanço, 87 $kg.ha^{-1}$ de K_2O, e aos 32 DAE 66 $kg.ha^{-1}$ de Nitrogênio. O controle de plantas daninhas em pré-emergência foi efetuado com os produtos *GamitStar* (1,0 $L.ha^{-1}$) e *Diuron* (1,3 $L.ha^{-1}$), e em pós-emergência, aos 15 DAE, foi aplicado *Staple* (0,10 $L.ha^{-1}$) e *Envoke* (5 $g.ha^{-1}$). Todos os demais tratos culturais foram realizados de acordo com a necessidade da cultura.

3.5.4.3 Variáveis analisadas

Foram analisadas as seguintes variáveis: altura de inserção cotiledonar (AIC, cm), altura de plantas (AP, cm), massa de matéria seca de parte aérea (MSPA, $g.planta^{-1}$), massa média do capulho (MC, $g.capulho^{-1}$), número médio de plantas por metro (NP), número médio de capulhos por metro (NC), número de capulhos por planta (CP) e produtividade (P, $kg.ha^{-1}$).

3.5.4.4 Análise estatística

Com a ocorrência de adversidades climáticas (veranico) o fator dose foliar de regulador de crescimento não pode ser aplicado da forma como planejado. Em função disto, para evitar inferências pouco seguras sobre este fator (dose), optou-se por proceder à análise de dados considerando apenas o fator tratamento de sementes (TS).

Desta maneira, os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância (teste F) (Tabela 16) para verificar diferenças entre os tratamentos ao nível de probabilidade de 10%.

Tabela 16 - Esquema da análise de variância para os fatores estudados. Experimento 4. Pedra Preta, MT. 2010

Causa de variação	Graus de liberdade
Bloco	3
Tratamento de sementes	1
Resíduo	35
Total	39

3.5.5 Experimento 5

3.5.5.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com onze tratamentos (Tabela 17) e cinco repetições em esquema fatorial, composto por dois fatores: (i) regulador de crescimento e; (ii) dose.

Tabela 17 - Descrição dos tratamentos referentes ao experimento 5 com plantas de algodão. Piracicaba, SP. 2010

Tratamento	Regulador de crescimento	Dose ($g.kg^{-1}$ de sementes)
1	-	0,000
2	Cloreto de mepiquat + ciclanilida	0,750 + 0,188
3	Cloreto de mepiquat + ciclanilida	1,500 + 0,375
4	Cloreto de mepiquat + ciclanilida	2,250 + 0,563
5	Cloreto de mepiquat + ciclanilida	3,000 + 0,750
6	Cloreto de mepiquat + ciclanilida	3,750 + 0,938
7	Cloreto de mepiquat + ciclanilida	4,500 + 1,125
8	Cloreto de mepiquat	1,125
9	Cloreto de mepiquat	2,250
10	Cloreto de mepiquat	3,375
11	Cloreto de mepiquat	4,450

O experimento 5 foi conduzido em canteiro, sendo que cada parcela foi composta por uma fileira de 2 metros, com espaçamento de 0,45 metros entre fileiras.

3.5.5.2 Implantação e tratos culturais

A semeadura foi realizada manualmente no dia 2 de abril de 2010, utilizando a variedade cultivada FMT-523. As sementes utilizadas não receberam tratamento com inseticidas e fungicidas. Por ocasião da semeadura aplicou-se a adubação de base no sulco com 20 $kg.ha^{-1}$ de nitrogênio, 79 $kg.ha^{-1}$ de P_2O_5 e 42 $kg.ha^{-1}$ de K_2O. Em 13 de maio de 2010 foi feita adubação em cobertura na linha de semeadura com 60 $kg.ha^{-1}$ de nitrogênio.

3.5.5.3 Variáveis analisadas

Foram analisadas as seguintes variáveis: emergência (PE, %), índice de velocidade de emergência (IVE), altura de plantas (AP, cm) (a altura foi obtido pela média de quatro plantas aos 21, 28, 34, 43, 49 e 55 DAE), massa seca de caule e ramos (MSCR, $g.planta^{-1}$) e de folhas (MSF, $g.planta^{-1}$), área foliar (AF, $cm^2.planta^{-1}$) (41 e 88 DAE), taxa de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC, mm), valor Spad (SPAD), percentual de plantas em florescimento (FLOR, %) e diâmetro da copa (COP, cm).

3.5.5.4 Análise estatística

Em função do arranjo dos tratamentos adotaram-se duas formas de análise para melhor entender os resultados do experimento. Na primeira análise foi aplicado o Teste de Regressão Linear Simples, utilizando todas as doses para ambos os reguladores, a fim de visualizar o comportamento do desenvolvimento de plantas submetidas a diferentes doses para cada produto. As equações de regressão foram submetidas ao teste t de Student para verificar a significância de seus respectivos parâmetros estimados. As equações apresentadas nos resultados deste trabalho são significativas ao nível de 10% de probabilidade.

A segunda (Tabela 18) análise foi realizada considerando-se os tratamentos em esquema fatorial 2x4, ou seja, 2 níveis de regulador de crescimento (CM e CM+CY), e 3 níveis de dose (0,00; 2,25 e 4,50 $g.kg^{-1}$ de semente). Os dados foram submetidos à Análise de Variância (teste F) ao nível de probabilidade de 10% para fatores isolados, e 5% para interação de fatores. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de probabilidade de 10%.

Tabela 18 - Esquema da análise de variância para os fatores estudados (regulador de crescimento e dose). Experimento 5. Piracicaba, SP. 2010

Causa de variação	Graus de liberdade
Bloco	4
Regulador (R)	1
Dose (D)	2
R x D	2
Resíduo	20
Total	29

4 RESULTADOS

4.1 Experimento 1: crescimento (cultivares e regulador de crescimento)

Na sequência são apresentados os resumos das Análises de Variâncias (Tabelas 19-21), bem como os resultados (Tabelas 22-24, e Figuras 2-5) das análises estatísticas.

Tabela 19 - Valores de F (resumo da análise de variância) para altura de plantas aos 6, 10, 14, 21, 31, 38, 48 e 75 dias após a emergência. Piracicaba, SP. 2009

Causas de Variação	GL	Dias após a emergência (DAE)							
		6	10	14	21	31	38	48	75
Cultivar (C)	4	5,9**	8,0**	5,6**	4,7**	14,8**	9,0**	9,4**	11,1**
Regulador (R)	3	119,6**	153,2**	150,4**	194,9**	298,6**	224,3**	187,1**	125,4**
C x R	12	1,0^{NS}	1,1^{NS}	0,9^{NS}	1,1^{NS}	1,0^{NS}	0,7^{NS}	0,5^{NS}	1,0^{NS}
Resíduo	80	..	..	..	..	..	..	..	..
Total	99	..	..	..	..	..	..	..	..
CV (%)	..	14,22	13,74	14,26	14,02	12,61	12,96	12,3	10,74

* e **: Significativo a 5% e a 1% de probabilidade. ^{NS}: não significativo.

Tabela 20 - Resumo da análise de variância (valores de F) para notas de fitotoxicidade e desenvolvimento vegetativo. Piracicaba, SP. 2009

Causas de variação	GL	Notas de fitotoxicidade			Desenvolvimento Vegetativo
		41 DAE	58 DAE	75 DAE	75 DAE
Cultivar (C)	4	0,360^{NS}	0,365^{NS}	1,553^{NS}	1,983^{NS}
Regulador (R)	3	114,968**	167,920**	58,709**	16,770**
C x R	12	1,434^{NS}	0,312^{NS}	1,156^{NS}	0,764^{NS}
Resíduo	80	..	..	..	..
Total	99	..	..	..	..
CV (%)	..	21,60	22,32	24,61	9,70

* e **: Significativo a 5% e a 1% de probabilidade. ^{NS}: não significativo.

Tabela 21 - Resumo da análise de variância (valores de F) para as variáveis comprimento de raiz (CR, cm), raízes secundárias (RS, cm), altura de inserção cotiledonar (AIC, cm), e área foliar (AF, $cm^2.planta^{-1}$), no estádio fenológico B_1 da cultura de algodão. Piracicaba, SP. 2009

Causas de variação	GL	CR	RS	AIC	AF
Cultivar (C)	4	$0,471^{ns}$	$2,161^{ns}$	12,431**	90,01**
Regulador (R)	3	3,674*	78,532**	333,963**	5,954**
C x R	12	$1,344^{ns}$	2,141*	$0,984^{ns}$	$1,738^{ns}$
Resíduo	80	..	..	..	..
Total	99	..	..	..	..
CV (%)	..	7,81	38,06	11,00	11,06

* e **: Significativo a 5% e a 1% de probabilidade. ^{ns}: não significativo.

Tabela 22 - Altura (AP, cm) de plantas aos 6, 10, 14, 21, 31, 38, 48 e 75 DAE e altura de inserção cotiledonar (AIC, cm) aos 75 DAE. Piracicaba, SP. 2009

Cultivar	Dias após a emergência (DAE)								AIC
	6	10	14	21	31	38	48	75	
FMT-523	4,9 b	5,7 b	6,6 b	6,3 b	6,5 bc	7,6 bc	8,9 b	11,0 c	6,3 b
NuOpal	5,3 b	6,0 b	6,7 b	6,4 b	6,4 c	7,3 c	8,8 b	12,2 bc	6,7 b
FMT-701	5,3 b	6,3 b	7,0 b	6,8 ab	7,2 b	8,3 ab	9,6 ab	12,3 b	6,9 b
FM-993	5,2 b	6,1 b	7,2 ab	6,6 b	7,2 b	8,3 ab	10,2 a	13,2 ab	6,9 b
FM-910	6,0 a	7,1 a	7,9 a	7,4 a	8,4 a	9,1 a	10,7 a	13,6 a	7,9 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 10% de probabilidade

Tabela 23 - Altura (AP, cm) de plantas aos 6, 10, 14, 21, 31, 38, 48 e 75 DAE, e comprimento radicular (CR, cm) e altura de inserção cotiledonar (AIC, cm) aos 75 DAE. Piracicaba, SP. 2009

Regulador de crescimento ($g.kg^{-1}$)	Dias após a emergência (DAE)								CR	AIC
	6	10	14	21	31	38	48	75		
Testemunha	7,7 a	9,2 a	10,6 a	10,4 a	11,5 a	12,5 a	14,0 a	16,3 a	29,3 b	10,8 a
Cloreto de mepiquat (4,50)	5,4 b	6,2 b	7,0 b	6,5 b	7,2 b	8,2 b	10,1 b	13,1 b	29,9 ab	6,6 b
Cloreto de mepiquat + ciclanilida (1,60 + 0,40)	4,6 c	5,5 c	6,0 c	5,6 c	5,7 c	6,8 c	8,2 c	11,3 c	30,7 ab	5,8 c
Cloreto de mepiquat + ciclanilida (4,50 + 1,12)	3,8 d	4,2 d	4,8 d	4,3 d	4,3 d	5,1 d	6,4 d	9,2 d	31,4 a	4,4 d

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 10% de probabilidade

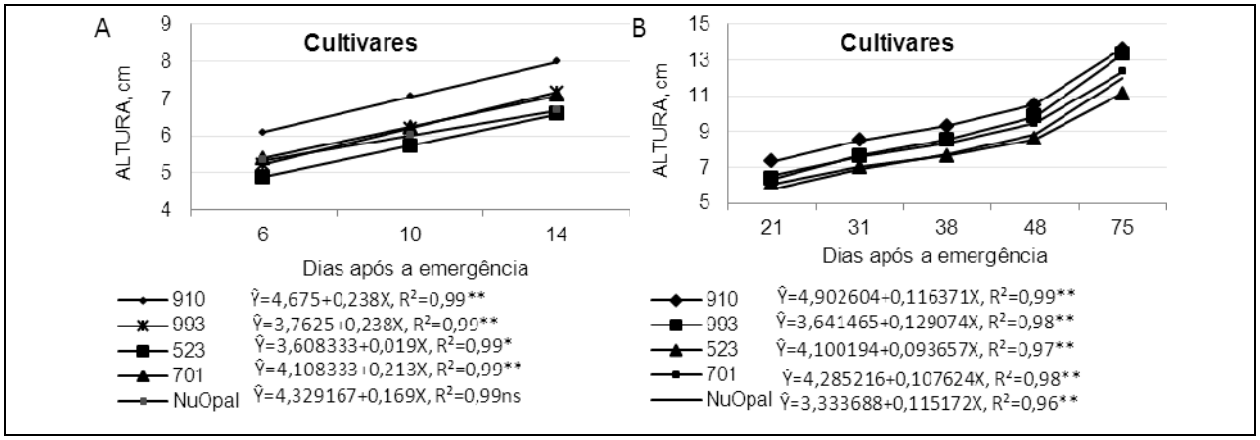

Figura 2 - Altura de plantas de algodão nas diferentes cultivares, avaliadas na altura da última folha (A) e da plúmula (B). Piracicaba, SP. 2009

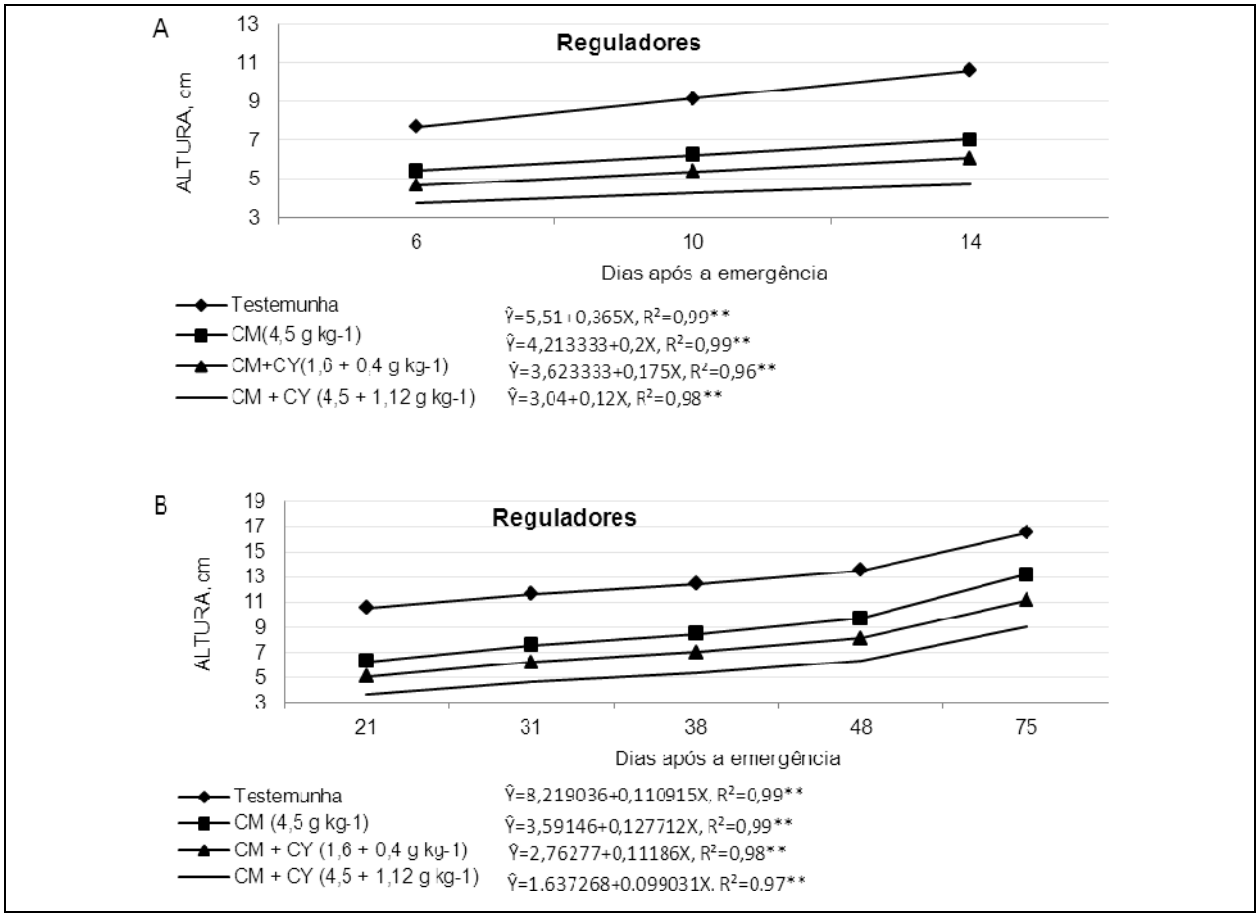

Figura 3 - Altura (cm) de plantas de algodão obtidas em função do uso reguladores vegetais, avaliadas na altura última folha (A) e da plúmula (B); CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2009

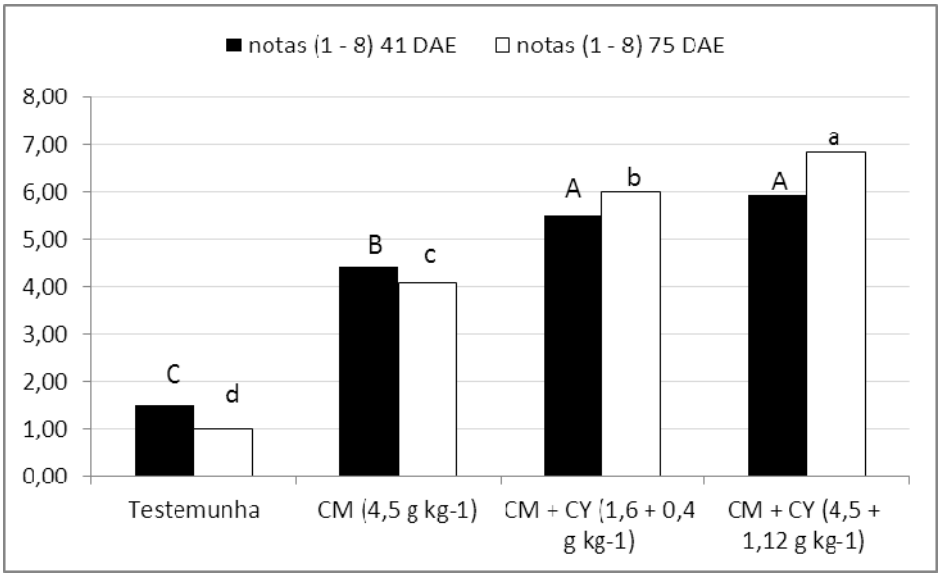

Figura 4 - Notas de fitotoxicidade em função dos reguladores vegetais. CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2009

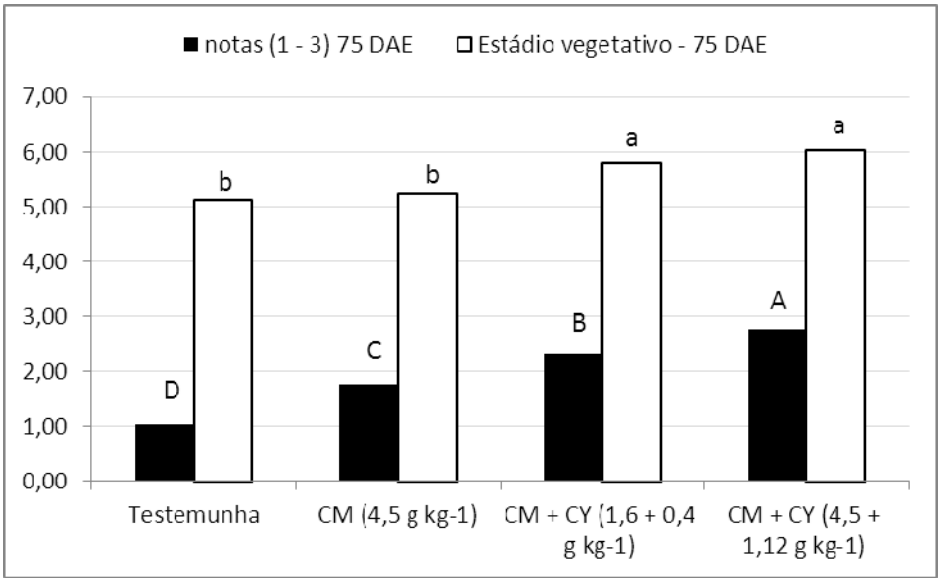

Figura 5 - Desenvolvimento vegetativo e notas de fitotoxicidade em função dos reguladores vegetais. CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida.Piracicaba, SP. 2009

Tabela 24 - Desdobramento da interação 'Regulador vegetal' e 'Cultivares' para raízes secundárias e área foliar, no estádio fenológico B_1 da cultura de algodão. Piracicaba, SP. 2009

Cultivar	Regulador vegetal (g do i.a. por kg de sementes)[1]				Média
	Testemunha	CM (4,50)	CM + CY (1,60 + 0,40)	CM + CY (4,50 + 1,12)	
			Raízes secundárias (cm)		
FMT-523	1,4 Ab	1,4 Ab	3,5 Aa	3,3 Ba	2,4
NuOpal	0,7 Ac	1,2 Ac	4,2 Ab	5,9 Aa	3,0
FMT-701	1,0 Ab	1,1 Ab	2,9 Aa	3,7 Ba	2,2
FM-993	0,2 Ac	1,7 Abc	2,9 Ab	4,5 ABa	2,3
FM-910	1,0 Ac	1,3 Ac	3,1 Ab	4,8 ABa	2,5
Média	0,9	1,3	3,3	4,5	
			Área foliar ($cm^2.planta^{-1}$)		
FMT-523	98,2	77,6	79,0	74,2	82,2 B
NuOpal	167,0	149,4	149,1	169,5	158,8 A
FMT-701	170,7	145,9	168,3	155,5	160,1 A
FM-993	169,7	149,0	153,2	144,3	154,0 A
FM-910	153,9	155,4	131,8	154,6	148,9 A
Média	151,9 a	135,5 b	136,3 b	139,6 b	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 10% de probabilidade

[1] CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida.

