

Reguladores de crescimento na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.)

Plant growth regulator in cotton crop (*Gossypium hirsutum* L.)

Reguladores del crecimiento en el cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum* L.)

Recebido: 27/08/2020 | Revisado: 02/09/2020 | Aceito: 08/09/2020 | Publicado: 08/09/2020

Ana Carolina Marinho Rossi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3580-8651>

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: acmrossi@outlook.com

Elen Regina Cáceres de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4854-3808>

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: elen.caceres@hotmail.com

Matheus Gustavo da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5794-679>

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: matheus@uems.br

Resumo

A aplicação adequada de reguladores de crescimento no manejo do algodoeiro permite maior controle do crescimento vegetativo, interferindo positivamente na produtividade da cultura. Objetivou-se comparar os efeitos de níveis de reguladores de crescimento vegetal aplicados no algodoeiro. O experimento foi conduzido no Setor de Fitotecnia da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul - UUA, com delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4, cujos tratamentos foram compostos por dois reguladores de crescimento (cloreto de mepiquat e cloreto de clorquet) aplicados em quatro níveis (0 mL; 100 mL; 200 mL e 300 mL por hectare do produto comercial), com quatro repetições. As aplicações foram parceladas em 4 etapas (25% da respectiva dose total em cada uma delas). A primeira aplicação foi feita quando as plantas atingiram 50 cm de altura média (estádio fenológico B1). As aplicações subsequentes foram realizadas quando as plantas apresentaram média de comprimento dos cinco últimos entrenós da haste principal, igual ou superior a 3,5 centímetros. O cloreto de mepiquat proporciona redução na altura de plantas, menor diâmetro da haste e maior estande de plantas. Para ambos os reguladores, o nível de 200 mL ha⁻¹ do

p.c. promover menores alturas de plantas e diâmetros da haste. O aumento dos níveis dos reguladores resulta em menores produtividades de algodão em caroço e redução no número de capulhos abertos por planta. A massa de 100 sementes, a produtividade e o rendimento de fibra não são afetados pelo uso dos reguladores em diferentes níveis.

Palavras-chave: Ácido giberélico; Cloreto de cloromequat; Cloreto de mepiquat; *Gossypium hirsutum* L.

Abstract

The proper application of growth regulators in cotton management allows greater control of vegetative growth, positively interfering in crop productivity. The objective of this study was to compare the effects of the use of plant growth regulators applied separately at different levels in the cotton tree. The experiment was conducted in the Phytotechnics Sector of the State University of Mato Grosso do Sul – AUU. with a randomized block design, in a 2x4 factorial scheme, the treatments were composed of two growth regulators (mepiquat chloride and chlormequat chloride) and four levels of them (0 mL; 100 mL; 200 mL and 300 mL per hectare of commercial product), with four repetitions. Applications were divided into 4 stages (25% of the respective total dose in each of them. The first application was made when the plants reached between 40 and 50 cm high (phenological stage B1). Subsequent applications were made when the plants presented an average length of the last five between us of the main stem, equal to or greater than 3.5 centimeter. For both regulators, the 200 mL ha⁻¹ level of the commercial product promotes the smallest plant heights and stem diameter. Increasing regulatory levels results in lower cotton yields in lumps and reduction in the number of open bolls per plant. There was no effect of split application on regulator levels for the variables a hundred grain mass, cotton plume production, and fibre yield.

Keywords: Gibberellic acid; Chlormequat chloride; Mepiquat chloride; *Gossypium hirsutum* L.

