

RESPOSTA DE CRESCIMENTO, MATÉRIA SECA E FOTOSSÍNTESE DO ALGODOEIRO PELO USO DE CLORETO DE MEPIQUAT

JULIO CESAR BOGIANI¹ e CIRO ANTONIO ROSOLEM²

RESUMO: O uso de reguladores de crescimento proporciona algodoeiros menores, mas provoca mudanças na morfologia e nas relações de energia das folhas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi estudar as alterações na parte reprodutiva e vegetativa em cultivares de algodoeiro, bem como alterações na produção de fotoassimilados causadas pelo uso de cloreto de mepiquat. O experimento foi realizado em casa-de-vegetação com seis cultivares: 'FMX 966', 'FMX 977', 'DeltaPenta', 'DeltaOpal', 'FMT 501' e 'FMT 701', e quatro doses do regulador de crescimento "inibidor da síntese de giberelinas" à base de cloreto de mepiquat: 0,0 g ha⁻¹; 7,5 g ha⁻¹; 15,0 g ha⁻¹ e 22,5 g ha⁻¹ de i.a. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, num esquema fatorial 6 x 4. A área foliar, produção de matéria seca e número de estruturas reprodutivas abortadas decrescem pela aplicação de regulador de crescimento, com diferenças de respostas entre cultivares. As diferenças na taxa de assimilação líquida de CO₂ não foram significativas entre as cultivares estudadas. Todas as cultivares apresentam aumento do índice spad pelo uso de cloreto de mepiquat em virtude do aumento da dose aplicada.

Termos para indexação: *Gossypium hirsutum* L., regulador de crescimento, fotossíntese.

GROWTH, DRY MATTER AND PHOTOSYNTHESIS RESPONSE OF COTTON BY USING MEPIQUAT CHLORIDE

ABSTRACT: Use of cotton plant growth regulators provides smaller plants, but causes morphology and leaves energy relationships changes. Therefore, this work aimed to study changes in reproductive and vegetative parts of cotton cultivars, as well as the photo-assimilates production changes caused by use of mepiquat chloride. The experiment was conducted in greenhouse conditions with six cotton cultivars: 'FMX 966', 'FMX 977', 'DeltaPenta', 'DeltaOpal', 'FMT 501' e 'FMT 701' and four doses of the plant growth regulator "gibberellin synthesis inhibitor" based on mepiquat chloride (0,0 g ha⁻¹; 7,5 g ha⁻¹; 15,0 g ha⁻¹ and 22,5 g ha⁻¹ of the active ingredient). The experimental design was a 6 x 4 factorial in complete randomized blocks with four replications. Leaf area, dry matter production and drop reproductive structures number decrease by plant growth regulator application, with differences responses among cultivars. Differences in CO₂ assimilation rate were not significant among cotton cultivars. All cotton cultivars increased spad index due to increase of dose applied of mepiquat chloride.

Index terms: *Gossypium hirsutum* L., plant growth regulator, photosynthesis.

INTRODUÇÃO

O algodoeiro é uma planta de crescimento indeterminado (STEWART et al., 2010), podendo, em ambiente favorável, crescer

¹Embrapa Algodão, Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário, CEP 58428-095, Campina Grande, PB. julio@cnpa.embrapa.br;

²Universidade Estadual Paulista, Rua José Barbosa de Barros, 1780 – Caixa Postal 237, CEP 18603-970, Botucatu, SP, rosolem@fca.unesp.br

excessivamente. O uso de reguladores de crescimento (RC) é uma importante tecnologia utilizada para controlar esse crescimento excessivo (GARCIA et al., 2010).

Os RC são substâncias químicas sintéticas que alteram o balanço hormonal das plantas. O cloreto de mepiquat (CM), usado como RC, é absorvido, principalmente, pelas partes verdes da planta e pode ser incluído no grupo de inibidor da síntese de giberelinas (TAIZ; ZEIGER, 2008). Seus principais efeitos sobre o algodoeiro são: redução do crescimento e do número e tamanho dos ramos reprodutivos com melhoria da arquitetura das plantas (BARRABÉ et al., 2007; IQBAL et al., 2007). A redução do alongamento das células pode resultar na diminuição da área foliar (SOUZA; ROSOLEM, 2007), o que pode melhorar a penetração da luz no dossel, contribuindo para a abertura mais rápida e uniforme dos frutos (COTHREN; OOSTERHUIS, 2009).