4.2 Experimento 2: crescimento e desenvolvimento (regulador de crescimento e dose - Tratamento de Sementes)

A seguir são apresentados o resumo das Análises de Variâncias (Tabela 25), e os resultados (Tabelas 26-37, e Figuras 6-9) das análises estatísticas.

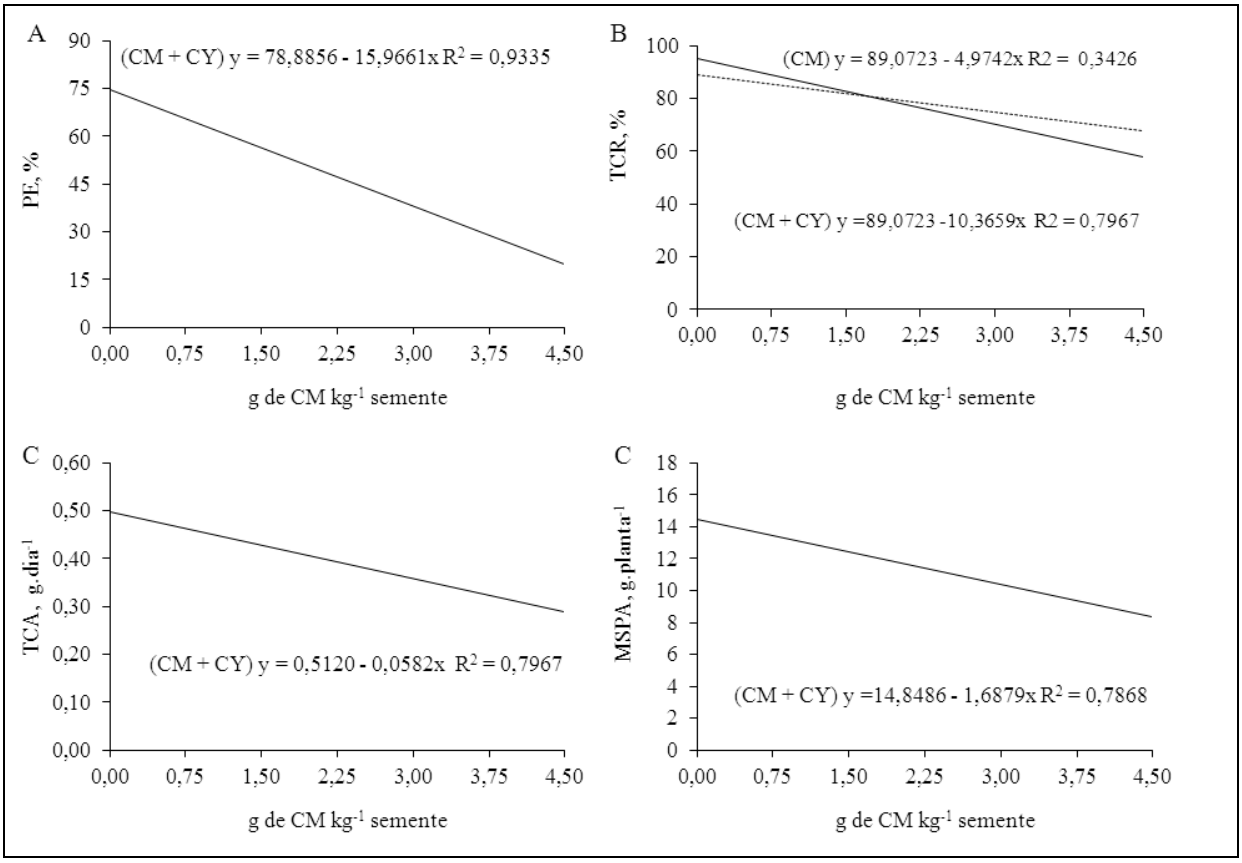

Figura 6 - Plantas emergidas (PE, %) aos 9 DAE (A), taxa de crescimento relativo (TCR, %) da massa de matéria seca de parte aérea aos 29 DAE (B), taxa de crescimento absoluto (TCA, g.planta^{-1}.dia^{-1}) da massa seca de parte aérea aos 29 DAE (C), e massa de matéria seca de parte aérea (g.planta^{-1}) aos 29 DAE (D): CM (---); CM + CY (—). CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2009

Tabela 25 - Resumo da análise de variância (*p-valor* e coeficiente de variação - CV), para as variáveis: percentual de plantas emergidas (PE, %) aos 9 DAS; altura de planta (AP, cm) aos 9, 16, 23, 29 e 45 DAE; taxa de crescimento acumulado em altura (TCAa, cm) aos 9, 16, 23, 29 e 45 DAE, e em massa de matéria seca da parte aérea (TCAm, g.planta^{-1}.dia^{-1}) aos 29 e 45 DAE; taxa de crescimento relativo em altura (TCRa, %) aos 9, 16, 23, 29 e 45 DAE, e em massa de matéria seca da parte aérea aos (TCRm, %) aos 29 e 45 DAE; e Massa de matéria seca de parte aérea (MSPA, g.planta^{-1}) aos 29 e 45 DAE . Piracicaba, SP. 2009

Causa de variação	GL	Dias após a emergência (DAE)							
		9[1]	9	16	23	29	45	9	16
		PE	AP	AP	AP	AP	AP	TCAa	TCAa
Bloco	6	0,4261	0,3214	0,4852	0,1617	0,3350	0,0797	0,3212	0,2139
Regulador (R)	1	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0004	<0,0001	<0,0001
Dose (D)	3	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
R x D	3	0,0003	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0080	0,0761	<0,0001	0,0418
Resíduo	42	..	..	..	..	..	..	..	..
Total	55	..	..	..	..	..	..	..	..
CV (%)	..	20,39	14,94	9,67	10,09	10,63	11,08	14,94	13,54

Causa de variação	GL	Dias após a emergência (DAE)							
		23	29	45	9	16	23	29	45
		TCAa	TCAa	TCAa	TCRa	TCRa	TCRa	TCRa	TCRa
Bloco	6	0,0532	0,7701	0,0663	0,1353	0,0126	0,0095	0,1824	<0,0001
Regulador (R)	1	0,0103	0,1473	0,1038	<0,0001	<0,0001	0,0151	0,2017	0,1076
Dose (D)	3	0,0009	0,0002	0,1557	<0,0001	<0,0001	0,0019	0,0004	0,5053
R x D	3	0,0588	0,4870	0,2214	<0,0001	0,0334	0,0390	0,4528	0,1584
Resíduo	42	..	..	..	..	..	..	..	..
Total	55	..	..	..	..	..	..	..	..
CV (%)	..	25,34	19,16	15,23	13,94	12,64	23,70	19,36	15,65

Causa de variação	GL	Dias após a emergência (DAE)					
		29	45	29	45	29	45
		TCAm	TCAm	TCRm	TCRm	MSPA	MSPA
Bloco	6	0,0658	0,0663	0,0245	0,0003	0,0658	0,9409
Regulador (R)	1	0,4485	0,1038	0,3731	0,9259	0,4484	0,8539
Dose (D)	3	0,0002	0,1557	<0,0001	0,8842	0,0002	0,9180
R x D	3	0,5031	0,2214	0,2805	0,2570	0,5030	0,4172
Resíduo	42	..	..	..	..	..	..
Total	55	..	..	..	..	..	..
CV (%)	..	18,67	15,23	15,61	37,11	18,67	30,07

[1]9 dias após a semeadura

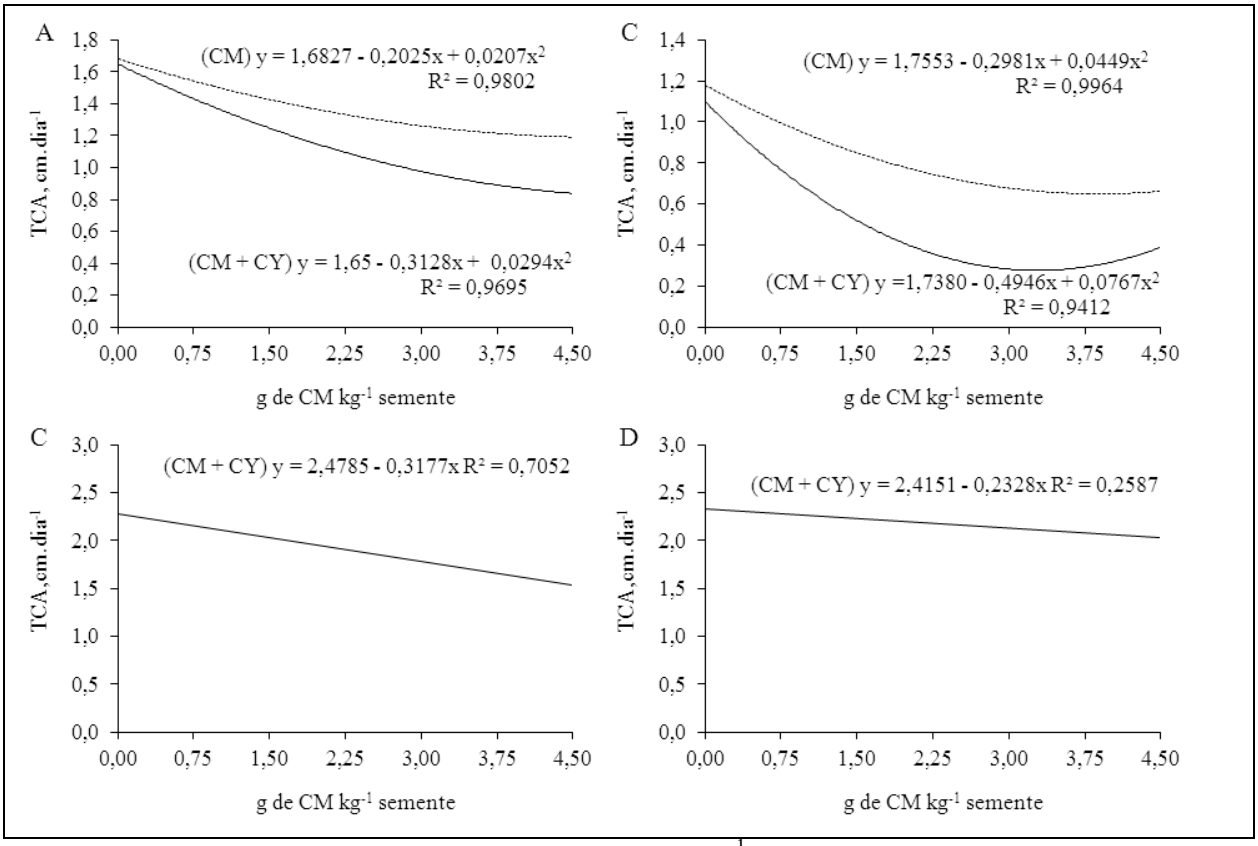

Figura 7 - Taxa de crescimento absoluto (TCA, cm.dia^{-1}) aos 9 DAE (A), taxa de crescimento absoluto (TCA, cm.dia^{-1}) aos 16 DAE (B), taxa de crescimento absoluto (TCA, cm.dia^{-1}) aos 29 DAE (C), e taxa de crescimento absoluto (cm.dia^{-1}) aos 45 DAE (D): CM (---); CM + CY (—). CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2009

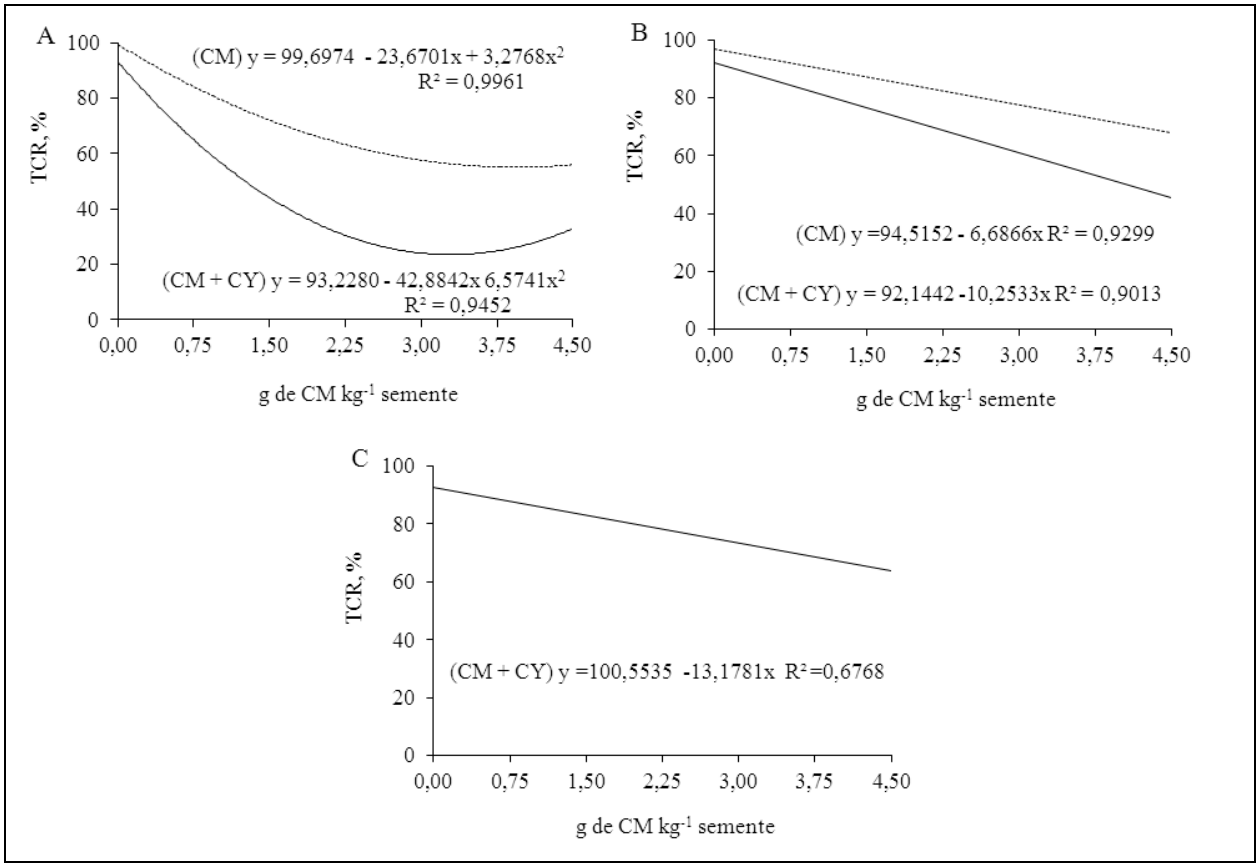

Figura 8 - Taxa de crescimento relativo (%) da altura de plantas aos 9 dias após a emergência (A), taxa de crescimento relativo (%) da altura de plantas aos 16 dias após a emergência (B), e taxa de crescimento relativo (%) da altura de plantas aos 29 dias após a emergência (C): CM (---); CM + CY (—). CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2009

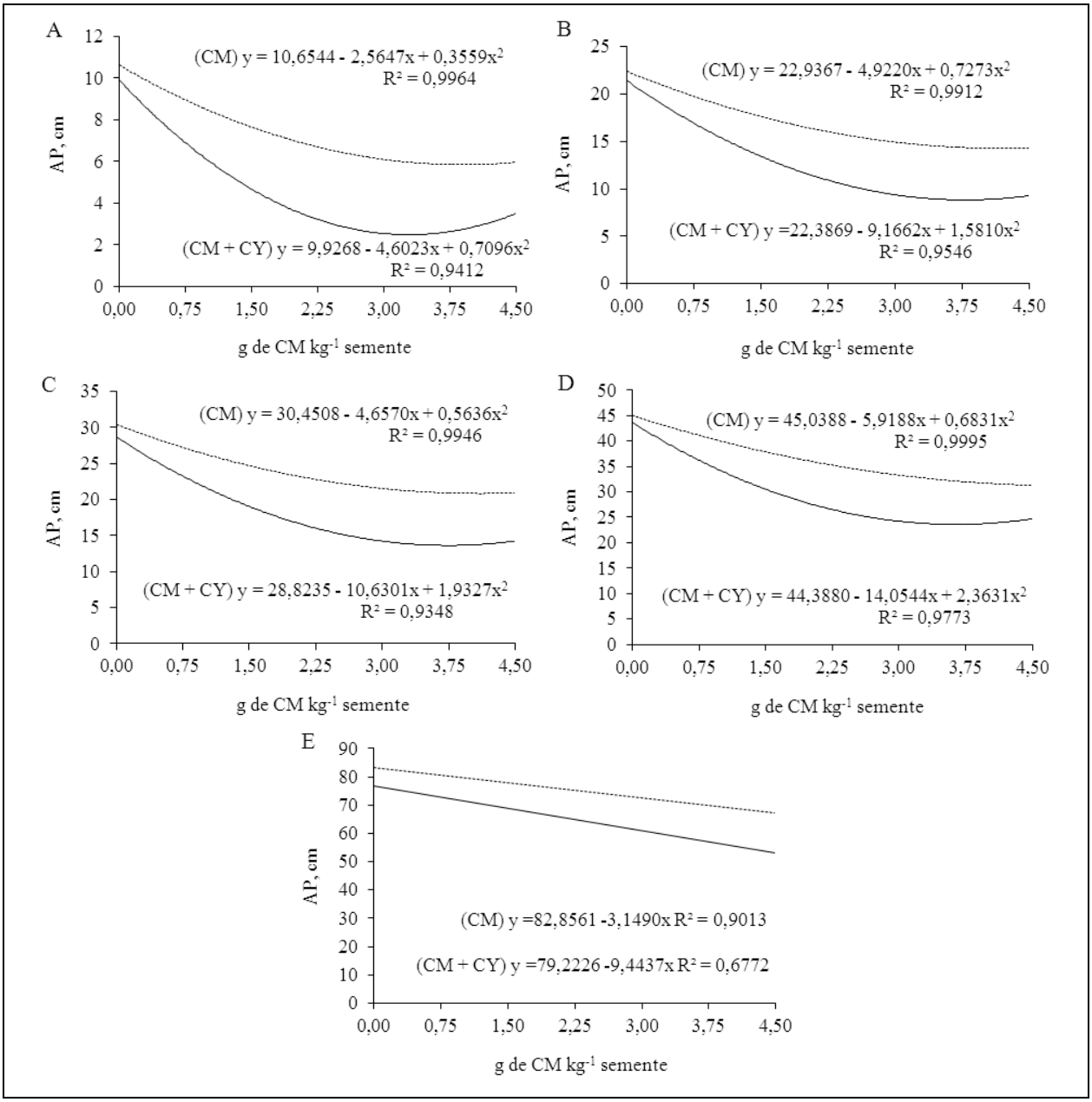

Figura 9 - Altura de plantas (AP, cm) aos 9 dias após a emergência (A), altura de plantas (AP, cm) aos 16 dias após a emergência (B), altura de plantas (AP, cm) aos 23 dias após a emergência (C), altura de plantas (AP, cm) aos 29 dias após a emergência (D), e altura de plantas (AP, cm) aos 45 dias após a emergência (E): CM (---); CM + CY (—). CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2009

Tabela 26 - Altura de plantas (AP, cm) aos 45 DAE e taxa de crescimento absoluto em altura (TCAa, cm.dia^{-1}) aos 23 DAE. Piracicaba, SP. 2009

Regulador de crescimento	Dias após a emergência (DAE)	
	45	23
	AP	TCAa
Cloreto de mepiquat	75,30 a	1,00 a
Cloreto de mepiquat + ciclanilida	67,43 b	0,83 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 10% de probabilidade

Tabela 27 - Altura de plantas (AP, cm) aos 45 DAE, taxa de crescimento absoluto em altura (TCAa, cm.dia^{-1}) aos 23 e 29 DAE, e em massa seca de parte aérea (TCAm, g.planta^{-1}.dia^{-1}) aos 29 DAE, taxa de crescimento relativo em altura (TCRa, %), e em massa seca de parte aérea (TCRm, %) aos 29 DAE, e massa de matéria seca de parte aérea (MSPA, g.planta^{-1}) aos 29 DAE. Piracicaba, SP. 2009