Resumen

La adecuada aplicación de reguladores de crecimiento en el manejo del algodón permite un mayor control del crecimiento vegetativo, interfiriendo positivamente en la productividad del cultivo. El objetivo era comparar los efectos de los niveles de reguladores del crecimiento vegetal aplicados al algodón. El experimento se llevó a cabo en el Sector de Fitotecnia de la Universidad Estatal de Mato Grosso do Sul - UUA, con un diseño de bloques al azar, en un esquema factorial 2x4, cuyos tratamientos estuvieron compuestos por dos reguladores de

crecimiento (cloruro de mepiquat y cloruro de cloromequat) aplicados en cuatro niveles (0 mL; 100 mL; 200 mL y 300 mL por hectárea de producto comercial), con cuatro repeticiones. Las aplicaciones se dividieron en 4 etapas (25% de la dosis total respectiva en cada una). La primera aplicación se realizó cuando las plantas alcanzaron 50 cm de altura promedio (etapa fenológica B1). Las aplicaciones posteriores se realizaron cuando las plantas tenían una longitud promedio de los últimos cinco entrenudos del tallo principal, igual o superior a 3,5 centímetros. El cloruro de mepiquat proporciona una reducción en la altura de la planta, un diámetro de tallo más pequeño y una planta más grande. Para ambos reguladores, el nivel de 200 mL ha⁻¹ del p.c promueve alturas de plantas y diámetros de tallos más pequeños. El aumento en los niveles de reguladores resulta en menores rendimientos de semilla de algodón y una reducción en el número de cápsulas abiertas por planta. El peso de 100 semillas, la productividad y el rendimiento de fibra no se ven afectados por el uso de reguladores a diferentes niveles.

Palabras clave: Ácido giberélico; Cloreto de cloromequat; Cloreto de mepiquat; *Gossypium hirsutum* L.

1. Introdução

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma espécie de importância econômica a nível mundial, cujo fruto, além de ser matéria prima para produção de óleo vegetal e ração animal, é essencial para a indústria têxtil, que configura como o principal destino comercial do algodão (Vasconcelos et al., 2018).

Para que esta cultura atingisse elevadas produtividades, foi necessária a adoção de boas práticas de manejo agrícola, dentre elas, destacou-se a aplicação de produtos reguladores de crescimento, definidos como todas as substâncias que de alguma forma alterem o metabolismo e o balanço hormonal da planta, controlando seu crescimento vegetativo, promovendo desfolha e/ou acelerando a maturação dos frutos (Lamas & Ferreira, 2014).

A utilização de reguladores de crescimento que inibem a biossíntese de ácido giberélico, proporciona redução no porte das plantas e maior manipulação da arquitetura das mesmas, para obtenção de condições adequadas de cultivo e colheita, otimizando a aplicação pulverizada de defensivos e interceptação da luz solar.

Por ser uma planta com hábito de crescimento indeterminado, o algodoeiro pode apresentar excessivo crescimento vegetativo e consequente desbalanço na relação fonte/dreno,

resultando em menores produtividades. Nesse sentido, torna-se imprescindível a aplicação de reguladores de crescimento em função do desenvolvimento desta cultura (Ferrari, 2012).

Os reguladores de crescimento podem ser aplicados de várias formas, via semente (por tratamento de sementes tradicional ou embebição) ou via foliar, em aplicação única ou parcelada (Soares, 2010). Porém, constata-se discrepância na literatura sobre quais os efeitos causados pelo uso e aplicação de diferentes níveis de reguladores de crescimento, nos componentes de produção e na morfologia do algodoeiro.

Para Furlani Júnior et al. (2003) e Stewart (2019) a redução de plantas foi obtida com o uso dos reguladores de crescimento via foliar, com a dose total aplicada parceladamente. Entretanto, de acordo com Yates et al (2005), apesar da embebição de sementes com reguladores de crescimento ser pouco prática por requerer imersão, secagem e armazenamento das sementes antes da semeadura, esse método quando comparado com o tratamento de sementes tradicional, reduziu em dobro a altura de plantas.

Segundo Lamas & Ferreira (2014), a dose total aplicada do cloreto de cloromequat e do cloreto de mepiquat variou entre 50 e 75 g ha⁻¹, porém essa dose poderia ser aumentada para até 100 g ha⁻¹, dependendo das condições ambientais e época de semeadura. Os mesmos autores também defenderam que a aplicação dos reguladores deveria ser parcelada, observado o crescimento das plantas.