Gausman et al. (1979) observaram que aplicação de CM reduziu a área foliar e aumentou a concentração de clorofila no algodoeiro, enquanto a relação de clorofila a/b diminuiu, indicando possível mudança nas relações de energia no interior das folhas, influenciando a eficiência fotossintética, que, conforme Marur (1998), é melhorada. Em contrapartida, Reddy et al. (1996) observaram que, apesar do maior teor de clorofila, a aplicação de CM reduziu a fotossíntese líquida, com perda da capacidade fotossintética.

Considerando a divergência na literatura e a possibilidade de resposta diferencial entre cultivares de algodão, o presente trabalho teve como objetivo estudar as alterações na parte reprodutiva e vegetativa em cultivares de algodoeiro, bem como alterações na produção de fotoassimilados causadas pelo uso de cloreto de mepiquat.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido sob condição de casa-de-vegetação em Botucatu, SP, no ano de 2007. O solo utilizado foi classificado

como Latossolo Vermelho distroférrico de textura média (EMBRAPA, 1999). A análise química revelou os seguintes valores: pH (CaCl₂) 4,3; 0,1 mg L⁻¹ de P_{resina}; 15,9 g L⁻¹ de matéria orgânica; 70,4 mmol_c L⁻¹ de H+Al; 1,0 mmol_c L⁻¹ de K; 3,0 mmol_c L⁻¹ de Ca; 0,5 mmol_c L⁻¹ de Mg; 4,5 mmol_c L⁻¹ de Soma de Bases; 74,9 mmol_c L⁻¹ de CTC; e 6,0% de saturação por bases. Foi aplicado calcário dolomítico para elevar a saturação por bases a 60%. O solo foi adubado com 150 mg L⁻¹ de fósforo, 150 mg L⁻¹ de potássio, 50 mg L⁻¹ de nitrogênio, 2 mg L⁻¹ de zinco e 2 mg L⁻¹ de boro, em razão do resultado de testes preliminares.

As sementes foram colocadas para germinar à temperatura de 25 °C por 36 horas (MEDEIROS FILHO et al., 2006) antes de serem plantadas. Decorridos 5 dias após a emergência (DAE), foi realizado desbaste para 2 plantas por vaso de 12 L de capacidade. O teor de água nos vasos foi corrigido diariamente, com base em pesagens de vasos-controle. Por ocasião do desbaste, foi realizada a primeira aplicação de solução nutritiva (HOAGLAND; ARNON, 1950), diluída em 50%, e, a partir de então, foi aplicada semanalmente a solução completa, até o final do experimento, na quantidade de água que seria aplicada em cada ocasião. O uso de solução nutritiva é necessário para evitar, pelo menos parcialmente, o efeito da limitação de espaço pelo vaso para o normal crescimento das plantas. Essa prática foi utilizada com base em experiência anterior (SOUZA; ROSOLEM, 2007). Os tratos culturais constaram do controle manual de plantas daninhas e pulverização de inseticida aos 25 e 48 DAE.

Os tratamentos foram constituídos por seis cultivares de algodoeiro, sendo: 'Fibermax966'; 'Fibermax977'; 'FMT501'; 'DeltaPenta'; 'DeltaOpal' e 'FMT701'; e quatro doses de CM, que corresponderam a: 0,0 g ha⁻¹; 7,5 g ha⁻¹; 15,0 g ha⁻¹ e 22,5 g ha⁻¹ de i.a., aplicadas sem adjuvante, no estádio de aparecimento dos primeiros botões florais, que ocorreram aos 34 DAE. O delineamento experimental foi em blocos casualizados,

com quatro repetições, em esquema fatorial 4 x 6 (quatro doses e seis cultivares).

Por ocasião da aplicação do CM, as unidades experimentais foram arranjadas ao longo do percurso da barra de pulverização, utilizando espaçamento de 0,90 m, simulando 90.000 plantas por hectare. Para pulverização, foram usados bicos com pontas cônico vazio (JA-2, Jacto, São Paulo), e volume de 150 L de calda por hectare.