Cloreto de mepiquat (g.kg^{-1} de semente)	Dias após a emergência (DAE)						
	45	23	29	29	29	29	29
	AP	TCAa	TCAa	TCRa	MSPA	TCAm	TCRm
0	84,90 a	1,11 a	2,44 a	100,00 a	15,34 a	0,53 a	100,00 a
1,5	68,88 b	0,93 ab	2,11 ab	88,39 ab	10,98 b	0,38 b	74,31 b
3,0	66,30 b	0,84 b	1,78 b	73,66 b	8,99 b	0,31 b	61,33 b
4,5	64,29 b	0,75 b	1,84 b	74,93 b	10,37 b	0,36 b	72,54 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 10% de probabilidade

Tabela 28 – Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para o percentual (%) de plantas emergidas aos 9 DAS. Piracicaba, SP. 2009

Regulador de crescimento	Dose (g de cloreto de mepiquat por kg de sementes)				Média
	0,0	1,5	3,0	4,5	
Cloreto de mepiquat	79,22 Aa	77,27 Aa	68,18 Aa	69,48 Aa	73,54
Cloreto de mepiquat + ciclanilida	79,22 Aa	52,60 Bb	31,82 Bc	28,57 Bc	48,05
Média	79,22	64,94	50,00	49,03	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 10% de probabilidade

Tabela 29 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a altura (cm) de plantas aos 9 DAE. Piracicaba, SP. 2009

Regulador de crescimento	Dose (g de cloreto de mepiquat por kg de sementes)				Média
	0,0	1,5	3,0	4,5	
Cloreto de mepiquat	10,67Aa	7,50Ab	6,25Ab	5,91A	7,58
Cloreto de mepiquat + ciclanilida	10,67Aa	4,05Bb	3,25Bb	2,95Bb	5,23
Média	10,67	5,78	4,75	4,43	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 10% de probabilidade

Tabela 30 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a altura (cm) de plantas aos 16 DAE. Piracicaba, SP. 2009

Regulador de crescimento	Dose (g de cloreto de mepiquat por kg de sementes)				Média
	0,0	1,5	3,0	4,5	
Cloreto de mepiquat	22,54 Aa	17,23 Ab	15,33 Abc	14,16 Ac	17,31
Cloreto de mepiquat + ciclanilida	22,54 Aa	12,21 Bb	10,24 Bbc	8,37 Bc	13,65
Média	22,54	14,72	12,79	11,27	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 10% de probabilidade

Tabela 31 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a altura (cm) de plantas aos 23 DAE. Piracicaba, SP. 2009

Regulador de crescimento	Dose (g de cloreto de mepiquat por kg de sementes)				Média
	0,0	1,5	3,0	4,5	
Cloreto de mepiquat	30,31 Aa	25,07 Ab	21,17 Ac	21,06 Ac	24,53
Cloreto de mepiquat + ciclanilida	30,31 Aa	17,32 Bb	15,22 Bbc	13,24 Bc	19,02
Média	30,31	21,20	18,20	17,15	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 10% de probabilidade

Tabela 32 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a altura (cm) de plantas aos 29 DAE. Piracicaba, SP. 2009

Regulador de crescimento	Dose (g de cloreto de mepiquat por kg de sementes)				Média
	0,0	1,5	3,0	4,5	
Cloreto de mepiquat	44,92 Aa	37,99 Ab	33,12 Ab	31,33 Ab	36,87
Cloreto de mepiquat + ciclanilida	44,92 Aa	29,65 Bb	24,57 Bb	23,98 Bb	30,78
Média	44,93	33,83	28,85	27,66	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 10% de probabilidade

Tabela 33 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a taxa de crescimento absoluta (cm.dia^{-1}) em altura aos 9 DAE. Piracicaba, SP. 2009

Regulador de crescimento	Dose (g de cloreto de mepiquat por kg de sementes)				Média
	0,0	1,5	3,0	4,5	
Cloreto de mepiquat	1,19 Aa	0,83 Ab	0,69 Ab	0,66 Ab	0,84
Cloreto de mepiquat + ciclanilida	1,19 Aa	0,45 Bb	0,36 Bb	0,33 Bb	0,58
Média	1,19	0,64	0,53	0,49	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 10% de probabilidade

Tabela 34 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a taxa de crescimento absoluta (cm.dia^{-1}) em altura aos 16 DAE. Piracicaba, SP. 2009

Regulador de crescimento	Dose (g de cloreto de mepiquat por kg de sementes)				Média
	0,0	1,5	3,0	4,5	
Cloreto de mepiquat	1,69 Aa	1,39 Ab	1,29 Ab	1,18 Ab	1,39
Cloreto de mepiquat + ciclanilida	1,69 Aa	1,16 Ab	0,99 Bbc	0,79 Bc	1,18
Média	1,69	1,28	1,14	0,99	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 10% de probabilidade

Tabela 35 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a taxa de crescimento relativo (%) em altura aos 9 DAE. Piracicaba, SP. 2009

Regulador de crescimento	Dose (g de cloreto de mepiquat por kg de sementes)				Média
	0,0	1,5	3,0	4,5	
Cloreto de mepiquat	100,00 Aa	70,66 Ab	59,09 Abc	55,49 Ac	71,31
Cloreto de mepiquat + ciclanilida	100,00 Aa	38,38 Bb	30,62 Bb	27,72 Bb	49,18
Média	100,00	54,52	44,85	41,61	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 10% de probabilidade

Tabela 36 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a taxa de crescimento relativo (%) em altura aos 16 DAE. Piracicaba, SP. 2009

Regulador de crescimento	Dose (g de cloreto de mepiquat por kg de sementes)				Média
	0,0	1,5	3,0	4,5	
Cloreto de mepiquat	100,00 Aa	82,49 Ab	76,96 Ab	69,60 Ab	82,27
Cloreto de mepiquat + ciclanilida	100,00 Aa	69,14 Ab	59,44 Bbc	47,76 Bc	70,28
Média	100,00	75,82	69,70	58,68	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 10% de probabilidade

Tabela 37 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a taxa de crescimento relativo (%) em altura aos 23 DAE. Piracicaba, SP. 2009

Regulador de crescimento	Dose (g de cloreto de mepiquat por kg de sementes)				Média
	0,0	1,5	3,0	4,5	
Cloreto de mepiquat	100,00 Aa	102,56 Aa	76,46 Aa	80,42 Aa	90,21
Cloreto de mepiquat + ciclanilida	100,00 Aa	68,02 Aa	83,34 Aa	54,93 Ab	77,14
Média	100,00	85,29	79,90	67,68	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 10% de probabilidade

4.3 Experimento 3: crescimento e desenvolvimento (tratamento de sementes)

A seguir são apresentados dos resultados da primeira análise de dados, que teve por objetivo verificar o efeito do tratamento de sementes de algodão com cloreto de mepiquat no crescimento inicial de plântulas, sendo demonstrados o resumo das Análises de Variâncias (Tabela 38), e os resultados (Tabela 39, e Figura 10) das análises estatísticas.

Tabela 38 - Resumo da análise de variância (*p-valor* e coeficiente de variação - CV). Altura de plantas (AP, cm), taxa de crescimento absoluto (TCAa, cm.dia^{-1}) da altura de plantas, taxa de crescimento relativo (TCRa, %) da altura de plantas aos 21 DAE, massa seca de parte aérea (MSPA, g), taxa de crescimento absoluto (TCAm, g.planta^{-1}) da massa de matéria seca de parte aérea, taxa de crescimento relativo (TCRm, %) da massa seca de parte aérea e índice de área foliar (IAF) aos 22 DAE. Piracicaba, SP. 2010

Causa de variação	GL	AP	TCAa	TCRa	MSPA	TCAm	TCRm	IAF
Bloco	4	0,5788	0,5838	0,8871	0,8424	0,8697	0,8305	0,1671
TS	1	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,2741	0,4047	0,2914	0,0009
Resíduo	64	..	..	..	..	..	..	..
Total	69	..	..	..	..	..	..	..
CV	..	14,65	14,63	14,7	16,41	17,05	16,55	3,78

Tabela 39 - Altura de plantas (AP, cm), taxa de crescimento absoluto (TCAa, cm.dia^{-1}) da altura de plantas, taxa de crescimento relativo (TCRa, %) da altura de plantas aos 21 DAE. Massa seca de parte aérea (MSPA, g.planta^{-1}), taxa de crescimento absoluto (TCAm, g.planta^{-1}) da massa seca de parte aérea, taxa de crescimento relativo (TRAm, %) da massa de matéria seca de parte aérea e índice de área foliar (IAF) aos 22 DAE. Piracicaba, SP. 2010

Tratamento de sementes	AP	TCAa	TCRa	MSPA	TCAm	TCRm	IAF
Com	9,22	0,44	56,70	1,22	0,056	104,36	1,018
Sem	16,28	0,77	100,00	1,17	0,054	100,00	1,052
CV	14,65*	14,63*	14,70*	16,41^{ns}	17,05^{ns}	16,55^{ns}	3,78*

ns: não significativo. * Significativo pelo Teste F (α = 0,01)

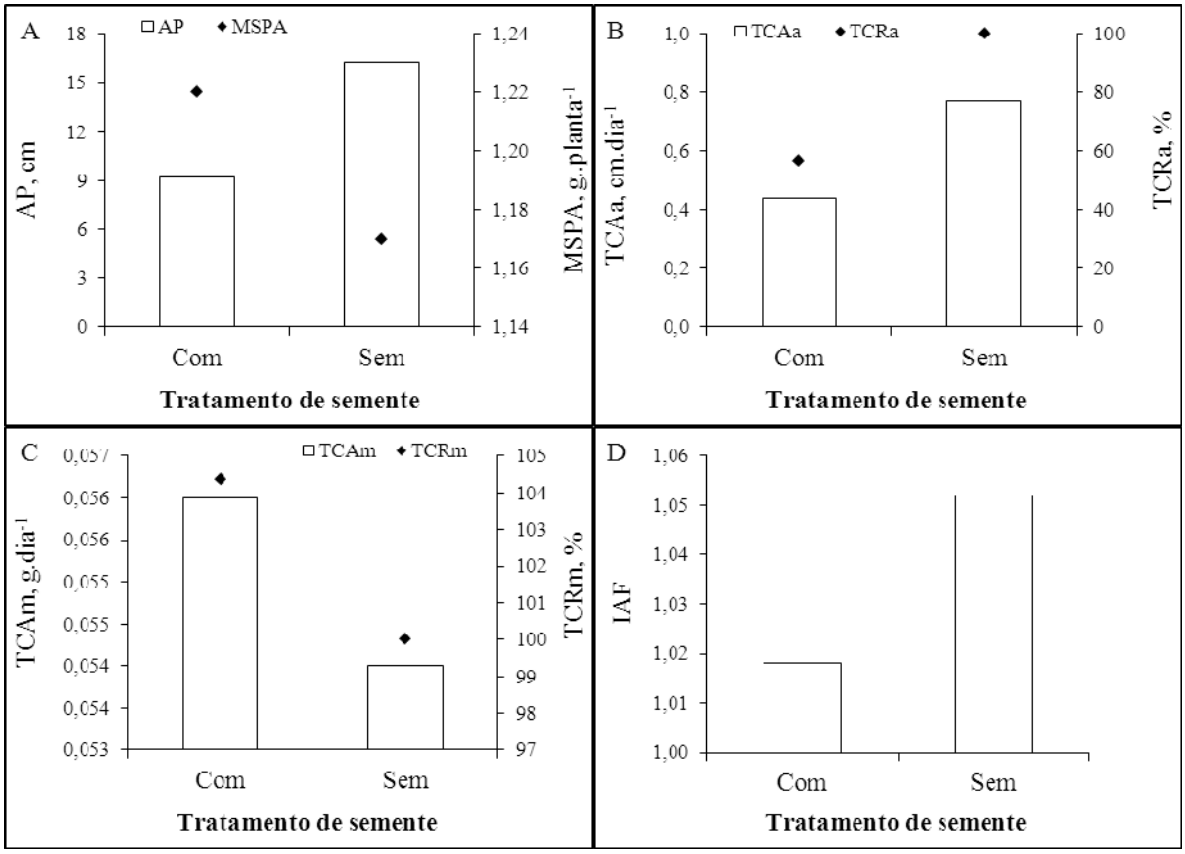

Figura 10 - Altura de plantas (AP, cm) aos 21 DAE, e massa seca de parte aérea (MSPA, g.planta^{-1}) aos 22 DAE (A); taxa de crescimento absoluto (TCAa, cm.dia^{-1}) da altura de plantas, e taxa de crescimento relativo (TCRa, %) da altura de plantas aos 21 DAE (B); taxa de crescimento absoluto (TCAm, g.planta^{-1}) da massa seca de parte aérea, taxa de crescimento relativo (TRAm, %) da massa seca de parte aérea aos 22 DAE (C) e índice de área foliar (IAF) aos 22 DAE (D). Com: 4,5g de cloreto de mepiquat por kg de semente. Piracicaba, SP. 2010

4.4 Experimento 3: crescimento e desenvolvimento (tratamento de sementes e dose foliar)

Estes resultados, do Experimento 3, são provenientes da segunda análise de dados, que teve por objetivo verificar o efeito do tratamento de sementes de algodão com cloreto de mepiquat no crescimento inicial de plântulas bem como sua interação com diferentes doses foliares aplicados no estádio vegetativo V_4, sendo demonstrados o resumo das Análises de Variâncias (Tabela 40), e os resultados (Tabelas 41-43, e Figuras 11-12) das análises estatísticas.

Tabela 40 - Resumo da análise de variância (*p-valor* e coeficiente de variação - CV), para as variáveis: altura de planta (AP, cm) aos 29, 36 e 43 DAE; taxa de crescimento acumulado em altura (TCAa, $cm.dia^{-1}$) aos 29, 36 e 43 DAE, e da massa de matéria seca de parte aérea (TCAm, $g.planta^{-1}.dia^{-1}$) aos 44 DAE; taxa de crescimento relativo em altura (TCRa, %) aos 29, 36 e 43 DAE, e massa de matéria seca de parte aérea (TCRm, %) aos 44 DAE; massa seca de parte aérea (MSPA) aos 44 DAE; e índice de área foliar (IAF) aos 30, 36 e 43 DAE. Piracicaba, SP. 2010

Causa de variação	GL	Dias após a emergência (DAE)							
		29	36	43	29	36	43	29	36
		AP	AP	AP	TCAa	TCAa	TCAa	TCRa	TCRa
Bloco	4	0,209	0,7634	0,9544	0,3117	0,3974	0,8685	0,5903	0,4858
TS	1	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,231	0,0009	0,0143	0,2377	0,0009
Dose (D)	3	0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0003	0,0006	0,2788	0,0004	0,0005
TS x D	3	0,157	0,0368	0,1503	0,3689	0,1899	0,5494	0,3924	0,1972
Resíduo	58	..	..	..	..	..	..	..	..
Total	69	..	..	..	..	..	..	..	..
CV	..	11,02	9,92	10,29	18,24	16,83	22,11	18,35	16,73

Causa de Variação	GL	Dias após a emergência (DAE)						
		43	44	44	44	30	36	43
		TCRa	MSPA	TCAm	TCRm	IAF	IAF	IAF
Bloco	4	0,0917	0,8356	0,7738	0,0001	0,9725	0,9664	0,3695
TS	1	0,0132	0,0007	0,0008	0,0014	<0,0001	<0,0001	0,0052
Dose (D)	3	0,3008	0,2671	0,3371	0,5526	0,0274	0,4082	0,1883
TS x D	3	0,4774	0,7406	0,7437	0,8415	0,5084	0,444	0,7553
Resíduo	58	..	..	..	..	..	..	..
Total	69	..	..	..	..	..	..	..
CV	..	22,18	25,17	27,41	26,95	5,58	9,95	14,05

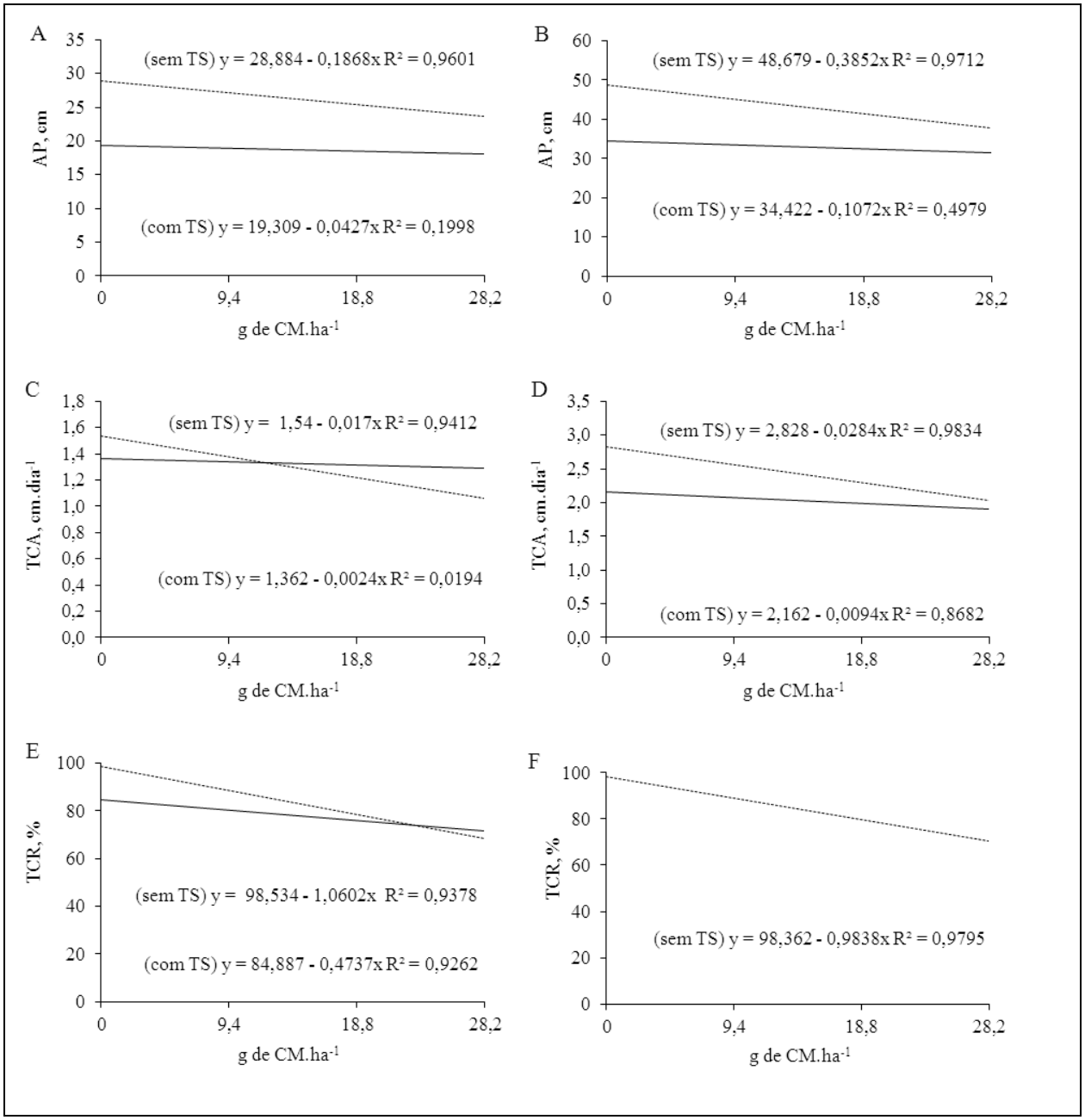

Figura 11 - Altura de plantas (AP, cm) aos 29 (A) e 36 (B) DAE, taxa de crescimento absoluto (TCA, cm.dia^{-1}) aos 29 (C) e 36 (D) DAE, taxa de crescimento relativo (TCR, %) aos 29 (E) e 36 (F) DAE, sem TS (---) e com TS (—). TS: tratamento de semente. CM: cloreto de mepiquat. Piracicaba, SP. 2010