Apesar dos benefícios oriundos da aplicação dos reguladores de crescimento, o manejo destes produtos ainda é um desafio para os cotonicultores, devido a temperaturas elevadas e déficit hídrico (Echer & Rosolem, 2017). Aliado a isso, deve-se considerar a sensibilidade da planta aos reguladores, observada a diversidade de cultivares em uso oriundas do melhoramento genético, que, por sua vez, apresentam características variadas de porte (alto, médio e/ou baixo) e de ciclo (precoce, médio e/ou tardio), tais diferenças podem interferir diretamente na resposta da planta ao regulador (Bogiani, 2008).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi comparar os efeitos dos reguladores de crescimento vegetal, cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat aplicados em diferentes níveis no algodoeiro.

2. Metodologia

O experimento foi conduzido de dezembro de 2018 a maio de 2019, na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Unidade Universitária de Aquidauana (UEMS/UUA), Setor de Fitotecnia, situado no município de Aquidauana, MS, nas coordenadas 20°27'S e 55°40'W

com uma altitude média de 170 metros. O clima da região, segundo a classificação descrita por Köppen-Geiger é do tipo Aw (Tropical de Savana) com precipitação média anual de 1282,7 mm e temperaturas médias com máxima de 33° C e mínima de 19°C, com inverno seco e verão chuvoso.

O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo distrófico de textura arenosa, conforme os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (Santos et al., 2018). As características químicas do solo estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos do solo. Aquidauana – MS, 2019.

Camada Cm	pH		P mg·dm ⁻³	MO g·dm ⁻³	K	Ca+Mg	Al	H cmol _c ·dm ⁻³	Al+H	S	T	V %
	CaCl ₂	H ₂ O										
0-20	5,1	5,7	49,7	16,7	0,3	4,4	0	2,3	2,3	4,7	7,0	67
20-40	5,0	5,6	40,3	12,6	0,2	3,7	0	2,1	2,1	4,0	6,1	65

Fonte: Os autores.

Na preparação da área experimental foi realizada dessecação com os herbicidas diuron+paraquate e 2,4-D, nas doses de 200 g ha⁻¹, 400 g ha⁻¹ e 806 g ha⁻¹ do i.a., respectivamente, aplicados em área total por meio de pulverização mecanizada realizada com o trator Massey Ferguson 4283, utilizando pulverizador acoplado com capacidade de 600 litros.

Após a secagem e morte das plantas, foi realizado o preparo mecanizado do solo, com a utilização de subsolador, grade e niveladora.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4, com os tratamentos sendo compostos pela combinação entre dois reguladores de crescimento (cloreto de mepiquat e cloreto de cloromequat) e quatro níveis dos mesmos (0 mL; 100 mL; 200 mL e 300 mL por hectare do produto comercial.), com quatro repetições. As aplicações foram realizadas parceladamente, em 4 etapas (25% da respectiva dose total em cada uma delas).

As parcelas foram constituídas por seis linhas com 4 metros de comprimento, com espaçamento entrelinhas de 0,90 m. Para se evitar o efeito bordadura, foram desconsideradas as linhas mais externas de cada parcela, bem como 0,5 m de suas extremidades.

As sementes foram tratadas a campo com o fungicida/inseticida piraclostrobina+tiofanato metílico+fipronil na dose de 500 mL 100 kg⁻¹ de sementes.

A semeadura do algodão foi realizada em 06/12/2018, utilizando-se a semeadora-adubadora KF 7040-A, regulada para distribuição de 15 sementes por metro. A cultivar

utilizada foi de ciclo tardio, sistema radicular agressivo, com aptidão para solos de média fertilidade e altamente exigente em regulador de crescimento (TMG, 2019).

Em conjunto com a semeadura, foi feita a adubação com 250 kg ha⁻¹ da formulação 04-20-20. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada aos 35 DAS, na dose de 40 kg ha⁻¹ de N, utilizando sulfato de amônio (Raij et al., 1997).