As medidas de taxa de assimilação líquida de CO₂ (taxa fotossintética) foram realizadas no período da manhã entre as 10 horas e 11 horas e 30 minutos, utilizando-se um medidor portátil de fotossíntese, com sistema aberto, IRGA-6400 da LI-COR. A primeira medição se deu momentos antes da aplicação dos tratamentos com regulador (34 DAE). A segunda medição foi realizada 15 dias após (49 DAE), e nesta data também foi realizada uma leitura do teor de clorofila com base no índice spad, utilizando-se um clorofilômetro (SPAD-502, Minolta, Osaka). As leituras da taxa fotossintética foram feitas em um ponto no limbo foliar da quarta folha a partir do ápice, considerando-se como a primeira, aquela emitida mais recentemente e com nervura principal de no mínimo 2,5 cm de comprimento. As leituras do índice spad foram feitas em cinco pontos distintos do limbo foliar da mesma folha utilizada para leitura da taxa fotossintética.

Aos 64 DAE (30 dias após aplicação do regulador), foram avaliados o número de estruturas reprodutivas (coleta das estruturas presentes nas plantas e contagem das estruturas perdidas) e a área foliar total, com auxílio de um AREA METER, Li-3100 da LI-COR. Feitas estas avaliações, as plantas foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, para obtenção da massa de matéria seca.

Os dados foram submetidos à análise de variância. Foi aplicado o teste t múltiplo "lsd" ($p < 0,05$) para comparação das médias entre as cultivares, e análise de regressão para avaliar o efeito das doses, escolhendo-se a significativa de melhor ajuste e significado biológico (STELL et al., 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença entre as cultivares de algodão sobre a área foliar (Tabela 1). A 'FMT 701' e 'DeltaOpal' apresentaram maior área foliar quando comparada com as 'FMX 966' e 'FMT 501'. Já a 'FMT 501' teve valor significativamente menor que todas as outras cultivares, exceto a 'FMX 966' (Tabela 1). Sobre o efeito das doses, a área foliar do algodoeiro foi reduzida por causa do aumento da dose de CM até próximo de 16,5 g de i.a. ha⁻¹, e desta dose até 22,5 g de i.a. ha⁻¹, os valores pouco se alteraram (Figura 1A). Não houve efeito de interação das doses de CM com as cultivares de algodoeiro sobre a área foliar.

A redução da área foliar do algodoeiro pelo uso de CM se dá, possivelmente, pela diminuição na expansão das folhas, em virtude do efeito desse regulador de crescimento sobre a diminuição da síntese de ácido giberélico (COTHREN; OSTERHUIS, 2009), pois este hormônio é responsável pela divisão e expansão celular (TAIZ; ZEIGER, 2008). A diminuição da síntese de giberelinas também reduz o crescimento das plantas (TEIXEIRA et al., 2008), e com isso ocorre menor emissão de folhas; e, por conseguinte, há redução da área foliar.

Quanto ao número de estruturas reprodutivas fixadas na planta no dia da avaliação, a 'FMX 966' mostrou valores significativamente inferiores que as demais cultivares, com exceção da 'DeltaPenta' (Tabela 1). Sobre o efeito das doses, o número de estruturas reprodutivas foi linearmente reduzido em razão do aumento da dose de CM aplicado (Figura 1B). A diminuição do número de estruturas reprodutivas pelo uso de CM pode ter ocorrido pelo fato desse regulador de crescimento reduzir a altura e o número de internódios da haste principal (NUTI et al., 2006), e com isso ter a redução do número dos ramos reprodutivos, bem como o comprimento desses ramos (SOUZA; ROSOLEM, 2007). Essa resposta faz com que o número de posições reprodutivas produzidas seja menor, acarretando em

TABELA 1. Média de área foliar total (AF), número de estruturas reprodutivas (NER), número de estruturas reprodutivas abortadas (NERA) e massa da matéria seca da parte aérea (MS) por planta, de seis cultivares de algodoeiro, aos 64 DAE, em razão das doses de CM.