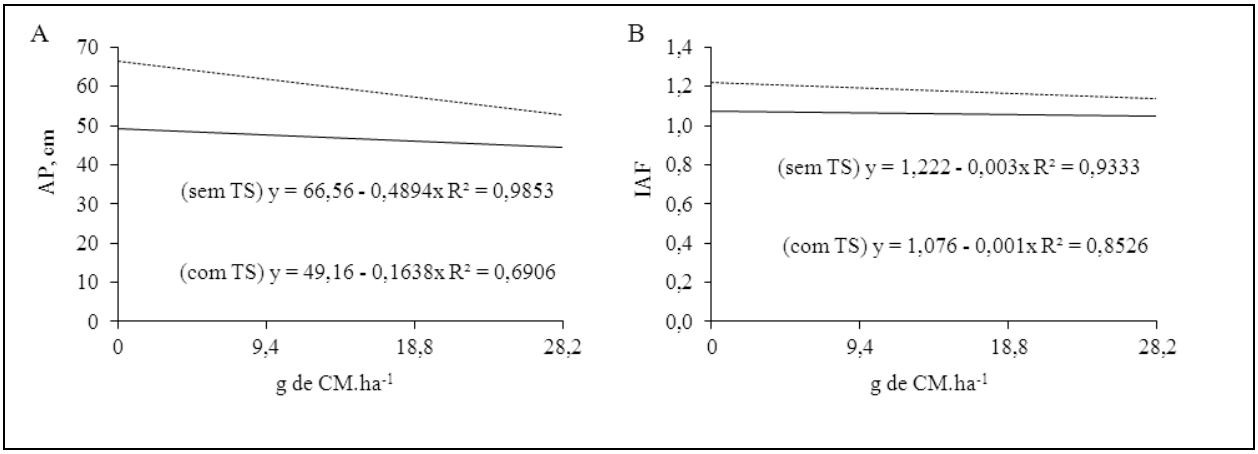

Figura 12 - Altura de plantas (AP, cm) aos 43 DAE (A), e IAF (IAF) aos 30 DAE (B) sem TS (---) e com TS (—) (TS: tratamento de semente). CM: cloreto de mepiquat. Piracicaba, SP. 2010

Tabela 41 - Altura de plantas (AP, cm) aos 29 e 43 DAE, taxa de crescimento absoluto em altura (TCAa, cm.dia^{-1}), aos 36 e 43 DAE, e em massa seca de parte aérea (TCAm, g.planta^{-1}.dia^{-1}) aos 44 DAE, taxa de crescimento relativo em altura (TCRa, %) aos 36 e 43 DAE, e em massa seca de parte aérea (TCRm, %) aos 44 DAE, massa de matéria seca de parte aérea (MSPA, g.planta^{-1}) aos 44 DAE e índice de área foliar (IAF) aos 30, 36 e 43 DAE. Piracicaba, SP. 2010

Tratamento de sementes	Dias após a emergência (DAE)					
	29	43	36	43	36	43
	AP	AP	TCAa	TCAa	TCRa	TCRa
Cloreto de mepiquat	18,71 b	46,85 b	2,03 b	1,99 b	70,76 b	82,75 b
Sem	26,21 a	59,66 a	2,43 a	2,34 a	84,49 a	97,61 a

Tratamento de sementes	Dias após a emergência (DAE)					
	44	44	44	30	36	43
	MSPA	TCAm	TCRm	IAF	IAF	IAF
Cloreto de mepiquat	9,99 b	0,40 b	75,64 b	1,06 b	1,35 b	1,83 b
Sem	13,01 a	0,53 a	98,28 a	1,18 a	1,55 a	2,34 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 10% de probabilidade

Tabela 42 - Altura de plantas (AP, cm) aos 29 e 43 DAE, taxa de crescimento absoluto em altura (TCAa, cm.dia^{-1}) aos 29, 36 e 43 DAE, taxa de crescimento relativo em altura (TCRa, %) aos 29 e 36 DAE e índice de área foliar (IAF) aos 30 DAE. Piracicaba, SP. 2010

Dose (g de cloreto de mepiquat por ha)	Dias após a emergência (DAE)							
	29	43	29	36	43	29	36	30
	AP	AP	TCAa	TCAa	TCAa	TCRa	TCRa	IAF
0	24,76a	58,37a	1,45a	2,53a	2,27a	93,16a	88,17a	1,16a
9,4	22,12b	54,38ab	1,27ab	2,28ab	2,33a	81,69ab	79,35ab	1,12ab
18,8	21,7b	51,01b	1,45b	2,11b	2,08a	78,52ab	73,38b	1,12ab
28,2	21,32b	49,26b	1,09b	2,00b	1,99a	70,20b	69,60b	1,10b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 10% de probabilidade

Tabela 43 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a altura de plantas aos 36 DAE. Piracicaba, SP. 2010

Tratamento de sementes	Dose foliar (g de cloreto de mepiquat por ha)				Média
	0	9,4	18,8	28,2	
Com	35,58 Ba	32,2 Ba	31,36 Ba	32,50 Aa	32,91
Sem	49,41 Aa	43,92 Aa	41,52 Aa	38,14 Ab	43,25
Média	42,50	38,06	36,44	35,32	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 10% de probabilidade

4.5 Experimento 3: Produtividade (tratamento de sementes e dose foliar)

Estes resultados, do Experimento 3, foram obtidos da terceira análise de dados, que teve por objetivo verificar o efeito do tratamento de sementes de algodão com cloreto de mepiquat e sua interação com diferentes doses foliares aplicados ao longo do ciclo da cultura sobre os componentes da produção e a produtividade de algodão em caroço, sendo demonstrados o resumo das Análises de Variâncias (Tabela 44), e os resultados (Tabelas 45-47, e Figura 13) das análises estatísticas.

Tabela 44 - Resumo da análise de variância (*p-valor* e coeficiente de variação - CV), para as variáveis: altura de planta (AP, cm) aos 79 e 92 DAE, massa de matéria seca de parte aérea (MSPA, g.planta^{-1}) aos 79 DAE, índice de área foliar (IAF) aos 79 DAE, produtividade de algodão em caroço (P, kg.ha^{-1}), massa de capulho (MC, g.capulho^{-1}), rendimento de fibra (FIB, %) e precocidade de colheita (PREC, %). Piracicaba, SP. 2010

Causa de variação	GL	DAE			P	MC	FIB	MSPA	PREC
		79	92	79					
		AP	AP	IAF					
Bloco	4	0,9424	0,8526	0,9474	0,2758	0,0597	0,0005	<0,0001	0,0558
Tratamento de semente (TS)	1	0,0546	0,3203	0,2784	0,0062	0,0364	0,9754	0,2639	<0,0001
Dose (D)	3	<0,0001	<0,0001	0,0679	0,0008	0,2975	0,0575	0,0528	0,5491
TS x D	3	0,2691	0,3155	0,6445	0,4732	0,6211	0,0251	0,1416	0,6700
Resíduo	58	..	..	..	..	..	..	..	..
Total	69	..	..	..	..	..	..	..	..
CV (%)	..	8,20	9,03	15,67	24,33	7,09	3,98	19,06	45,26

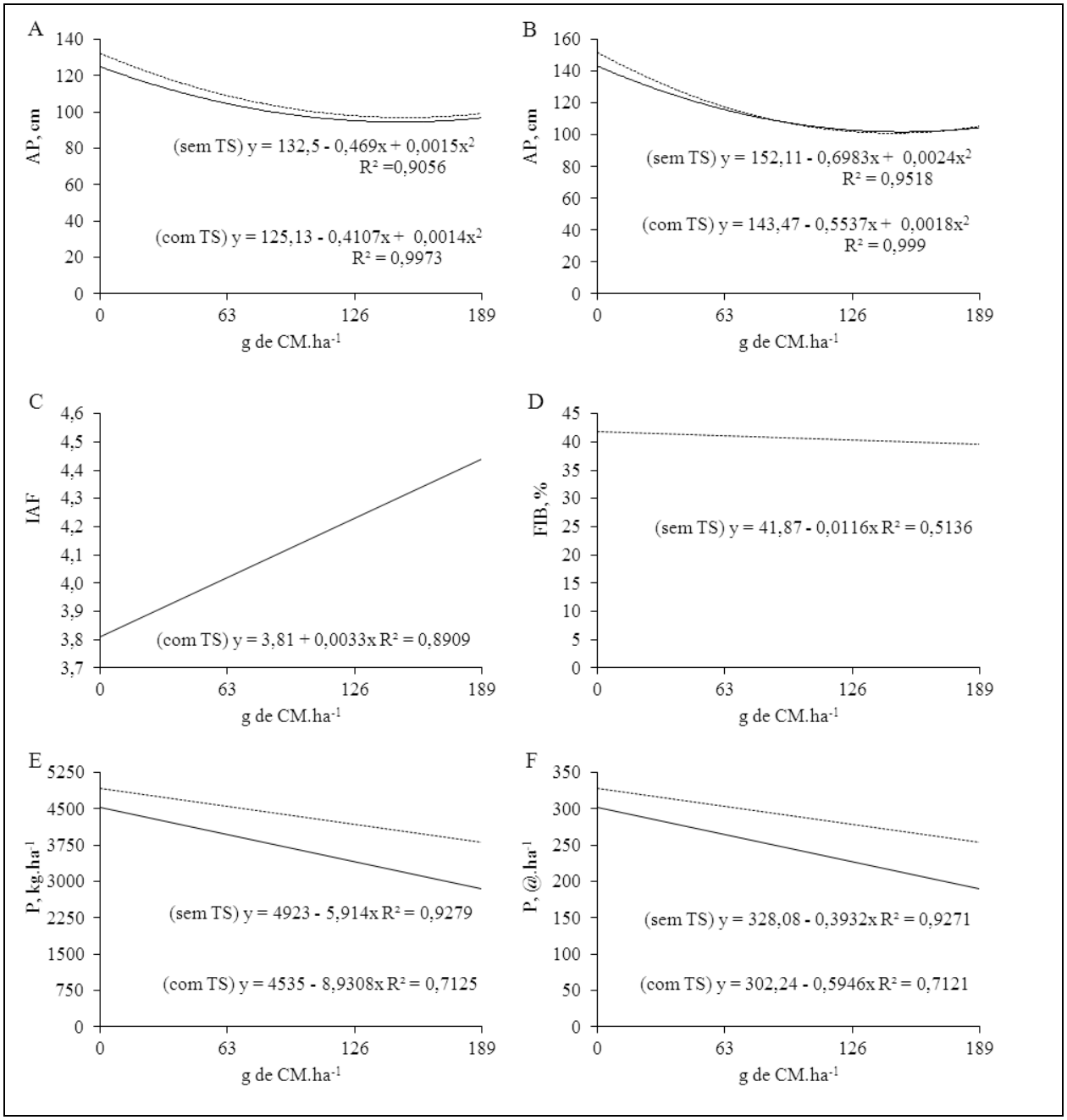

Figura 13 - Altura de plantas (AP, cm) aos 79 (A) e 92 (B) DAE, índice de área foliar (IAF) aos 79 DAE (C), rendimento de fibra (FIB, %) (D), produtividade (P, kg.ha^{-1}) (E) e produtividade (P, @.ha^{-1}) (F) sem TS (---) e com TS (—) (TS: tratamento de semente). CM: cloreto de mepiquat. Piracicaba, SP. 2010

Tabela 45 - Altura de plantas (AP, cm) aos 79 DAE, produtividade de algodão em caroço (P, $kg.ha^{-1}$), massa média de capulho (MC, $g.capulho^{-1}$) e precocidade de colheita (PREC, %) na colheita. Piracicaba, SP. 2010

Tratamento de sementes	AP	P	MC	PREC
Cloreto de mepiquat	105,5 B	3691,0 B	4,95 B	27,2 B
Sem	109,7 A	4364,2 A	5,14 A	49,9 A

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de probabilidade de 10%

Tabela 46 - Altura de plantas (AP, cm) aos 79 DAE e na colheita, índice de área foliar (IAF, $m^2.m^{-2}$) aos 79 DAE, massa de matéria seca de parte aérea (MSPA, $g.planta^{-1}$) aos 79 DAE e produtividade de algodão em caroço (P, $kg.ha^{-1}$). Piracicaba, SP. 2010

Dose[1]	Dias após a emergência (DAE)			Colheita	
	79	79	79	P	AP
	AP	MSPA	IAF		
0	130,0 a	38,1 a	4,2 a	4936,5 a	148,9 a
63	104,0 b	31,1 b	3,9 b	3853,1 b	113,4 b
126	100,1 b	34,1 ab	4,3 a	3987,9 b	105,8 bc
189	96,9 b	34,8 ab	4,5 a	3332,9 b	103,9 c

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de probabilidade de 10%
[1] Dose: 0, 63, 126 e 189 g de cloreto de mepiquat por ha (total pulverizado em 5 momentos ao longo do ciclo)

Tabela 47 - Desdobramento da interação dos fatores tratamento de sementes e dose foliar para o rendimento de fibra (%). Piracicaba, SP. 2010

Tratamento de sementes	Dose foliar (g de cloreto de mepiquat por ha)				Média
	0	63	126	189	
Cloreto de mepiquat	41,4 Aa	40,3 Aa	41,1 Aa	40,3 Aa	40,8
Sem	42,2 Aa	41,3 Aa	39,1 Ab	40,5 Aa	40,8
Média	41,8	40,8	40,1	40,4	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de probabilidade de 10%

4.6 Experimento 3: Produtividade (tratamento de sementes e estratégia de aplicação foliar)

Estes resultados, do Experimento 3, foram obtidos da quarta análise de dados, que teve por objetivo verificar o efeito do tratamento de sementes de algodão com cloreto de mepiquat e a estratégia de aplicação foliar (primeira aplicação no estádio fenológico V_4 ou B_1) sobre os componentes da produção e a produtividade de algodão em caroço, sendo demonstrados o resumo das Análises de Variâncias (Tabela 48).

Tabela 48 - Resumo da análise de variância (valor *p* e coeficiente de variação - CV), para as variáveis: altura de planta (AP, cm) aos 79 e 92 DAE; massa seca de parte aérea (MSPA, g.planta^{-1}) aos 79 DAE; índice de área foliar (IAF) aos 79 DAE; produtividade de algodão em caroço (P, kg.ha^{-1}); massa de capulho (MC, g.capulho^{-1}); rendimento de fibra (FIB, %); e precocidade de colheita (PREC, %). Piracicaba, SP. 2010

Causa de Variação	GL	Dias após a emergência			P	MC	FIB	MSPA	PREC
		79	92	79					
		AP	AP	IAF					
Bloco	4	0,9207	0,8475	0,9580	0,5478	0,0126	0,0017	0,0001	0,0602
Tratamento de sementes (TS)	1	0,3186	0,8936	0,7619	0,0020	0,0068	0,6248	0,0784	0,0003
Estratégia (E)	1	0,5166	0,2345	0,3100	0,2671	0,0833	0,3053	0,5559	0,2892
TS x E	1	0,4529	0,1755	0,6764	0,4293	0,4337	0,1802	0,3462	0,8429
Resíduo	52	..	..	..	..	..	..	..	..
Total	59	..	..	..	..	..	..	..	..
CV (%)	..	9,15	10,17	16,35	26,27	6,74	4,35	19,06	46,98

4.7 Experimento 4: Produtividade (fator tratamento de sementes)

Na sequência encontram-se o resultados do Experimento 4, que teve por objetivo verificar o efeito do tratamento de sementes de algodão com cloreto de mepiquat sobre os componentes da produção e a produtividade de algodão em caroço, sendo demonstrados o resumo das Análises de Variâncias (Tabela 49) e os resultados (Tabelas 50 e Figura 14) das análises estatísticas.

Tabela 49 - Resumo da análise de variância (valor *p* e coeficiente de variação - CV), para as variáveis: altura de planta (AP, cm), produtividade de algodão em caroço (P, $kg.ha^{-1}$), massa de capulho (MC, g), altura de inserção cotiledonar (AIC, cm), número de nós por planta (NNP); massa seca de caule (MSC, $g.planta^{-1}$); número de capulhos por metro (NC); número de plantas por metro (NP); e número de capulhos por planta (CP). Pedra Preta, MT. 2010

Causa de Variação	GL	AIC	NNP	AP	MSC	P	MC	NC	NP	CP
Bloco	3	0,6615	0,6864	0,3103	0,9976	0,5195	0,9669	0,5284	0,2200	0,1361
Tratamento de semente	1	0,0001	<0,0001	0,0969	<0,0001	0,0480	0,2085	0,0067	0,5598	0,0099
Resíduo	35	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Total	39	..	..	..	..	..	..	..	..	..
CV (%)	..	11,71	9,00	11,19	23,53	24,57	16,64	24,71	13,38	29,39

Tabela 50 - Altura de planta (AP, cm); produtividade de algodão em caroço (P, $kg.ha^{-1}$), massa de capulho (MC, $g.capulho^{-1}$), altura de inserção cotiledonar (AIC, cm), número de nós por planta (NNP), massa seca de caule (MSC, $g.planta^{-1}$), número de capulhos por metro (NC), número de plantas por metro (NP) e número de capulhos por planta (CP). Pedra Preta, MT. 2010

Tratamento de semente	AIC	NNP	AP	MSC	P	MC	NC	NP	CP
Cloreto de mepiquat	4,79	12,00	51,87	23,69	1671,20	3,83	19,87	11,95	1,69
Sem	5,63	15,15	55,10	16,50	1974,20	3,57	25,18	11,68	2,20
	***	***	*	***	**	ns	***	ns	***

***, **, *: significativo a 1, 5 e 10% de probabilidade pelo Teste F; ns: não significativo

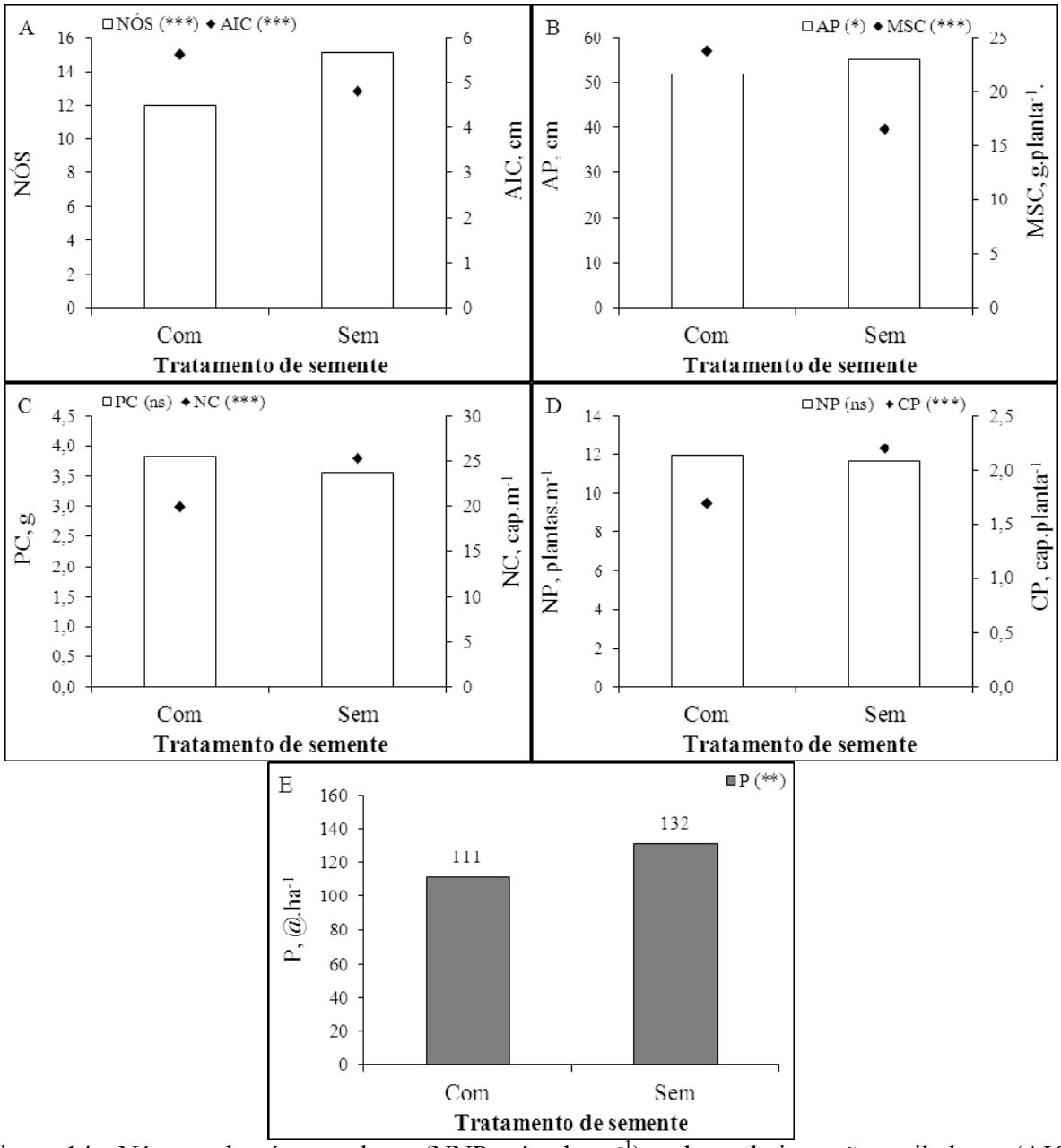

Figura 14 - Número de nós por planta (NNP, nós.planta^{-1}) e altura de inserção cotiledonar (AIC, cm) (A), altura de plantas (AP, cm) e massa seca de caule e ramos (MSC, g.planta^{-1}) (B), massa de capulho (MC, g) e número de capulhos (NC, capulhos.m^{-1}) (C), número de plantas (NP, plantas.m^{-1}) e número de capulhos por planta (CP, capulhos.planta^{-1}) (D) e produtividade de algodão em caroço (P, arrobas.ha^{-1}) (E). Com: 4,5g de cloreto de mepiquat por kg de semente. Pedra Preta, MT. 2010

4.8 Experimento 5: crescimento e desenvolvimento (regulador de crescimento e dose - Tratamento de Sementes)

Na sequência encontram-se o resultados do Experimento 5, que teve por objetivo verificar o efeito do tratamento de sementes de algodão com diferentes doses de cloreto de mepiquat associado ou não à ciclanilida sobre o crescimento e desenvolvimento de plantas de algodão, sendo demonstrados o resumo das Análises de Variâncias (Tabela 51) e os resultados (Tabelas 52-62, e Figuras 15-18) das análises estatísticas.

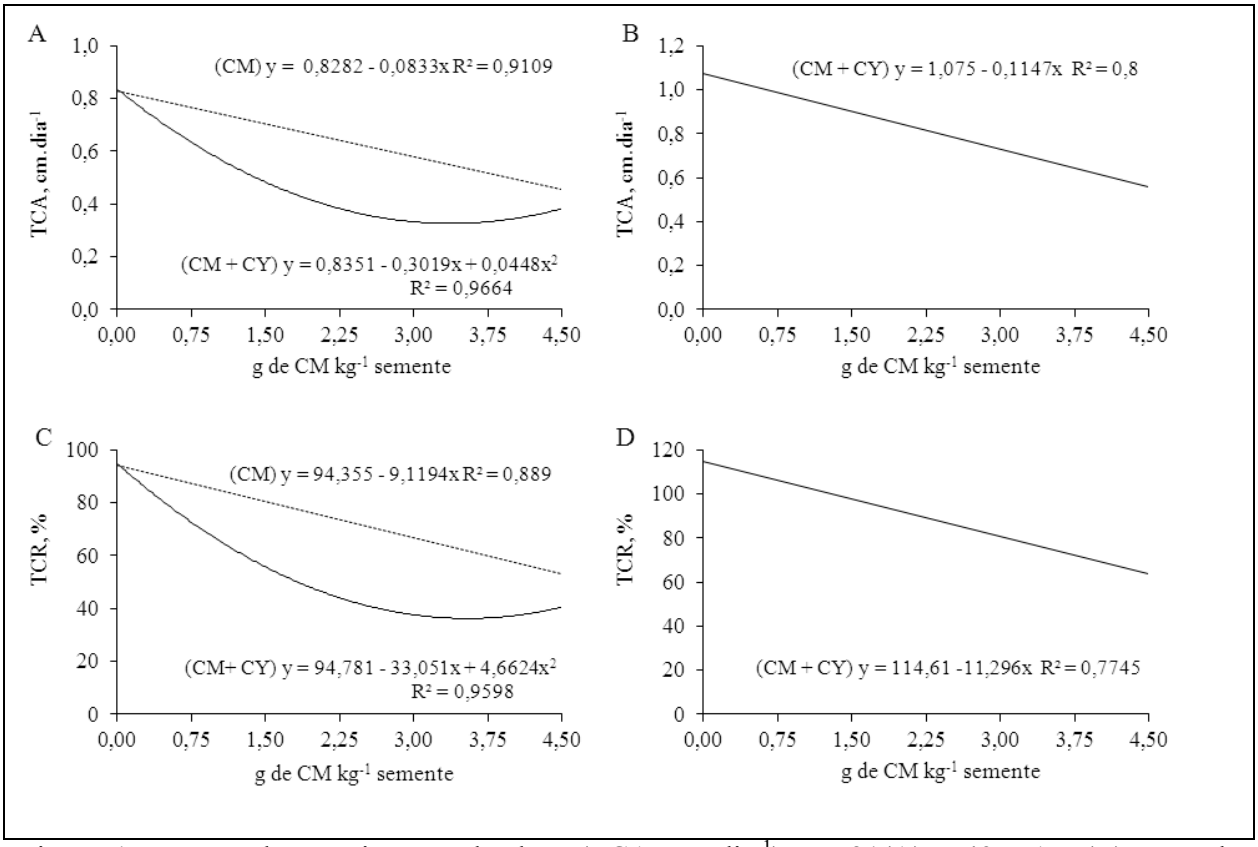

Figura 15 - Taxa de crescimento absoluto (TCA, cm.dia^{-1}) aos 21(A) e 49 DAE (B), taxa de crescimento relativo (TCR, %) aos 21(C) e 49 DAE (D). CM (---); CM + CY (—). CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2010

Tabela 51 - Resumo da análise de variância (*p-valor* e coeficiente de variação - CV), para as variáveis: altura de planta (AP) aos 21, 28, 34, 43, 49 e 55 DAE, taxa de crescimento acumulado em altura (TCA, cm.dia^{-1}) aos 21, 28, 34, 43, 49 e 55 DAE, taxa de crescimento relativo em altura (TCR, %) aos 21, 28, 34, 43, 49 e 55 DAE, massa de matéria seca de caule e ramos (MSCR, g.planta^{-1}) e folhas (MSF, g.planta^{-1}), número de folhas por planta (NF), diâmetro da copa (COP, cm), aos 41 DAE; área foliar (cm^2.planta^{-1}) aos 41 e 88 DAE, diâmetro do caule (DC, mm) e valor Spad (SPAD) aos 44 DAE diâmetro do caule (DC) aos 44 DAE, índice de velocidade de emergência (IVE) e percentual de plantas emergidas aos 5, 7 e 9 DAE; e percentual de plantas em florescimento (FLOR, %) aos 77 e 89 DAE. Piracicaba, SP. 2010

Causa de variação	GL	Dias após a emergência (DAE)								
		21	28	34	43	49	55	21	28	34
		AP	AP	AP	AP	AP	AP	TCAa	TCAa	TCAa
Bloco	4	0,0675	0,018	0,0002	0,0086	0,0147	0,4837	0,0674	0,0743	0,0886
Regulador (R)	1	<0,001	<0,001	<0,001	0,0004	0,0013	<0,001	<0,001	0,3066	0,2425
Dose (D)	2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,0124	0,0052
R x D	2	0,0053	0,0022	0,0003	0,0097	0,0432	0,0035	0,0053	0,5936	0,3817
Resíduo	20	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Total	29	..	..	..	..	..	..	..	..	..
CV(%)	..	8,95	6,59	5,49	6,36	5,64	5,15	8,95	20,79	38,78

Causa de variação	GL	Dias após a emergência (DAE)								
		43	49	55	21	28	34	43	49	55
		TCAa	TCAa	TCAa	TCRa	TCRa	TCRa	TCRa	TCRa	TCRa
Bloco	4	0,0049	0,9128	0,0522	0,3127	0,806	0,0575	0,0141	0,0528	0,3575
Regulador (R)	1	0,8248	0,6453	0,0565	<0,001	0,3378	0,2218	0,8615	0,7817	0,0504
Dose (D)	2	0,0035	0,0087	0,2349	<0,001	0,0143	0,0025	0,0035	0,01	0,8013
R x D	2	0,5129	0,5629	0,3293	<0,001	0,5714	0,3995	0,5491	0,4068	0,3357
Resíduo	20	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Total	29	..	..	..	..	..	..	..	..	..
CV(%)	..	21,68	40,47	30,41	4,83	21,79	34,64	20,86	35,52	50,09

Causa de variação	GL	Dias após a emergência (DAE)							
		41	41	41	41	88	41	44	44
		MSCR	MSF	NF	AF	AF	ANG	DC	SPAD
Bloco	4	0,0035	<0,001	<0,001	<0,001	0,0479	0,0305	0,1238	0,4117
Regulador (R)	1	0,0047	0,0086	0,2892	0,0034	0,4403	0,1365	0,0002	0,0157
Dose (D)	2	<0,001	<0,001	0,7859	<0,001	<0,001	0,6074	<0,001	<0,001
R x D	2	0,0971	0,1334	0,7316	0,0835	0,739	0,4233	0,0113	0,1575
Resíduo	20	..	..	..	..	..	..	..	..
Total	29	..	..	..	..	..	..	..	..
CV(%)	..	11,8	11,24	7,92	8,04	13,72	15,11	8,36	6,56

Causa de variação	GL	Dias após a emergência (DAE)					
		5	7	9	77	89	
		PE	PE	PE	FLOR	FLOR	IVE
Bloco	4	0,0003	0,0088	0,385	0,2973	0,0104	0,0054
Regulador (R)	1	0,0265	0,6432	0,8397	0,3698	0,384	0,2161
Dose (D)	2	0,1975	0,6686	0,8663	<0,001	<0,001	0,4051
R x D	2	0,2371	0,9432	0,9861	0,8343	0,5959	0,6536
Resíduo	20	..	..	..	..	..	..
Total	29	..	..	..	..	..	..
CV(%)	..	36,22	19,79	17,51	32,83	29,3	20,38

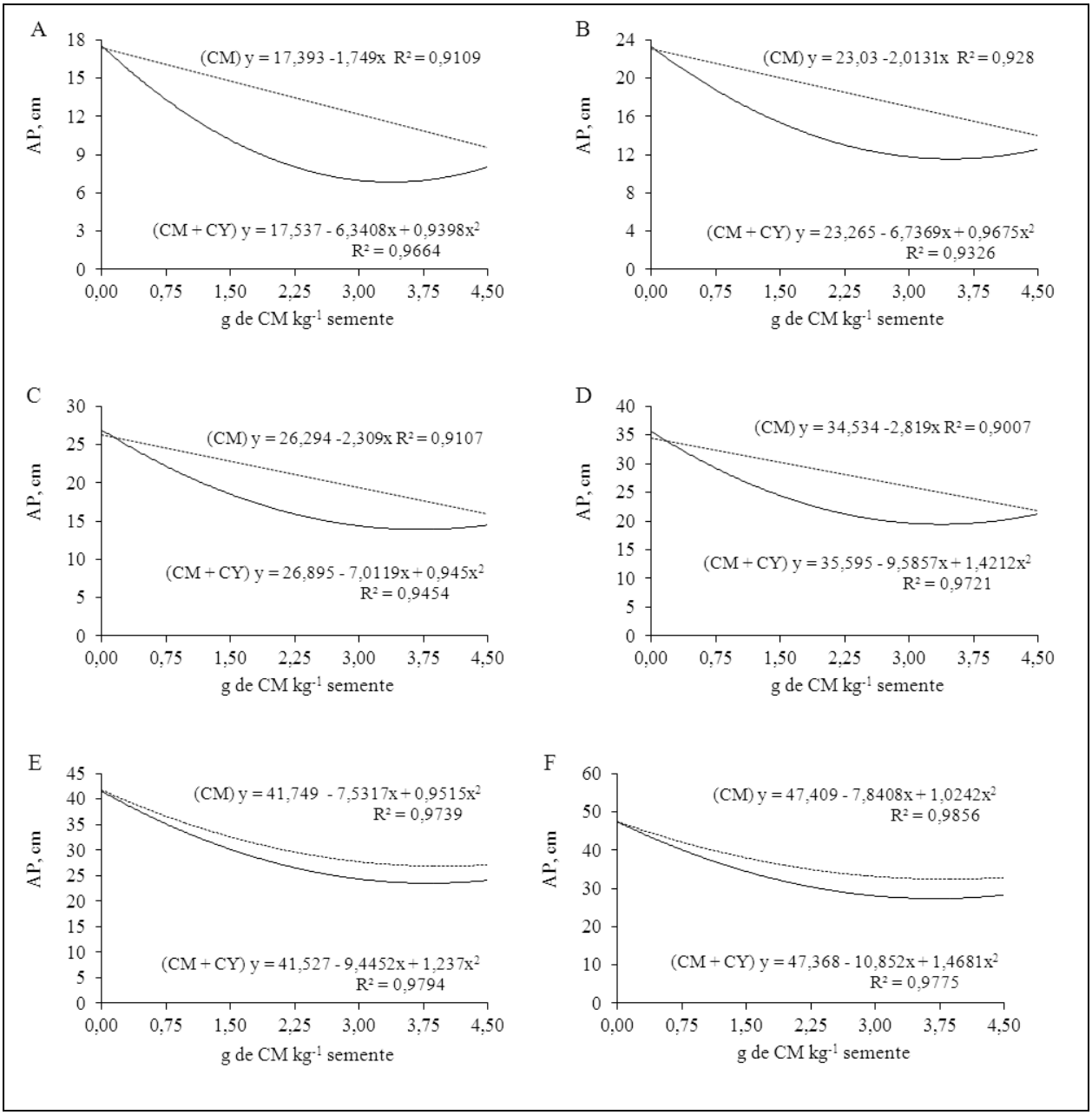

Figura 16 - Altura de plantas (AP, cm) aos 21 (A), 28 (B), 34 (C), 43 (D), 49 (E) e 55 (F) DAE. CM (---); CM + CY (—). CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2010

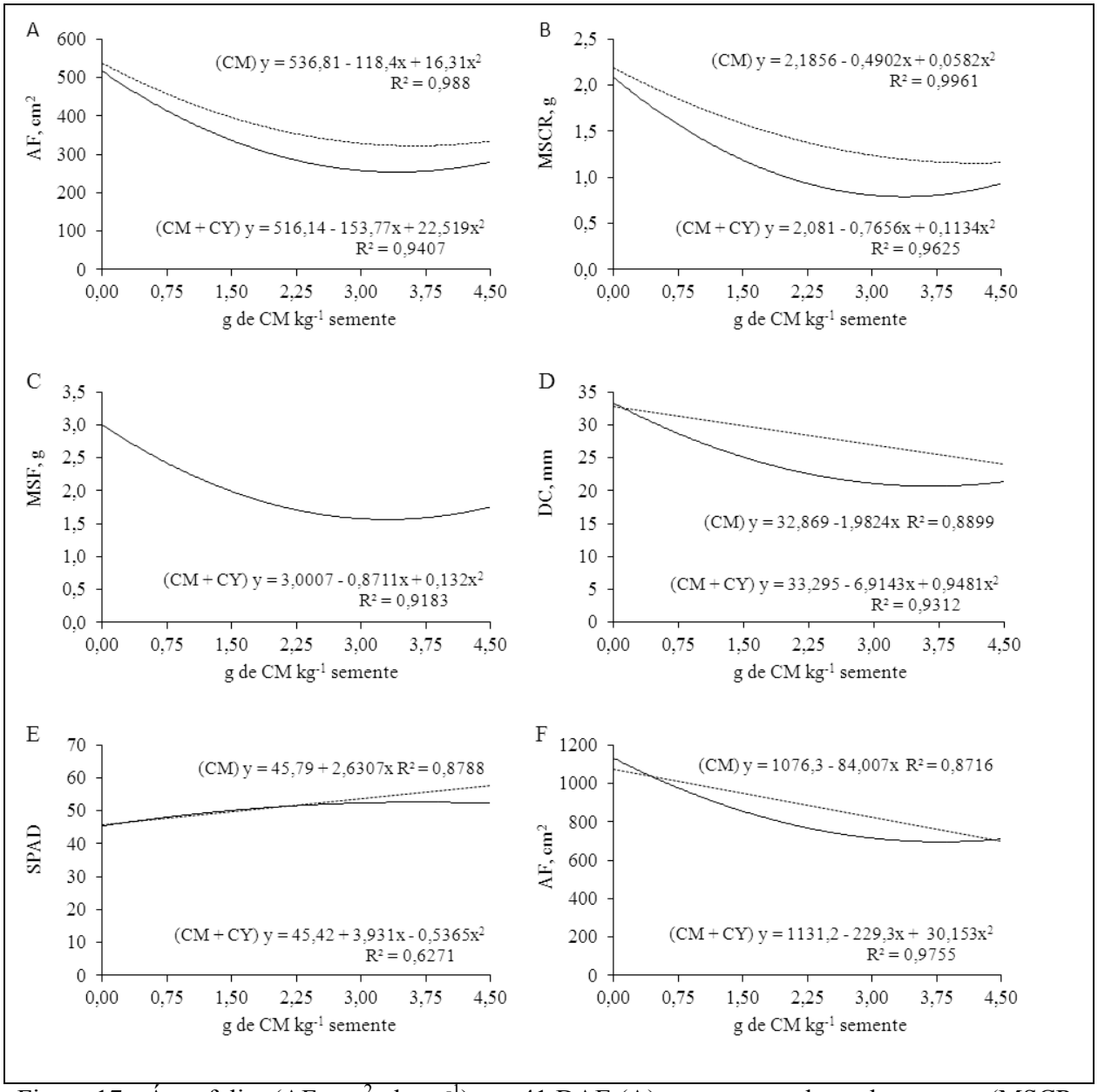

Figura 17 - Área foliar (AF, $cm^2.planta^{-1}$) aos 41 DAE (A), massa seca de caule e ramos (MSCR, $g.planta^{-1}$) aos 41 DAE (B), massa seca de folhas (MSF, $g.planta^{-1}$) aos 41 DAE (C), diâmetro do caule (DC, mm) aos 44 DAE (D), valor spad (SPAD) aos 44 DAE (E) e área foliar (AF, $cm^2.planta^{-1}$) aos 88 DAE (D): CM (---); CM + CY (—). CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2010

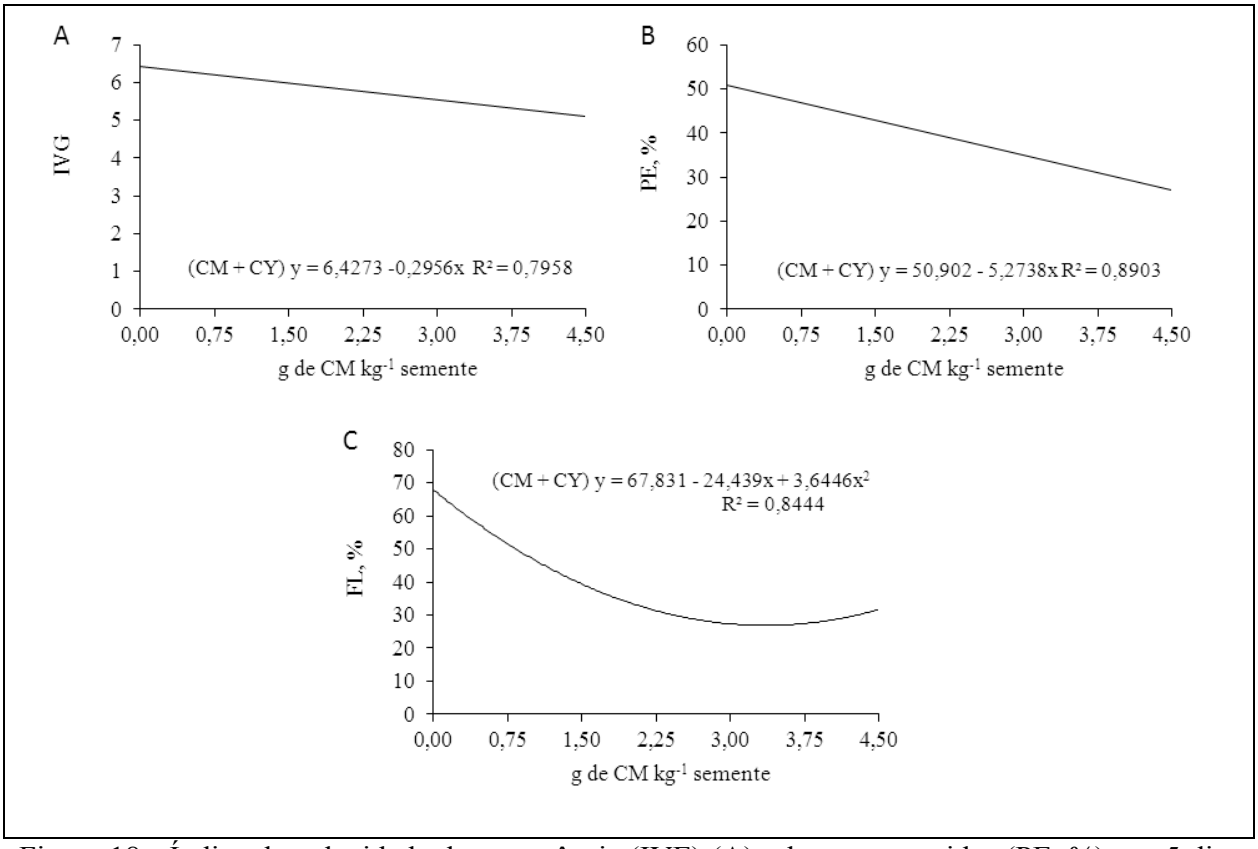

Figura 18 - Índice de velocidade de emergência (IVE) (A), plantas emergidas (PE, %) aos 5 dias após a semeadura (B), plantas em florescimento (FL, %) aos 89 DAE (C). CM (---): CM + CY (—). CM: cloreto de mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2010