Cultivares	AF (cm ² planta ⁻¹)	NER (N ^o planta ⁻¹)	NERA (N ^o planta ⁻¹)	MS (g planta ⁻¹)
FMT 501	2680	14,7	1,5	34,2
FMT 701	3207	14,3	1,6	35,7
FMX 966	2796	12,5	1,3	30,8
FMX 977	3033	14,7	1,2	36,3
D. Opal	3115	14,3	1,5	35,7
D. Penta	2999	13,9	1,5	36,2
DMS	253**	1,6*	0,1*	4,6*
F _{Dose}	15,7**	4,0*	11,5**	19,1**
F _{Dose x Cultivar}	0,65 ^{ns}	0,4 ^{ns}	1,4 ^{ns}	0,8 ^{ns}
CV(%)	12,06	16,3	18,3	16,5

DMS = diferença mínima significativa pelo teste t múltiplo (LSD) para comparação das médias na coluna.

F = Valor do F calculado para a fonte de variação Dose e para interação Dose x Cultivar.

**, * e ns, significativo (p<0,01), (p<0,05) e não significativo, respectivamente.

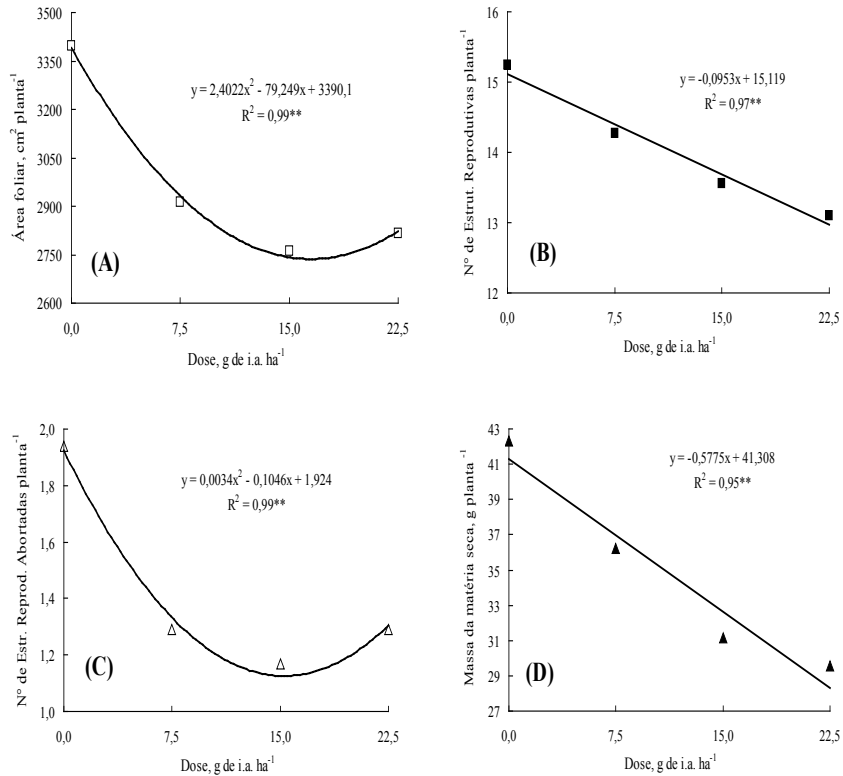


FIG. 1. Média da área foliar (A), do número de estruturas reprodutivas presentes (B), do número de estruturas reprodutivas abortadas (C) e da massa da matéria seca da parte aérea (D) de cultivares de algodoeiro, obtido aos 64 DAE, em decorrência das doses de CM

menor número de emissão de botões florais.

A aplicação foliar de doses de CM mostrou efeito significativo, com redução do número de estruturas reprodutivas abortadas até próximo a dose 15,4 g de i.a. ha⁻¹, e desta dose até 22,5 g de i.a. ha⁻¹, os valores foram praticamente semelhantes (Figura 1C). Sobre a diferença entre as cultivares, a 'FMX 966' e 'FMX 977' apresentaram menor número de estruturas abortadas que as demais cultivares (Tabela 1). Não houve efeito de interação das doses de CM com as cultivares de algodoeiro sobre o número de estruturas reprodutivas fixadas e de abortadas.