Tabela 52 - Taxa de crescimento absoluto da altura de plantas (TCAa, cm.dia^{-1}) aos 55 DAE, taxa de crescimento relativo da altura de plantas (TCRa, g.planta^{-1}.dia^{-1}) aos 55 DAE, área foliar (AF, cm^2.planta^{-1}), massa seca de caule e ramos (MSCR, g.planta^{-1}) e massa seca de folhas (MSF, g.planta^{-1}) aos 41 DAE; Valor Spad (SPAD) aos 44 DAE e percentual de plantas emergidas (PE, %) aos 5 DAE. Piracicaba, SP. 2010

Regulador de crescimento	Dias após a emergência (DAE)						
	55	55	41	41	41	44	5
	TCAa	TCRa	AF	MSCR	MSF	SPAD	PE
Cloreto de mepiquat	0,90 a	112,53 a	410,17 a	1,56 a	2,48 a	48,55 b	52,42 a
Cloreto de mepiquat + ciclanilida	0,72 b	77,89 b	372,01 b	1,36 b	2,20 b	51,27 a	38,08 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo de Tukey ao nível de significância de 10%

Tabela 53 - Taxa de crescimento absoluto da altura de plantas (TCAa, cm.dia^{-1}) aos 28, 34, 43 e 49 DAE, taxa de crescimento relativo da altura de plantas (TCRa, g.planta^{-1}.dia^{-1}) aos 28, 34, 43 e 49 DAE, área foliar (AF, cm^2.planta^{-1}), massa seca de caule e ramos (MSCR, g.planta^{-1}) e massa seca de folhas (MSF, g.planta^{-1}) aos 41 DAE; Valor Spad (SPAD) aos 44 DAE e percentual de plantas em florescimento (FLOR, %) aos 77 e 88 DAE. Piracicaba, SP. 2010

Dose[1]	Dias após a emergência (DAE)							
	28	34	43	49	28	34	43	49
	TCAa	TCAa	TCAa	TCAa	TCRa	TCRa	TCRa	TCRa
0	0,82 a	0,64 a	0,96 a	0,98 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
2,25	0,71 ab	0,45 b	0,68 b	0,79 ab	87,00a b	68,34 b	71,19 b	87,84 a
4,50	0,60 b	0,33 b	0,75 b	0,50 b	72,57 b	53,85 b	79,23 b	57,58 b

Dose	Dias após a emergência (DAE)						
	41	41	41	44	88	77	88
	AF	MSCR	MSF	SPAD	AF	FLOR	FLOR
0	543,07 a	2,19 a	3,17 a	43,67 c	1141,48 a	27,55 a	78,89 a
2,25	333,15 b	1,18 b	1,98 b	51,02 b	788,33 b	0,67 b	32,65 b
4,50	297,06 c	1,00 c	1,89 b	55,04 a	690,83 b	0,59 b	24,86 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo de Tukey ao nível de significância de 10%
[1] Dose: g de cloreto de mepiquat por kg de semente

Tabela 54 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a taxa de crescimento absoluto (cm.dia^{-1}) em altura aos 21 DAE. Piracicaba, SP. 2010

Regulador de crescimento	Dose (g de cloreto de mepiquat por kg de sementes)			Média
	0,00	2,25	4,50	
Cloreto de mepiquat	0,88 Aa	0,57 Ab	0,48 Ab	0,64
Cloreto de mepiquat + ciclanilida	0,88 Aa	0,39 Bb	0,36 Bb	0,54
Média	0,88	0,48	0,42	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo de Tukey ao nível de significância de 10%

Tabela 55 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a taxa de crescimento relativo (%) em altura aos 21 DAE. Piracicaba, SP. 2010

Regulador de crescimento	Dose (g de cloreto de mepiquat por kg de sementes)			Média
	0,00	2,25	4,50	
Cloreto de mepiquat	100,00 Aa	64,76 Ab	54,85 Ac	73,20
Cloreto de mepiquat + ciclanilida	100,00 Aa	45,04 Bb	37,16 Bc	62,42
Média	100,00	54,90	46,99	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo de Tukey ao nível de significância de 10%

Tabela 56 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a altura (cm) de plantas aos 21 DAE. Piracicaba, SP. 2010

Regulador de crescimento	Dose (g de cloreto de mepiquat por kg de sementes)			Média
	0,00	2,25	4,50	
Cloreto de mepiquat	18,41 Aa	11,90 Ab	10,08 Ab	13,46
Cloreto de mepiquat + ciclanilida	18,41 Aa	8,29 Bb	7,60 Bb	11,43
Média	18,41	10,09	8,84	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo de Tukey ao nível de significância de 10%

Tabela 57 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a altura (cm) de plantas aos 28 DAE. Piracicaba, SP. 2010

Regulador	Dose (g de cloreto de mepiquat por kg de sementes)			Média
	0,00	2,25	4,50	
Cloreto de mepiquat	24,13Aa	17,00Ab	14,73Ab	18,62
Cloreto de mepiquat + ciclanilida	24,13Aa	13,13Bb	11,33Bb	16,19
Média	24,13	15,06	13,03	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo de Tukey ao nível de significância de 10%

Tabela 58 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a altura (cm) de plantas aos 34 DAE. Piracicaba, SP. 2010

Regulador de crescimento	Dose (g de cloreto de mepiquat por kg de sementes)			Média
	0,00	2,25	4,50	
Cloreto de mepiquat	27,95 Aa	19,80 Ab	16,80 Ab	21,52
Cloreto de mepiquat + ciclanilida	27,95 Aa	15,10 Bb	13,25 Bc	18,77
Média	27,95	17,45	15,03	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo de Tukey ao nível de significância de 10%

Tabela 59 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a altura (cm) de plantas aos 43 DAE. Piracicaba, SP. 2010

Regulador de crescimento	Dose (g de cloreto de mepiquat por kg de sementes)			Média
	0,00	2,25	4,50	
Cloreto de mepiquat	36,55 Aa	26,15 Ab	23,25 Ab	28,65
Cloreto de mepiquat + ciclanilida	36,55 Aa	20,44 Bb	20,35 Ab	26,16
Média	36,55	23,61	21,80	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo de Tukey ao nível de significância de 10%

Tabela 60 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a altura (cm) de plantas aos 49 DAE. Piracicaba, SP. 2010

Regulador de crescimento	Dose (g de cloreto de mepiquat por kg de sementes)			Média
	0,00	2,25	4,50	
Cloreto de mepiquat	42,40 Aa	30,25 Ab	26,46 Ab	33,04
Cloreto de mepiquat + ciclanilida	42,40 Aa	26,00 Bb	23,15 Ac	30,84
Média	42,40	28,36	24,81	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo de Tukey ao nível de significância de 10%

Tabela 61 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para a altura (cm) de plantas aos 55 DAE. Piracicaba, SP. 2010

Regulador de crescimento	Dose (g de cloreto de mepiquat por kg de sementes)			Média
	0,00	2,25	4,50	
Cloreto de mepiquat	47,87 a	35,20 Ab	32,27 Ab	38,44
Cloreto de mepiquat + ciclanilida	47,87 a	29,20 Bb	26,97 Bb	34,68
Média	47,87	32,20	29,62	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo de Tukey ao nível de significância de 10%

Tabela 62 - Desdobramento da interação dos fatores regulador de crescimento e dose para o diâmetro (mm) do caule aos 44 DAE. Piracicaba, SP. 2010

Regulador de crescimento	Dose (g de cloreto de mepiquat por kg de sementes)			Média
	0,00	2,25	4,50	
Cloreto de mepiquat	34,20 Aa	27,80 Ab	25,40 Ab	29,13
Cloreto de mepiquat + ciclanilida	34,20 Aa	21,10 Bb	20,80 Bb	25,37
Média	34,20	24,45	23,10	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo de Tukey ao nível de significância de 10%

5 DISCUSSÃO

5.1 Emergência em campo, índice de velocidade de emergência e estande final

Analisando dados provenientes dos experimentos 2, 4 e 5 referentes a emergência em campo, índice de velocidade de emergência (em campo), e estande final de plantas no momento da colheita (em campo) se pode inferir que existe uma tendência de redução do percentual de emergência de plantas em função do uso de regulador via tratamento de sementes.

Sendo que apenas o cloreto de mepiquat associado à ciclanilida promoveu evidente (diferença estatística e ajuste de equação linear simples negativa) redução da emergência de plantas, reduzindo 16 e 5% o percentual de emergência para cada grama de cloreto de mepiquat (associado à ciclanilida) por kg de semente, no experimento 2 e 5. Com relação á diferença entre reguladores, ou seja, cloreto de mepiquat associado ou não a ciclanilida, os resultados obtidos são contraditórios, no experimento 2 a associação com ciclanilida promoveu diferença entre os produtos, mas no experimento 5 isso não foi observado.

Em condição de campo (experimento 4), o uso de 4,5 g de cloreto de mepiquat por kg de semente não afetou o estande final de plantas no momento da colheita.

Zhang, Cothren e Lorenz (1990) não verificaram efeito na germinação de sementes e emergência de plântulas ao testar até 2 g de cloreto de mepiquat por kg de sementes. Pazzetti et al. (2009) também não verificaram efeito de cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat na germinação de sementes e emergência de plântulas.

Segundo Taiz e Zeiger (2009) o emprego de giberelinas está relacionado com a síntese de enzimas hidrolíticas que degradam reservas, como o amido e as proteínas, as quais são usadas no desenvolvimento do embrião e também no alongamento da radícula. Desta forma, mesmo sem efeito sobre a redução da germinação de sementes e emergência de plântulas, o emprego de reguladores de crescimento que inibem a síntese de giberelinas pode interferir no vigor de sementes, podendo reduzir o vigor de plântulas provenientes de sementes de inferior qualidade fisiológica.

5.2 Altura de inserção cotiledonar e diâmetro do caule

Com relação à altura de inserção cotiledonar observou-se (experimento 1) diferença entre as variedades cultivadas, em que a variedade cultivada FM-910 apresentou um crescimento maior, diferindo das demais variedades cultivadas FMT-523, NuOpal, FMT-701 e FM-993. E com relação à dose e reguladores de crescimento, via tratamento de sementes, verificou-se que o uso de regulador, independentemente do produto testado, promoveu redução (experimentos 1 e 4) da altura de inserção cotiledonar. A associação de cloreto de mepiquat a ciclanilida promoveu maior efeito na redução de altura de inserção cotiledonar quando comparado a mesma dose de cloreto de mepiquat isolado, ou até mesmo uma dose inferior, como 1,6 g de cloreto de mepiquat (com ciclanilida) por kg de sementes foi mais efetivo do que 4,5 g de cloreto de mepiquat.

Nagashima et al. (2005; 2007) e Chiavegato et al. (2009) também verificaram redução da altura de inserção cotiledonar em função do uso de cloreto de mepiquat via tratamento de sementes.

Para ambos reguladores foi observada tendência (ajuste de equações) negativa para relação dose e diâmetro do caule, ou seja, quanto maior a dose de regulador, via tratamento de sementes, menor o diâmetro do caule (experimento 5), e o uso de ciclanilida juntamente com cloreto de mepiquat foi mais efetivo na redução do diâmetro do caule quando comparado ao cloreto de mepiquat, na respectiva dose, isolado. Lima (2010) também verificou redução do diâmetro do caule em resposta ao tratamento de sementes de algodão com cloreto de chlormequat.

5.3 Fitotoxicidade

Analisando o resumo da análise de variância de fitotoxicidade (experimento 01) verifica-se que não houve interação entre os fatores cultivares e reguladores vegetais, e não apresentou diferença entre cultivares. Havendo diferença apenas entre reguladores vegetais. Aos 41 DAE (Tabela 8), observa-se que os tratamentos com cloreto de mepiquat associado à ciclanilida proporcionaram maior fitotoxicidade às plantas, seguido pelo tratamento a base de cloreto de mepiquat que causou mais injúrias as plantas que a testemunha. E aos 75 DAE avaliando o grau de fitotoxicidade nas plantas e o efeito residual nas novas folhas, observa-se que os tratamentos com cloreto de mepiquat associado à ciclanilida proporcionaram maior fitotoxicidade às plantas, sendo o tratamento com maior dose de cloreto de mepiquat associado à ciclanilida mais

prejudicial às plantas, seguido pelo tratamento à base de cloreto de mepiquat que causou mais injúrias as plantas que a testemunha.

5.4 Comprimento radicular e raízes secundárias

No Experimento 1 observou-se que para o crescimento radicular só ocorreu diferença entre reguladores vegetais; que houve interação entre cultivares e reguladores vegetais para altura do início de raízes secundárias.

Observando o resultado da determinação de crescimento radicular, verifica-se que o tratamento cloreto de mepiquat associado à ciclanilida com maior dose proporcionou maior crescimento, maior que os tratamentos com menor dose de cloreto de mepiquat associado à ciclanilida e o tratamento com cloreto de mepiquat, sendo a testemunha o tratamento que proporcionou menor crescimento radicular.

Na determinação de raízes secundárias, verifica-se diferença entre cultivares apenas com o tratamento com maior dose de cloreto de mepiquat associado à ciclanilida, com a variedade cultivada NuOpal com maior valor para altura do início de raízes secundárias, seguido pelas variedades cultivadas FM-910 e FM-993, que diferiram das variedades cultivadas FMT-701 e FMT-523.

Nas análise de dados dos reguladores vegetais verifica-se que as variedades cultivadas FMT-523 e FMT-701 obtiveram a mesma resposta para os diferentes reguladores vegetais, sendo que os tratamentos com cloreto de mepiquat associado à ciclanilida promoveram maior distância do nível do solo ao início das raízes secundárias (Figura 21) que os tratamentos com cloreto de mepiquat e testemunha. As variedades cultivadas NuOpal, FM-910 e FMT-701 obtiveram a mesma resposta para os diferentes reguladores vegetais, sendo que o tratamento com maior quantidade de cloreto de mepiquat associado à ciclanilida foi o que proporcionou maior valor de altura do início de raízes secundárias, seguido pelo outro tratamento com cloreto de mepiquat associado à ciclanilida (menor dose), e este seguido pelo tratamento com cloreto de mepiquat e o tratamento testemunha (que não diferiram). A variedade cultivada FM-993 apresentou uma resposta singular para os diferentes reguladores vegetais, a maior dose de cloreto de mepiquat associado à ciclanilida promoveu maior valor de altura do início de raízes secundárias, seguido pelo outro tratamento com cloreto de mepiquat (menor dose), seguido pelo tratamento a base apenas de cloreto de mepiquat, seguido do tratamento testemunha. De maneira geral doses

maiores de cloreto de mepiquat associado à ciclanilida proporcionaram maior distância de altura do início de raízes secundárias, seguido pelo tratamento com cloreto de mepiquat.

Zhang, Cothren e Lorenz (1990) testando doses de até 2 g de cloreto de mepiquat por kg de sementes obsevaram redução de massa de matéria seca de raiz. Xu e Taylor (1992) verificaram maior crescimento da raiz com a dose de 0,5 $g.kg^{-1}$ de cloreto de mepiquat, mas Khan e Hayat (2005) não observaram efeito do tratamento de sementes sobre crescimento radicular. Ao passo que Chiavegato et al. (2009) verificaram menor produção de raízes secundárias na camada próximo a superfície do solo.

5.5 Área foliar, índice de área foliar, diâmetro da copa, número de folhas e valor Spad

Foi observado (experimento 1) diferença de área foliar entre cultivares, sendo que a variedade cultivada FMT-523 apresentou área foliar inferior as demais variedades cultivadas testadas (NuOpal, FMT-701, FMT-993 e FM-910). E também foi verificado que regulador de crescimento via tratamento de sementes, independentemente da dose (1,6 ou 4,5 $g.kg^{-1}$ de semente) de cloreto de mepiquat e da associação à ciclanilida, reduziu a área foliar em relação ao tratamento testemunha (sem regulador de crescimento).

Analisando área foliar (experimento 5) aos 41 DAE em resposta a diferentes doses de cloreto de mepiquat associado ou não à ciclanilida, observa-se uma tendência (ajuste de equação quadrática para doses) negativa do aumento de dose em relação a área foliar; além de que houve diferença (teste de médias) entre doses, com maior redução da área foliar em função do aumento de dose, proporcionando redução de 39 e 45% da área foliar para as doses de 2,25 e 4,5 g de cloreto de mepiquat por kg de semente; sendo que o uso de ciclanilida potencializou o efeito do cloreto de mepiquat na redução da área foliar. Já aos 88 DAE não houve diferença (teste t) do efeito entre cloreto de mepiquat sozinho ou associado à ciclanilida sobre a área foliar; mas o efeito de dose de cloreto de mepiquat via tratamento de sementes permaneceu evidente, embora com menos intensidade, pois, apesar da tendência (ajuste de equação), não houve diferença entre as doses 2,25 e 4,5 g de cloreto de mepiquat por kg de semente, visualizando-se redução média de 35% da área foliar em relação a testemunha.

Com relação ao índice de área foliar (experimento 3), verificou-se o feito de diferentes formas de uso de regulador ao longo do ciclo. Analisando o cloreto de mepiquat (4,5 $g.kg^{-1}$ de semente) em tratamento de semente, verificou-se efeito significativo na redução do índice de área

foliar em avaliações aos 22, 30 36 e 43 DAE, porém já aos 79 DAE não se verificou diferença entre tratamentos com e sem cloreto de mepiquat em tratamento de semente.

Aos 30 DAE (experimento 3) ficou evidente o efeito de diferentes doses de cloreto de mepiquat, via pulverização foliar aos 21 DAE, sobre a redução do índice de área foliar, verificando-se leve tendência (ajuste de equação) do efeito do aumento de dose sobre redução do índice de área foliar; mas analisando as doses (0,0; 9,4; 18,8 e 28,2 g de cloreto de mepiquat por ha), evidenciou-se apenas efeito da maior dose testada (28,2 g de cloreto de mepiquat por ha), promovendo redução de apenas 5,2% do índice de área foliar em relação á testemunha. Mas aos 36 e 43 DAE não houve efeito (teste t) de diferentes doses de cloreto de mepiquat, via pulverização foliar sobre a redução do índice de área foliar.

Analisando dados de índice de área foliar aos 79 DAE, infere-se que não houve efeito do momento da primeira pulverização (fase V_4 ou fase B_1); mas houve efeito da soma de doses (0, 63, 126 e 189 g de cloreto de mepiquat por ha) das pulverizações foliares de cloreto de mepiquat ao longo do ciclo, porém o resultado do teste de médias não é contundente, pois não se verificou tendência (ajuste de equação) para redução do índice de área foliar pelo aumento de dose de cloreto de mepiquat.

Aos 41 DAE (experimento 5) não foi verificado efeito (teste t) da dose de cloreto de mepiquat aplicado via tratamento de sementes, associado ou não à ciclanilida, com relação ao número de folhas por planta e o diâmetro da copa. Mas ao analisar o valor Spad (intensidade verde das folhas) aos 44 DAE observou-se tendência (ajuste de equação) do aumento de intensidade verde em função da dose de cloreto de mepiquat, confirmada pelo teste de médias (teste de Tukey), proporcionando um aumento de 14 e 25% no valor Spad para as doses 2,25 e 4,5 g de cloreto de mepiquat por kg de sementes, e a associação de ciclanilida promoveu diferença (teste t) positiva de 4% no valor spad quando comparada ao cloreto de mepiquat sozinho.

Os resultados obtidos por Zhang, Cothren e Lorenz (1990), Nagashima et al. (2005), Nagashima et al. (2010) são semelhantes aos resultados deste trabalho que, de maneira geral, infere que há redução da área foliar de plantas que receberam regulador de crescimento (cloreto de mepiquat) via tratamento de sementes. Com a redução da área foliar ocorre o aumento do teor de clorofila na folha, sendo que o aumento do valor Spad (intensidade verde) indica esse aumento de clorofila. Na China, Xu e Taylor (1992) observaram maior concentração (determinação em

laboratório) de clorofila em folhas de plantas que receberam cloreto de mepiquat via tratamento de sementes.

5.6 Desenvolvimento vegetativo e percentual de plantas em florescimento

Observando dados de desenvolvimento vegetativo (experimento 1) atenta-se para uma possível incoerência de resultados, pois os tratamentos de cloreto de mepiquat associados à ciclanilida promoveram maior desenvolvimento quando comparados (teste de médias) aos tratamentos testemunha e cloreto de mepiquat (via tratamento de semente) isolado, isto é intrigante pois aparentemente a ciclanilida potencializa o efeito do regulador de crescimento a que está associada.

Analisando o desenvolvimento reprodutivo (experimento 5), através da contagem de plantas em florescimento, verificou-se efeito de dose de cloreto de mepiquat associado ou não à ciclanilida, via tratamento de sementes. Proporcionando uma diferença negativa de 26 e 50% entre as plantas tratadas (via semente) com regulador de crescimento e não tratadas aos 77 e 89 DAE.

Os trabalhos publicados na literatura também indicam que o uso de regulador de crescimento em tratamento de sementes atrasa o desenvolvimento vegetativo (KHAN e HAYAT, 2005) e reprodutivo (YEATES, CONSTABLE e McCUMSTIE, 2005; NAGASHIMA et al., 2005; LIMA, 2010).

5.7 Massa de matéria seca de caule e ramos, folhas e total da parte aérea

Com relação à massa de matéria seca da parte aérea foi verificado (experimento 2) efeito (teste de médias e ajuste de equação) de dose de regulador de crescimento; por comparação de médias infere-se que as doses de 3 e 4,5 g de cloreto de mepiquat por kg de semente reduziram a massa de matéria seca de parte aérea em relação á testemunha, mas a dose de 1,5 gramas não diferiu da testemunha. Ainda neste experimento, aos 45 DAE, não foi observado efeito de qualquer fator estudado (regulador de crescimento, dose e interação regulador-dose) sobre a massa de matéria seca de parte aérea.

Ainda analisando dados de massa de matéria seca de parte aérea (experimento 3), infere-se que não houve efeito de uso de cloreto de mepiquat (4,5 $g.kg^{-1}$) em tratamento de sementes aos 22 DAE, mas esses dados podem estar equivocados pois divergem dos obtidos no Experimento 2 aos 29 DAE, e dos dados aos 44 (experimento 3) que apontam que 4,5 de cloreto de

mepiquat por kg de semente reduz a massa de matéria seca de parte aérea. Já aos 79 DAE, não se constatou efeito de tratamento de sementes e nem de momento da primeira pulverização foliar (estádio V_4 ou B_1) sobre a massa de matéria seca da parte aérea; porém observou-se tendência de redução da massa de matéria seca de parte aérea para o fator dose (total ao longo do ciclo: 0; 63; 126; e 189 g de cloreto de mepiquat por ha), com redução da massa em função do aumento da dose, mas os dados não foram consistentes e coerentes conforme revela a análise estatística.

Os dados (experimento 4) obtidos na fase de colheita (sistema adensado) indicam que a dose de 4,5g de cloreto de mepiquat por kg de semente promoveu maior acúmulo de massa de matéria seca de parte aérea, nesse caso basicamente caule e ramos.

Analisando os resultados de massa de matéria seca de caule e ramos, e de folhas (experimento 5) aos 41 DAE, pode-se visualizar tendência (ajuste de equação quadrática) de redução das massas de matéria seca em função do aumento da dose de cloreto de mepiquat via tratamento de sementes, sendo que pelo teste de médias (teste de Tukey) observou-se que houve diferenças de doses de cloreto de mepiquat em relação à testemunha (dose zero), e para caule e ramos as doses 2,25 e 4,5 diferiram, mas para folhas não diferiram. Ainda nestes dados, verificou-se (teste t) que a adição de ciclanilida ao cloreto de mepiquat aumentou o efeito de redução de massa de matéria seca.

De maneira geral, todos os trabalhos com reguladores de crescimento aplicados via tratamento de sementes na cultura de algodão resultam em informações de que, durante o desenvolvimento inicial (fase vegetativa), esta técnica promove redução da massa de matéria seca da parte aérea (folhas e caules) de plantas de algodão (ZHANG, COTHREN e LORENZ, 1990; KHAN e HAYAT, 2005; NAGASHIMA et al., 2005; 2007 e 2010).

5.8 Altura de plantas

No Experimento 1, as determinações de altura de plantas foram efetuadas ao longo do desenvolvimento da cultura, até a fase B_1. O desenvolvimento das plantas foi lento em função das baixas temperaturas ambientais, e desta forma a soma térmica para ocorrência da fase fenológica B_1 necessitou de maior período para ser atingida. Analisando o resumo da análise de variância de altura de plantas verifica-se que não houve interação entre os fatores cultivares e reguladores vegetais, havendo diferença apenas entre cultivares, em função de diferentes padrões de desenvolvimento, e entre reguladores vegetais.

Observando os dados propoporcionados pelos reguladores vegetais, observa-se que em todas as avaliações a diferença entre os reguladores foi a mesma, havendo diferença entre todos os reguladores. Em que a altura da testemunha foi maior que as demais, seguida por 4,5 g de cloreto de mepiquat por kg de sementes, 1,6 g de cloreto de mepiquat + 0,4 g de ciclanilida por kg de sementes, e 4,5 g de cloreto de mepiquat + 1,12 g de ciclanilida por kg de sementes.

Verifica-se que os tratamentos com cloreto de mepiquat + ciclanilida proporcionaram maior redução de altura de plantas em relação ao tratamento somente com cloreto de mepiquat.

De maneira geral, para o desenvolvimente em altura das variedades cultivadas, observa-se que inicialmente os cultivares tem um crescimento semelhante, com exceção da FM-910 que cresceu mais. Com o passar do tempo o desenvolvimento das variedades cultivadas apresentam diferenças mais evidentes, em que se pode observar que as variedades cultivadas FM-910 e FM-993 tem um padrão de crescimento maior, a variedade cultivada FMT-701 um crescimento intermediario, e as variedades cultivadas NuOpal e FMT-523 um crescimento menos intenso.

Ao testar o efeito (experimentos 2 e 5) de diferentes doses de cloreto de mepiquat associado ou não à ciclanilida, via tratamento de sementes, sem ocorrência de estresse térmico proporcionado por baixas temperaturas, observa-se interação entre dose e regulador de crescimento ao analisar o resumo da análise de variância (*p valor*) para quase todas as avaliações de altura (exceto altura aos 45 DAE, experimento 2).

Observando, em ambos ensaios (2 e 5), as linhas de tendência das equações ajustadas para cada avaliação de altura de plantas é possível inferir que: (i) o aumento de dose de cloreto de mepiquat promove maior redução da altura de plantas; (ii) a ciclanilida associada ao cloreto de mepiquat promove maior redução da altura de plantas quando comparado ao uso de cloreto de mepiquat isolado; e (iii) o efeito do regulador de crescimento sobre a altura de plantas é reduzido ao longo do tempo, pois verifica-se que o valor do coeficiente de determinação para cada equação é menor de acordo com o decorrer das determiações ao longo do tempo.

Ainda estudando dados de altura dos Experimentos 2 e 5, ao analisar os resultados (teste de Tukey) dos desdobramentos das interações entre reguladores de crescimento e dose via tratamento de sementes, pode-se inferir que a ciclanilida potencializa o efeito do cloreto de mepiquat, pois a associação de ambos promove maior redução da altura de plantas que o cloreto de mepiquat sozinho.

Analisando o crescimento inicial da altura de plantas, até os 43 DAE (experimento 3), verifica-se o efeito do cloreto de mepiquat (4,5 $g.kg^{-1}$) via tratamento de sementes na inibição do crescimento em altura, constatado nas determinações de altura até os 79 DAE. Considerando o efeito de dose foliar (0; 9,4; 18,8 e 28,2 $g.ha^{-1}$) de cloreto de mepiquat pulverizados na fase V_4 é possível inferir, com base na tendência (ajuste de equações lineares), que o efeito de dose foliar é mais evidente na reduçao da altura de plantas em plantas que não receberam cloreto de mepiquat na semente, desta forma, para gerenciamento do crescimento em altura em sistema adensado (experimento 3) o tratamento de sementes com cloreto de mepiquat pode proporcionar certa flexibilidade no momento da primeira pulverização foliar precoce.

Estudando o efeito de dose total (0, 63, 126 e 189 $g.ha^{-1}$) foliar de cloreto de mepiquat através da determinação da altura de plantas aos 79 e 92 DAE constata-se efeito evidente em função do acréscimo da dose na redução final da altura de plantas, com contraditório efeito da aplicação de cloreto de mepiquat via tratamento de sementes, e sem efeito do momento da primeira (V_4 ou B_1) pulverização foliar. Mas no Experimento 4, em condições de estresse hídrico, o tratamento de sementes com cloreto de mepiquat proporcionou diferença na altura de plantas até a fase de colheita.

Os resultados encontrados na literatura com reguladores de crescimento indicam que, quando aplicados via tratamento de sementes na cultura de algodão, proporcionam redução do crescimento em altura durante fase vegetativa das plantas (ZHANG, COTHREN e LORENZ, 1990; KHAN e HAYAT, 2005; YEATES, CONSTABLE e MCCUMSTIE, 2005; NAGASHIMA et al., 2005, 2007, 2009, 2010; CHIAVEGATO et al., 2009; PAZZETTI et al., 2009; LIMA, 2010; ANDRADE JÚNIOR et al., 2010; FERRARI et al., 2010).

5.9 Taxa de crescimento absoluto e relativo da altura de plantas

Considerando as taxas de crescimento absoluto e relativo, pode-se inferir que a duração de efeito do tratamento de sementes de algodão com reguladores de crescimento, sobre o retardamento do crescimento em altura das plantas é de aproximadamente vinte a quarenta dias após a emergência da cultura, havendo interação entre dose e regulador até aproximadamente vinte DAE, e permanecendo o efeito das maiores doses após os vinte DAE.

Inicialmente, próximo aos vinte DAE (experimento 2 e 5) observa-se tendência (ajuste de equação) de redução das taxas de crescimento absoluto e relativo da altura de plantas em função do aumento de dose de cloreto de mepiquat, e este efeito é ainda mais evidente

com a associação da ciclanilida ao cloreto de mepiquat. Porém para retardamento das taxas de crescimento absoluto após os vinte DAE a resposta ao aumento de dose de regulador não foi semelhante entre os Experimento 2 e 5, pois no Experimento 2 para tratamento de sementes, o efeito do aumento da dose foi verificado até a avaliação aos 29 DAE, já no Experimento 5 o aumento da dose retardou o crescimento até a avaliação realizada aos 49 DAE. No Experimento 3, com dose de 4,5g de cloreto de mepiquat por kg de sementes, o tratamento de sementes retardou as taxas de crescimento em altura até os 43 DAE.

Considerando pulverizações foliares de cloreto de mepiquat no estádio fenológico V_4, observa-se (experimento 3) que o aumento de dose (0; 9,4; 18,8 e 28,2 g de cloreto de mepiquat por ha) promeveu redução das taxas de crescimento em altura até a determinação de altura aos 36 DAE, sendo que nesta avaliação, as doses eficientes para retardar o crescimento foram 18,8 e 28,2g de cloreto de mepiquat.ha^{-1} e estas não diferiram entre si, ou seja, a dose de 18,8g foi tão eficiente quanto a dose de 28,2g.

5.10 Número médio de capulhos por metro, por planta e massa média de capulho

A massa média de capulho foi reduzida nos tratamentos que receberam cloreto de mepiquat (4,5 $g.kg^{-1}$) em tratamento de sementes no Experimento 3, mas não foi afetada Experimento 4. Já os componentes da produção (experimento 4) número médio de capulhos por metro e número médio de capulhos por planta foram reduzidos em 21 e 23% respectivamente.

Nagashima et al. (2007) não verificaram efeito do tratamento de sementes na massa de capulho e no número de frutos por planta, mas observaram que a aplicação foliar (120 $g.ha^{-1}$) de cloreto de mepiquat reduziu o número de frutos por planta. 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, e não verificaram efeito na massa média de capulho e outros componentes da produção. Lima (2010) também não verificou efeito de cloreto de chlormequat, aplicado via sementes e foliar, nos componentes da produção.

5.11 Produtividade

No Experimento 3 a produtividade de algodão em caroço não foi afetada pelo momento da primeira pulverização foliar; mas foi afetada de maneira negativa pelo uso de cloreto de mepiquat via tratamento de sementes, bem como pelo aumento de dose total aplicada via foliar ao longo do ciclo da cultura. O cloreto de mepiquat (4,5 $g.kg^{-1}$) promoveu redução de 15,4% na

produtividade de algodão em caroço. E o aumento da dose total foliar promoveu tendência (ajuste de equação linear simples) de redução de 70 $kg.ha^{-1}$ de algodão em caroço para cada 10 gramas de cloreto de mepiquat pulverizado, ressaltando-se que esta redução é maior ainda em situação que se tem também as sementes tratadas com o fitorregulador; mas comparando as doses testadas por teste de médias (teste de Tukey) não se pode inferir diferença entre as doses (63, 126 e 189 $g.ha^{-1}$) de cloreto de mepiquat pulverizado.

Já no Experimento 4, analisando apenas o uso de cloreto de mepiquat (4,5 $g.kg^{-1}$) em tratamento de sementes, verifica-se que o cloreto de mepiquat reduziu a produtividade em 15,3% em relação ao tratamento testemunha (sem cloreto de mepiquat na semente).

Estes resultados são muito semelhante, Experimento 3 e Experimento 4, ou seja, têm-se resultados de produtividade de algodão em caroço muito próximos para o mesmo fator testado em regiões (Piracicaba, SP e Pedra Preta, MT) diferentes, com cultivares diferentes (FM-910 e FMT-701), e em condições hídricas distintas (veranico e suficiência hídrica). Dessa forma, é possível inferir que 4,5 g de cloreto de mepiquat por kg de semente promovem redução na produtividade de algodão em caroço.

Os resultados obtidos são semelhantes aos obtidos por Yeates, Constable e McCumstie (2005) que verificaram redução de produtividade de algodão em caroço com doses superiores a 4 g de cloreto de mepiquat por kg de sementes. Apesar de Chiavegato et al. (2009) não verificarem diferença estatística de produtividade para a dose de 0,77 g de cloreto de mepiquat por kg de sementes, ao analisar as médias apresentadas no respectivo trabalho, é possível observar diferença numérica entre os tratamentos, sendo que o tratamento de sementes reduziu 10% da produtividade de algodão em caroço em relação ao tratamento padrão (foliar). Porém nos trabalhos de Nagashima et al. (2007), Nagashima et al (2009) e Lima (2010) não foi verificado redução de produtividade de algodão em caroço em resposta à aplicação dos reguladores de crescimento cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat via aplicação foliar ou via tratamento de sementes.

5.12 Rendimento de fibra

Com relação ao rendimento de fibra, os dados obtidos no Experimento 3 apontam que regulador de crescimento via tratamento de sementes e o momento da primeira pulverização foliar não interferiram na quantidade de pluma produzida. Mas do fator dose total foliar e a interação tratamento de sementes com dose total foliar apresentaram-se (teste F) como fatores

que interferem o rendimento de fibra, porém analisando o desdobramento da interação (teste de Tukey) observa-se diferença apenas para uma dose intermediária, o que induz a uma questionável inferência sobre os resultados obtidos; mas ainda nesta análise convém ressaltar que houve tendência (ajuste de equação linear) negativa para o aumento de dose de foliar promover a redução do rendimento de pluma, sendo que pela equação a cada 10 g de cloreto de mepiquat por ha, perde-se 0,12% de rendimento de pluma. Estes resultados corroboram com os obtidos por Nagashima et al (2009), Lima (2010) que não verificaram resposta do rendimento de fibra em função da aplicação de regulador de crescimento via sementes e foliar.

5.13 Precocidade de colheita

A precocidade de colheita é um parâmetro agronômico importante para cultura de algodão, pois quando mais precoce for à colheita, menos tempo a cultura fica ao campo, necessitando, por exemplo, de menos aplicações de inseticidas, sem mencionar que com a colheita antecipada é possível evitar que ocorra perda de peso da pluma exposta ao ambiente. Determinou-se precocidade apenas no Experimento 3, em sistema adensado, com os dados analisado é possível inferir que somente o fator tratamento de sementes (4,5 $g.kg^{-1}$ de semente) com cloreto de mepiquat reduz a precocidade de colheita em 23% em relação ao tratamento sem cloreto de mepiquat na semente. Sendo que os demais fatores, dose total foliar e momento da primeira pulverização não interferiram na precocidade. Lima (2010) também observou atraso na precocidade de colheita ao avaliar atraso na ocorrência do estádio fenológico C_1 (surgimento do primeiro capulho) em resposta à aplicação de cloreto de chlormequat via tratamento de sementes e foliar na cultura de algodão.

5.14 Considerações finais

Com base nos resultados e na discussão sobre efeito de cloreto de mepiquat associado ou não à ciclanilida aplicado via tratamento de sementes e cloreto de mepiquat via foliar na cultura de algodão faz-se as seguintes considerações: (a) o tratamento de sementes retarda o crescimento inicial das plantas (altura de inserção cotiledonar, diâmetro do caule, área foliar – aumentando a intensidade verde de folhas –, altura de plantas, e raízes secundárias), o desenvolvimento (florescimento e precocidade de colheita), e reduz a produtividade (reduzindo o número de capulhos) da cultura de algodão, mas não interfere no comprimento radicular, diâmetro da copa e número de folhas. E a ciclanilida potencializa o efeito do cloreto de mepiquat, e promove

fitotoxicidade às primeiras folhas desenvolvidas da planta; (b) o tratamento de sementes interferiu de maneira inconsistente nos seguintes atributos avaliados: (i) emergência em campo e índice de velocidade de emergência: há uma tendência de redução, sendo que provavelmente o aumento da dose de cloreto de mepiquat, a associação da ciclanilida, e o baixo vigor de sementes sejam fatores que contribuem negativamente para estes parâmetros; (c) tanto o tratamento de sementes quanto a aplicação foliar de cloreto de mepiquat não interferiram na massa média de capulhos e no rendimento de fibra. E interferiram de maneira inconsistente no acúmulo e taxa de crescimento da massa de matéria seca da parte aérea: o comportamento das determinações nos diferentes experimentos gerou dados contraditórios, pois ora aumentavam, ora reduziam, ou não diferiam, indicando que o produto não atua de maneira consistente para redução da fitomassa, sendo que as variações dos resultados podem ser provenientes de fatores externos como radiação solar e condição hídrica; e (d) os resultados da aplicação foliar demonstram que o cloreto de mepiquat retarda o crescimento (área foliar e altura de plantas), não interfere no desenvolvimento (precocidade de colheita), e reduz a produtividade da cultura de algodão.

Porém, sabendo a magnitude da grande complexidade a que o sucesso no controle da arquitetura de plantas de maneira hormonal está envolvido (produto, forma, dose e momento de aplicação; clima, fertilidade, cultivar, população de plantas; entre outros fatores), considera-se a simplicidade do presente trabalho e a necessidade de comparação com outras literaturas para almejar-se algum consistente conhecimento sobre o gerenciamento hormonal do crescimento de plantas na cultura de algodão.

O uso de reguladores de crescimento como ferramenta para controlar o crescimento inicial de plantas é uma prática interessante com possibilidade de aplicabilidade. Existem alguns trabalhos na literatura sobre o tema em questão, porém algumas informações ainda devem ser obtidas para fundamentar possíveis recomendações de uso, como: (i) dose de cloreto de mepiquat que não interfira na produtividade e ainda tenha efeito sobre o crescimento; (ii) efeito sobre o desenvolvimento radicular; (iii) interação (antagonismo ou sinergismo) de reguladores de crescimento com inseticidas e fungicidas; e (iv) a influência dos reguladores de crescimento em sementes de diferentes níveis de vigor, sobre a germinação e a emergência de plântulas.

6 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos e com o que foi discutido, conclui-se que o uso do cloreto de mepiquat, via tratamento de sementes e foliar, interfere retardando o desenvolvimento e reduzindo o crescimento e a produtividade da cultura de algodão, e que a ciclanilida, via tratamento de sementes, potencializa o efeito do cloreto de mepiquat.

REFERÊNCIAS

ANDRADE JÚNIOR, E.R.; FERRARI, S.; VILELA, P.A.; Uso de cloreto de mepiquat no tratamento de sementes do algodoeiro 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, 2010. 71p.

AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M.; NÓBREGA, L.B.; LEÃO, A.B.; CARDOSO, G.D.; VIEIRA, D.J. Reguladores de crescimento, desfolhantes e dessecantes. In: BELTRÃO, N.E.; AZEVEDO, D.M.P. (Ed.). **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. cap. 25, p.130-180. 2 v.

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

BELTRÃO, N.E.M.; AZEVEDO, D.M.P. **Defasagem entre as produtividade real e potencial do algodoeiro herbáceo**: limitações morfológicas, fisiológicas e ambientais. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1993. 108 p. (Embrapa-CNPA. Documentos, 39).

BELTRÃO, N.E.M.; SOUZA, J.G.; AZEVEDO, D.M.P.; LEÃO, A.B.; CARDOSO, G.D. Fitologia do algodoeiro herbáceo: sistemática, organografia e anatomia. In: BELTRÃO, N.E.; AZEVEDO, D.M.P. (Ed.). **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. cap. 6, p. 182-217. 1 v.

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

BOX, G.E.; COX, D.R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society**, London, v.26, p.211-252, 1964.

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.; CHIVEGATO, E.I.; KONDO, J.L.; SABINO, J.C.; PETTINELLI JÚNIOR, A.; BORTOLETO, N.; GALLO, P.B. Fitorreguladores de crescimento e captação na cultura do algodoeiro. **Bragantia**, Campinas, v.53, n.2, p.247-254, 1994.