As avaliações de número de estruturas reprodutivas fixadas e de abortadas foram feitas sobre as primeiras emissões do ciclo da planta (até 64 DAE). Em virtude desta observação e dos dados que mostram diminuição de estruturas abortadas pelo uso de CM (Figura 1C), pode-se inferir que o uso desse regulador de crescimento melhora a fixação das primeiras estruturas reprodutivas emitidas, possibilitando maior precocidade de colheita, reforçando os dados obtidos por Cothren e Oosterhuis (2009).

A produção de matéria seca da 'FMX 966' foi significativamente menor que das outras, com exceção da 'FMT 701', contudo, as demais cultivares, juntamente com a 'FMT 701', não foram diferentes quanto à matéria seca da parte aérea (Tabela 1). Sobre o efeito das doses, a produção de matéria seca foi linearmente reduzida em consequência do aumento da dose de CM (Figura 1D). Estes resultados corroboram os observados por Souza e Rosolem (2007), que também verificaram redução da área foliar e de produção de matéria seca do algodoeiro pelo uso de CM. A diminuição da massa de matéria seca é um indicativo do controle do excessivo crescimento vegetativo da planta, o que possibilita uma regulação diferenciada sobre o crescimento reprodutivo e vegetativo.

A 'FMT 501' mostrou valor de índice spad superior às demais cultivares, com exceção da 'DeltaPenta' (Tabela 2). O uso de CM aumentou o índice spad nas folhas

das cultivares de algodoeiro até a dose 21,0 g de i.a. ha⁻¹, mantendo-se constante a partir desta dose até 22,5 g de i.a. ha⁻¹ (Figura 2A).

Houve efeito de interação entre as doses de CM e as cultivares de algodoeiro para a avaliação do índice spad (Figura 2B). Existiram diferenças entre as cultivares no tratamento com dose 0,0 de CM, mostrando que a 'FMT 501' e 'DeltaOpal' apresentaram índices maiores que as demais. No tratamento com dose 7,5 g de i.a. ha⁻¹, a 'FMT 501' apresentou índice maior que a 'FMX 966' (Figura 2B). Nas doses 15,0 g de i.a. ha⁻¹ e 22,5 g de i.a. ha⁻¹ não houve diferença entre as seis cultivares avaliadas. Quanto ao efeito das doses de CM, as 'FMT 701', 'FMT 501', 'FMX 966' e 'DeltaPenta' tiveram os valores de índice spad linearmente aumentados em virtude do aumento da dose de CM, enquanto as 'DeltaOpal' e 'FMX 977' tiveram aumento dos índices até próximo a dose 16,5 g de i.a. ha⁻¹, tendendo a valores constantes desta dose até 22,5 g de i.a. ha⁻¹ (Figura 2B).

O índice spad mede a intensidade da cor verde da folha e estima a quantidade de clorofila (BARBOSA FILHO, et al., 2009; GODOY et al., 2007). Dessa forma, com o aumento do índice spad pela maior intensidade da cor verde da folha em virtude do uso do CM, presume-se que houve aumento do teor de clorofila nas folhas do algodoeiro. Conforme Gausman et al., 1979, o uso de CM, além de aumento de clorofila, causa diminuição da relação de clorofila a/b, ou seja, o teor de clorofila *a* diminui e de *b* aumenta. Conforme Taiz e Zeiger (2008), nessas menores relações de clorofila a/b, as plantas podem ser mais eficientes fotossinteticamente sob condições de baixa luminosidade, ou autossombreamento, como as encontradas nas folhas da parte média e inferior dos algodoeiros de uma lavoura (HEITHOLT; SASSENATH-COLE, 2010).

Com relação à taxa fotossintética, observou-se na primeira avaliação (34 DAE), quando as plantas ainda não tinham recebido aplicação de CM, que as cultivares FMX 966 e FMX 977 apresentaram maiores taxas de assimilação líquida de CO₂, enquanto a

TABELA 2. Média da taxa de assimilação líquida de CO₂ (TAL), obtida aos 34 DAE (dia da aplicação do CM) e aos 49 DAE (15 dias após aplicação do CM), e média da concentração interna de CO₂ (Ci), da condutância estomática (gs) e do índice spad, obtido aos 49 DAE, de cultivares de algodoeiro, por causa das doses de CM.

Cultivar	Spad		TAL		Ci	gs
	49 DAE	34 DAE	49 DAE	34 DAE	49 DAE	49 DAE
	(índice)	---	($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	---	($\mu\text{mol mol}^{-1} \text{ ar}$)	($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
FMT 501	49,5	30,9	32,3		208,6	0,59
FMT 701	47,2	29,2	31,1		218,4	0,63
FMX 966	48,2	30,3	31,5		209,8	0,59
FMX 977	47,5	31,4	32,5		219,1	0,66
D. Opal	47,5	32,3	32,0		212,9	0,61
D. Penta	48,5	32,3	32,3		211,3	0,62
DMS	1,1**	1,1*	0,8 ^{ns}		10,5	0,07 ^{ns}
F _{Dose}	51,1**	--	1,2 ^{ns}		0,8 ^{ns}	0,3 ^{ns}
F _{Dose x Cultivar}	2,54*	--	0,5 ^{ns}		0,7 ^{ns}	1,0 ^{ns}
CV(%)	3,3	2,4	9,7		6,9	13,6

DMS = diferença mínima significativa pelo teste t múltiplo (LSD) para comparação das médias na coluna.

F = Valor do F calculado para a fonte de variação Dose e para interação Dose x Cultivar.

**, * e ns, significativo ($p < 0,01$), ($p < 0,05$) e não significativo, respectivamente.

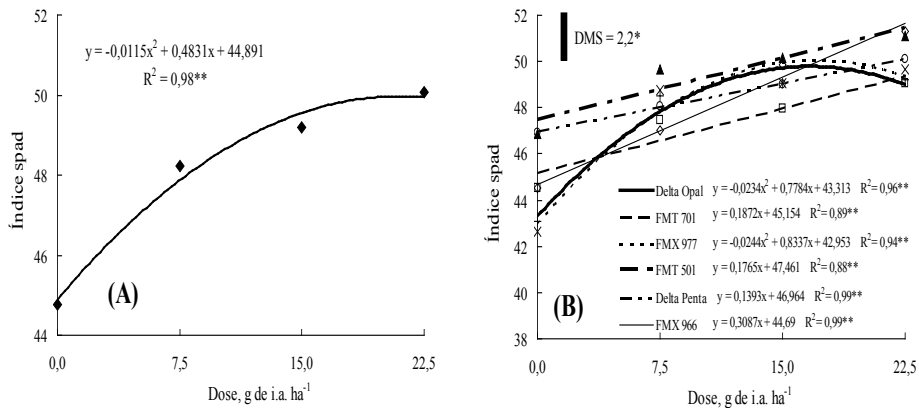


FIG. 2. Média do índice spad de todas cultivares (A) e de cada cultivar (B) Delta Opal (+), FMT 701 (□), FMX 977 (x), FMT 501 (▲), Delta Penta (°), FMX 966 (◇) medido aos 49 DAE (15 dias após aplicação de CM), em virtude das doses de CM.

‘DeltaOpal’ apresentou a menor taxa (Tabela 2). Decorridos 15 dias da aplicação do CM, não existiram diferenças entre as cultivares, efeito das doses de CM e da interação das doses com as cultivares sobre a concentração interna de CO₂ e condutância estomática, bem como sobre a taxa de assimilação

líquida de CO₂ (Tabela 2). Tal fato acarretou em discordância dos dados obtidos por Marur (1998), que relatou aumento da taxa de assimilação líquida de CO₂ pela aplicação de CM, e também dos obtidos por Reddy et al. (1996), que relataram redução de 25% na fotossíntese líquida das plantas,

resultando em perda da capacidade fotossintética pelo menos 20 dias após a aplicação de CM.

CONCLUSÕES

Há redução da área foliar, da produção de matéria seca e do número de estruturas reprodutivas abortadas pela aplicação de cloreto de mepiquat, com diferenças de respostas entre cultivares.

Não houve alteração da fotossíntese pela aplicação foliar de cloreto de mepiquat, bem como diferença de resposta entre as cultivares de algodoeiro testadas.