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

CHIAVEGATO, E.J. ; CÂMARA, G.M.S. Algodão: Origem, planta e perspectivas para a cultura. In: CÂMARA, G.M.; CHIAVEGATO, E.J. (Org.). **O agronegócio das plantas oleaginosa**s: Algodão, Amendoim, Girassol e Mamona. Piracicaba:ESALQ, 2001. v.1 p.51-73.

CHIAVEGATO, E.J. **Efeito do ambiente e de cultivares nos componentes da produção e nas características tecnológicas da fibra e do fio de algodão**. 1995. 120 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

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: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Instituto Nacional de meteorologia, 2009. cap. 1, p.35-49.

CHIAVEGATO, E.J.; CARVALHO, L.H.; GOTTARDO, L.C.B.; KONDO, J.I.; CARVALHO, H.R. Modos de aplicação de regulador de crescimento e trifloxissulfuron-sódico em cultivo adensado do algodoeiro. CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009. Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da cotonicultura Brasileira e Expansão dos Mercados: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 1329-1335.

CLAUSEN, M.; LÜTTHEN, H.; BÖTIGER, M. Inside or outside? Localization of the receptor relevant to auxin-induce growth. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.98, n.4, p.861-867, 1996.

COMMITTEE ON PLANT HEALTH. **Review report for the active substance cyclanilide**. EUROPEAN COMMISSION: Directorate-general health e consumer protection. Europen Commission, Dez. 2001. Cyclanilide:7463/6/98. 1v.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira:** grãos, primeiro levantamento. Brasília. Out. 2010. 44p.

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

ELFVING, D.C.; VISSER, D.B. Cyclanilide induces lateral branching in apple trees, **Hortiscience**, Alexandria, n.40, p.119-122, 2005.

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 clormequat sobre característica vegetativa. In: **O sistema de cultivo adensado em Mato Grosso:** embasamentos e primeiros resultados. Cuiabá: Ed. DEFANTI, 2010. 390p, p.183-190.

HARTLEY, H.O. The use of range in analysis of variance. **Biometrika**, London, v.37, p.271-280, 1950.

HEARN, A.B.; CONSTABLE, G.A. Cotton. In: GOLDSWORTHY, P.R.; FISHER, N.M. (Ed.). The physiology of tropical field crop. New York: John Wiley. 1984. p.495-527.

HEDDEN, P.; KAMIYA, Y. Gibberellin biosynthesis: enzymes, genes and their regulation. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.48, p.431-460, 1997.

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

IRA, J.R.; ARAÚJO, W.P.; JÚNIOR, G.S.C.; LIMA, F.V.; JÚNIOR, S.P.S. **Modos de aplicação do cloreto de mepiquat em duas cultivares de algodoeiro herbáceo**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 7p.

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

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.

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

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

LAMAS, F.M. Fitorreguladores bem manejados equilibram crescimento da planta. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n.6, p.81-84. Jul/Dez. 2006.

LAMAS, F.M. Reguladores de crescimento. In: Embrapa Agropecuária Oeste. **Algodão:** tecnologia de produção. Embrapa Agropecuária Oeste; Embrapa Algodão, Dourados, 2001. 296p.

LAMAS, F.M. Reguladores de crescimento. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (Dourados, MS). **Algodão**: informações técnicas. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. p.136-140. (Circular Técnica, 7).

LANDIVAR, J.; VIEIRA, R.M.; BELTRÃO, N.E.M.; AZEVEDO, D.M.P.; LEÃO, A.B. Monitoramento do algodoeiro. In: BELTRÃO, N.E.; AZEVEDO, D.M.P. (Ed.). **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. cap. 19, v.1 p.549-570.

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

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

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

McCARTY, J.C.; HEDIN, P.A. Effects of 1,1-dimethylpiperidinium chloride on the yields, agronomic traits, and allelochemicals of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), a nine years study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.42, p.2302-2304, 1994.

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

MELO, F.L**. Elementos climáticos e a evolução da ramulose (*Colletotrichum gossypii* var *Cephalosporioides* Costa) do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch.) em condições de campo.** 2004. 75p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MONTEITH, J.L. The heat balance of soil beneath corps. In: SYMPOSIUM ZONE RES. CLIMATOLOGY AND MICROMETEOROLOGY, 11.,1958. London. **Proceeding...** Camberra: UNESCO. 1958. v.11, p.123-128.

NAGASHIMA, G.T. **Cloreto de mepiquat aplicado em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L. *raça latifolium*).** 2008. 80p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

NAGASHIMA, G.T.; MARUR, C.J.; YAMAOKA, R.S.; MIGLIORANZA, E. Desenvolvimento de plantas de algodão provenientes de sementes embebidas em cloreto de mepiquat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, Notas científicas, v.40, n.9, 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 algodoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p.1027-1034, 2007.

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

NAGASHIMA, G.T.; MIGLIORANZA, E.; MARUR, C.J.; YAMAOKA, R.S.; SILVA, J.G.R. Desenvolvimento do algodoeiro em resposta a modo de aplicação e doses de cloreto de mepiquat via sementes. **Ciência Rural**, v.40, n.1, p.7-11, 2010.

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

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

PAZZETTI, G.; LIMA, J.F. Bases celulares e fisiológicas do crescimento do algodoeiro herbáceo para uso e manejo de reguladores, desfolhantes e maturadores no sistema adensado. In: **O sistema de cultivo adensado em Mato Grosso:** embasamentos e primeiros resultados. Cuiabá: Ed. DEFANTI, 2010. 390p. c ap. 6, p.141-163.

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.

PEDERSEN, M.K.; BURTON, J.D.; COBLE, H.D. Effect of cyclanilide, ethephon, auxin transport inhibitors, and temperature on whole plant defoliation. **Crop Science**, Madison, n.46, p.1666-1672, 2006.

RADEMACHER, W. Growth retardants: Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology.** Palo Alto, v.51, p.501-531, 2000.

RAPHAEL, J.P.A.; SOARES, L.C.S.; CHIAVEGATO, E.J. Reguladores de crescimento na cultura do algodoeiro: O que são? Para que servem? Como funcionam? **Notesalq**: **Boletim Informativo,** Piracicaba, v. 19, n.6, p.9-12, ago. 2010.

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

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

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

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

RODRIGUES, J.D. Biorreguladores, aminoácidos e extratos de algas: verdades e mitos**.** **Informações agronômicas**. Piracicaba: POTAFOS, n.122. p.15-18, Jun. 2008

ROSOLEM, C.A. Ecofisiologia e manejo cultural do algodoeiro. In:_EMBRAPA. **Mato Grosso:** liderança e competitividade. Brasília, 1999. p.49-69.(Boletim Técnico, 3.).

ROSOLEM, C.A. Ecofisiologia e manejo da cultura do algodoeiro. **Informações agronômicas**. Piracicaba: POTAFOS, n.95. p. 1-9, Set. 2001

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant Physiology**. Belmont: Wadsworth, 1991. 682p.

SWAIN, S.M.; SINGH, D.P. Tall tales from sly dwarves: movel functions of gibberellins in plant development. **Trend Plants Science**, London, v.10, n.3, p.123-129, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução de E.R. Santarém. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.

THOMAS, W.E.; EVERMAN, W.J.; COLLINS, J.R.; KOGER, C.H.; WILCULT, J.W. Rain-free requirement and physiological properties of cotton plant growth regulators. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, n.88, p.247-251, 2007.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE**. Cotton:** World Markets and Trade Circular Series. Oct. 2010.

XU, X.; TAYLOR, H.M. Increase in drougth resistance of cotton seedlings treated with mepiquat chloride. **Agronomy Journal**, Madison, v.84, n.4, p. 569-574, 1992.

YAMAGUSHI, S. Gibberellin metabolism and its regulation. **Annual Review of Plant Biology.** Palo Alto, v.59, p.225-251, 2008.

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

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

ZHANG, S.; COTHREN, J.T.; LORENZ, E.J. Mepiquat chloride seed treatment and germination temperature effects on cotton growth, nutriente partition, and water use efficiency. **Journal of Plant GrowthRegulation**, New York, v.9, p. 195-199, 1990.

ANEXOS

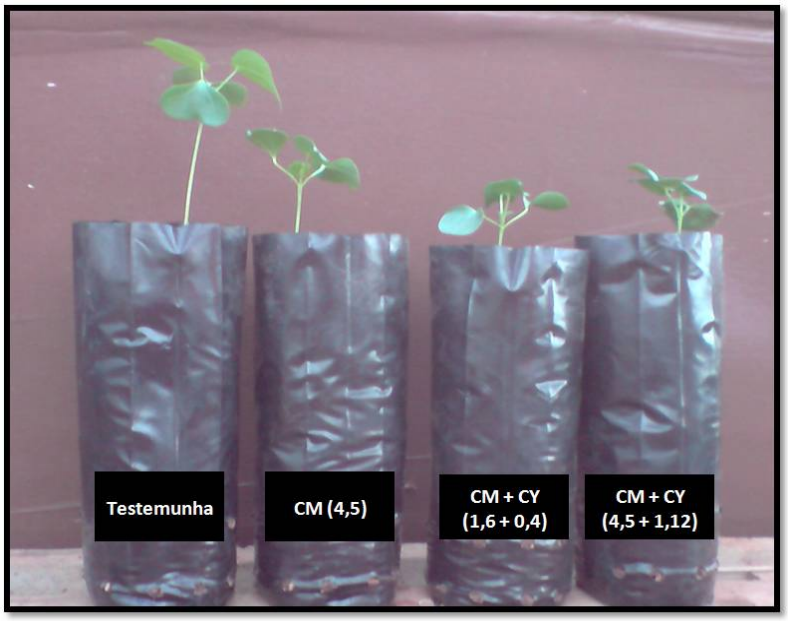

Figura 19 - Altura de plantas da variedade cultivada NuOpal causada pelo tratamento de sementes de algodão com regulador vegetal aos 31 DAE; CM: cloreto e mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2009

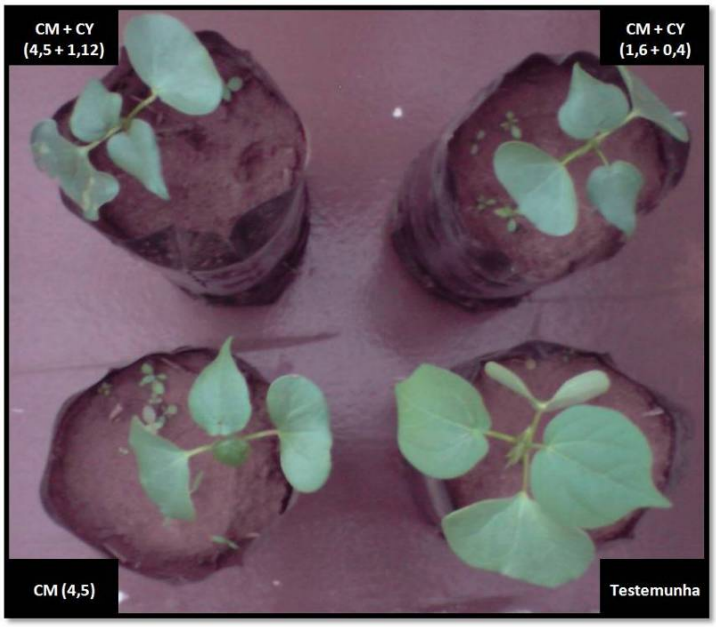

Figura 20 - Fitotoxicidade causada pelo tratamento de sementes de algodão com regulador vegetal aos 31 DAE na variedade cultivada NuOpal. CM: cloreto e mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2009

Figura 21 - Comprimento de raiz e altura do incio das raízes secundárias, no estádio fenológico B_1, da cultura causada pelo tratamento de sementes de algodão com regulador vegetal. CM: cloreto e mepiquat; CY: ciclanilida. Piracicaba, SP. 2009

Figura 22 - Experimento 3. Cultura de algodão na fase de estabelecimento de plântulas. A: testemunha (sem regulador de crescimento em tratamento de sementes); B: com regulador de crescimento (4,5 g de cloreto de mepiquat por kg de sementes) via tratamento de sementes. Cultivar FM-910. Piracicaba, SP. 2010

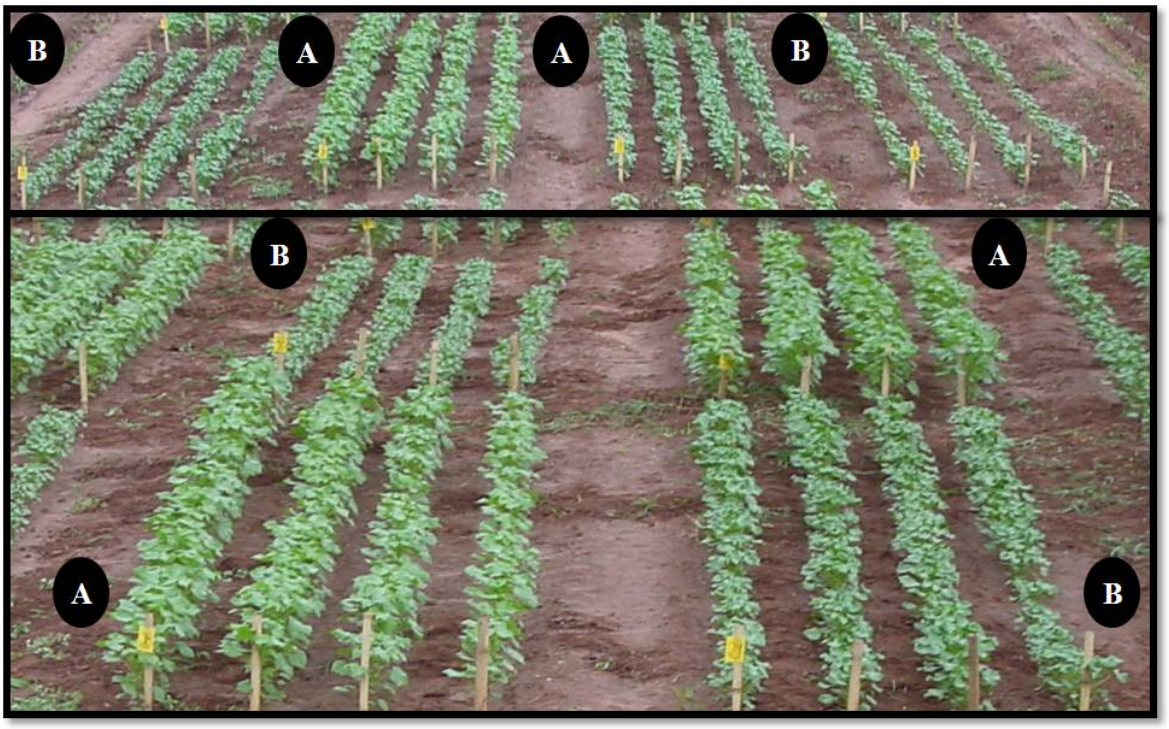

Figura 23 - Experimento 3. Cultura de algodão na fase de desenvolvimento vegetativo aos 30 DAE. A: testemunha (sem regulador de crescimento em tratamento de sementes); B: com regulador de crescimento (4,5 g de cloreto de mepiquat por kg de sementes) via tratamento de sementes. Cultivar FM-910. Piracicaba, SP. 2010

Figura 24- Experimento 3. Cultura de algodão na fase de desenvolvimento vegetativo, aos 30 DAE. Parcelas sem regulador de crescimento em tratamento de sementes. Parcela do lado esquerdo da figura: testemunha (sem tratamento de sementes e sem aplicação foliar); Parcela do lado direito da figura: aplicação foliar de 28,2 g de cloreto de mepiquat por kg de sementes no estádio fenológico V_4. Cultivar FM-910. Piracicaba, SP. 2010

Figura 25 - Experimento 3. Cultura de algodão na fase de desenvolvimento reprodutivo (produção de botões florais) aos 45 DAE. Parcelas que receberam a primeira pulverização foliar de 9,4g de cloreto de mepiquat.ha^{-1} no estádio fenológico V_4. A: com cloreto de mepiquat (4,5 $g.kg^{-1}$) em tratamento de sementes; B: sem regulador de crescimento em tratamento de sementes. Cultivar FM-910. Piracicaba, SP. 2010

Figura 26 - Experimento 3. Cultura de algodão na fase de pré-colheita. Parcelas que receberam pulverização total foliar de 189 g de cloreto de mepiquat por ha, parcelado ao longo do ciclo da cultura. A: sem regulador de crescimento em tratamento de sementes; B: com cloreto de mepiquat (4,5 $g.kg^{-1}$) em tratamento de sementes. Cultivar FM-910. Piracicaba, SP. 2010

Figura 27 - Experimento 3. Cultura de algodão na fase de estabelecimento de plântulas. Comparativo visual entre planta sem regulador de crescimento em tratamento de sementes (maior comprimento de parte aérea e radicular, e maior quantidade de raízes secundárias) com cloreto de mepiquat (4,5 $g.kg^{-1}$) em tratamento de sementes (menor comprimento de parte aérea e radicular, e menor quantidade de raízes secundárias). Cultivar FM-910. Piracicaba, SP. 2010

Figura 28 - Experimento 4. Cultura de algodão estabelecimento de estande e desenvolvimento vegetativo. Cultivar FMT-701. Fazenda Torre I (Serra da Petrovina) - Pedra Preta, MT. 2010

Figura 29 - Experimento 4. Cultura do algodão na fase de colheita, Cultivar FMT-701. Fazenda Torre I (Serra da Petrovina) - Pedra Preta, MT. 2010

Figura 30 - Experimento 4. Cultura do algodão na fase de desenvolvimento inicial. A: testemunha (sem regulador de crescimento em tratamento de sementes); B: com regulador de crescimento (4,5 g de cloreto de mepiquat por kg de sementes) via tratamento de sementes. Cultivar FMT-701. Fazenda Torre I (Serra da Petrovina) - Pedra Preta, MT. 2010

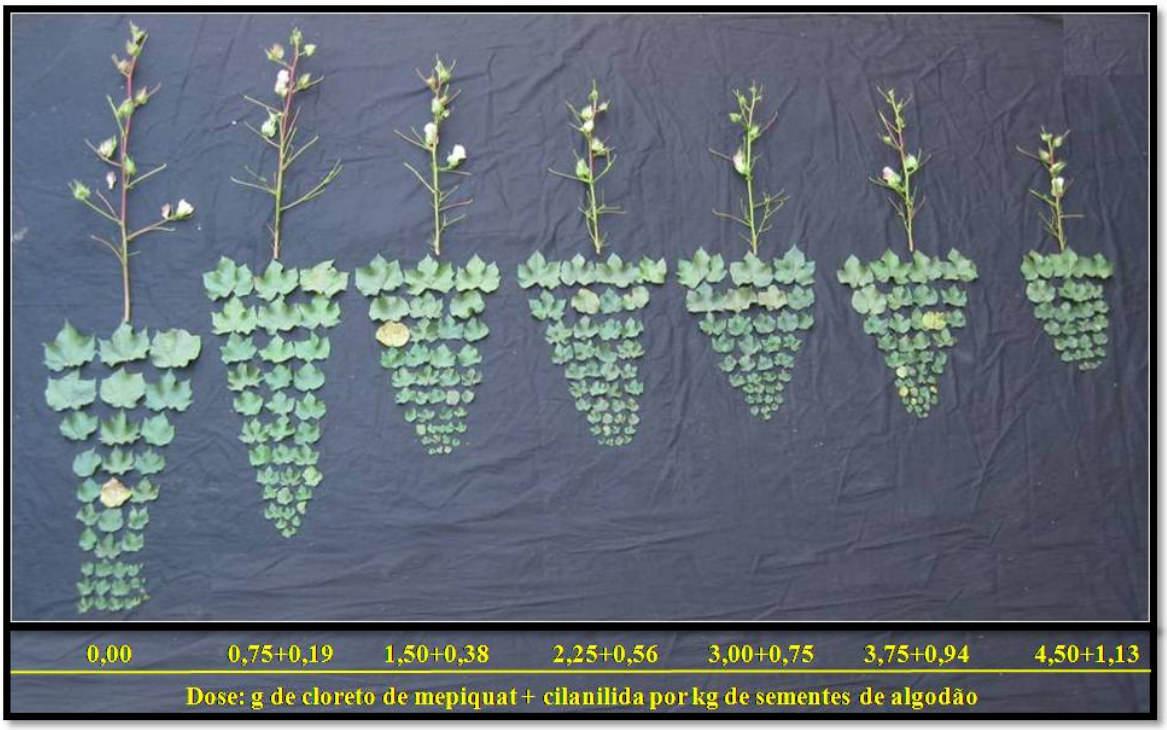

Figura 31 - Experimento 5. Cultura de algodão na fase de florescimento. Comparativo visual para o efeito de doses de cloreto de mepiquat associado à ciclanilida via tratamento de sementes. Cultivar FMT-523. Piracicaba, SP. 2010