Todas as cultivares apresentam aumento do índice spad quando se aplicou cloreto de mepiquat, e este efeito se intensificou por causa do aumento da dose utilizada.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA FILHO, M. P.; COBUCCI, T.; FAGERIA, N. K.; MENDES, P. N. Época de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado monitorada com auxílio de sensor portátil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 3, n. 2, p. 425-431, 2009.
- BARRABÉ, A.; RAPIDEL, B.; SOSSOKO, F.; TRAORÉ, B.; WERY, J. Elaboration and test of a decision rule for the application of mepiquat chloride on cotton in Mali. **European Journal of Agronomy**, v. 27, p. 197-204, 2007.
- COTHREN, J. T.; OOSTERHUIS, D. M. Use of growth regulators in cotton production. In: STEWART, J. M.; OOSTERHUIS, D. **Physiology of Cotton**. New York: Springer, 2009. p. 289-303.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1999. 412p.
- GARCIA, R. A.; TOLEDO, M. Z.; ROSOLEM, C. A. Growth regulator losses from cotton plants due to rainfall. **Scientia Agrícola**, v. 67, n. 2, p. 158-163, 2010.
- GAUSMAN, H. W.; WALTER, H.; STEIN, E.; RITTIG, F. R.; LEAMER, R. W.; ESCOBAR, D. E.; RODRIGUEZ, R. R. Leaf CO₂ (carbon dioxide) uptake and chlorophyll ratios of PIX (1, 1-dimethyl-piperidinium-chloride)-treated cotton. In: PLANT GROWTH REGULATOR WORKING GROUP, 6., 1979, Las Vegas. **Proceedings...** Las Vegas: Longmont, 1979. p. 117-125.
- GODOY, L. J. G.; SOUTO, L. S.; FERNANDEZ, D. M.; BÔAS, R. L. V. Uso do clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada para milho em sucessão a pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Ciência Rural**, v. 37, p. 38-44, 2007.
- HEITHOLT, J. J.; SASSENATH-COLE, G. F. Inter-Plant competition: Growth responses to plant density and row spacing. In: STEWART, J. M.; OOSTERHUIS, D. **Physiology of Cotton**. New York: Springer, 2010. p. 179-186.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, I. The water culture method for growing plants without soil. **Cirulating of California Agricultural Experiment Station**. v. 347, p. 32, 1950.
- IQBAL, M.; HAYAT, K.; NOOR-UL-ISLAM. Cotton response to mepiquat chloride and nitrogen under ultra narrow plant spacing. **Asian Journal of Plant Sciences**, v. 6, n. 1, p. 87-92, 2007.
- MARUR, J. C. Fotossíntese e translocação de carboidratos em algodoeiros submetidos à déficit hídrico após a aplicação de cloreto de mepiquat. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 10, n. 1, p. 59-64, 1998.
- MEDEIROS FILHO, S.; SILVA, S. O.; DUTRA, A. S.; TORRES, S. B. Metodologia de teste de germinação em sementes de algodão, com línter e deslinterada. **Caatinga**, v. 19, n. 1, p. 56-60, 2006.

- NUTI, R. C.; CASTEEL, S. N.; VIATOR, R. P.; LANIER, J. P.; EDMISTEN, K. L.; JORDAN, D. L.; GRABOW, G. L.; BARNES, J. S.; MATHEWS, J. W.; WELLS, R. Management of cotton grown under overhead sprinkle and sub-surface drip irrigation. **The Journal of Cotton Science**, v. 10, p. 76-88, 2006.
- REDDY, A. R.; REDDY, K. R.; HODGES, H. F. Mepiquat Chloride (PIX) induced changes in photosynthesis and growth of cotton. **Plant Growth Regulation**, v. 20, n. 1, p.179-183, 1996.
- SOUZA, F. S.; ROSOLEM, C. A. Rainfall intensity and mepiquat chloride persistence in cotton. **Scientia Agrícola**, v. 64, n. 2, p. 125-130, 2007.
- STELL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D.A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 3rd. ed. New York: Mc Graw-Hill, 1997. 666 p.
- STEWART, J. M.; OOSTERHUIS, D.; HEITHOLD, J. J.; MAUNEY, J. **Physiology of cotton**. New York: Springer, 2010. 563 p.
- TEIXEIRA, I. R.; KIKUT, H.; BORÉM, A. Crescimento e produtividade de algodoeiro submetido a cloreto de mepiquat e doses de nitrogênio. **Bragantia**, v. 67, n. 4, p. 891-897, 2008.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. 820 p.