O controle de plantas daninhas após a emergência da cultura foi realizado manualmente por meio de capinas e quimicamente através da aplicação do herbicida diurom na dose de 1,2 kg ha⁻¹ do i.a. Para o controle de pragas foram aplicados os inseticidas diafentiurom na dose de 400 g ha⁻¹ do i.a. e o profenofós + lufenuron nas doses de 200 g ha⁻¹ e 20 g ha⁻¹ dos i. a., respectivamente. O controle de doenças fúngicas foi feito mediante aplicação do fungicida azoxistrobina + benzovindiflupir nas doses de 90 g ha⁻¹ e 45 g ha⁻¹ dos i.a., respectivamente. Para aplicação de todos os agroquímicos foi utilizado pulverizador costal motorizado com capacidade de 25 litros.

A primeira aplicação dos reguladores de crescimento foi feita aos 26 dias após emergência (DAE), quando as plantas apresentaram altura entre 45 cm e 50 cm. As demais aplicações foram feitas aos 32 DAE, 45 DAE e 72 DAE. Para essas aplicações, foram selecionadas ao acaso duas plantas em cada parcela, ao lado de cada planta foi fixada uma régua milimetrada, que permitiu o monitoramento do crescimento das plantas. A coleta dos dados de altura foi feita semanalmente para auxiliar na tomada de decisão sobre as aplicações subsequentes de regulador.

O intervalo entre as aplicações foi dado de acordo com a distância média entre os cinco últimos entrenós da haste principal. As plantas com distância média de entrenós igual ou superior a 3,5 cm indicavam necessidade de nova aplicação dos reguladores (Echer & Rosolem, 2017).

O estande de plantas (EPL) foi determinado pela contagem das plantas eretas em dois metros, correspondentes às duas linhas centrais de cada parcela, extrapolando-se para plantas por hectare (Bogiani, 2008).

Foram coletadas cinco plantas das quatro linhas centrais de cada parcela do experimento no momento da colheita. Nestas plantas foram mensuradas a altura (APL), o diâmetro da haste (DHA) e o número de capulhos abertos por planta (NCAP). A medição da altura das plantas foi feita com o auxílio de fitas métricas posicionadas da base ao topo da planta; o diâmetro da haste foi obtido utilizando-se paquímetro digital que media a haste da planta respeitando uma altura de 2 cm em relação ao solo, por fim, a contagem dos capulhos abertos por planta foi realizada mediante colheita manual (Ferrari, 2012).

A massa do capulho (MCAP) foi obtida pela pesagem de 10 capulhos colhidos manualmente nas quatro linhas centrais de cada parcela, com os mesmos sendo pesados em balança digital analítica.

A obtenção da massa de 100 grãos (M100) foi realizada ao final da colheita manual das quatro linhas centrais de cada parcela. Após separar os caroços das fibras, os grãos foram pesados em balança digital analítica.

Após a colheita manual, foram retiradas as brácteas dos capulhos, restando apenas a fibra e sementes (produção de algodão em caroço). Posteriormente separou-se a fibra das sementes, obtendo-se assim a produção de fibra. Os valores obtidos foram extrapolados para @ ha-1.

O rendimento de fibra foi calculado por meio da relação entre a produtividade de fibra e de algodão em caroço, conforme descrito: rendimento de fibra = [(produtividade de fibra * 100) / produtividade de algodão em caroço].

Os dados obtidos pelas avaliações foram submetidos à análise de variância (Anova), utilizando o software SISVAR. Realizou-se o teste de Tukey para os reguladores de crescimento e análise de regressão para os níveis dos reguladores.

3. Resultados e Discussão

Independente dos níveis dos reguladores, o cloreto de chlormequat proporcionou maior estande de plantas (Tabela 2), porém novos experimentos que investiguem a relação entre a aplicação foliar desses reguladores e o estande de plantas devem ser conduzidos, no intuito de aprimorar as recomendações de uso dos mesmos.

O uso do cloreto de mepiquat foi o mais efetivo na redução da altura das plantas de algodão (Tabela 2). Nesse sentido, a aplicação de regulador permitiu ao algodoeiro alocar seus fotoassimilados em estruturas reprodutivas, possibilitando ao mesmo expressar seu potencial produtivo

Tabela 2. Resumo da análise de variância e valores médios para estande de plantas (EPL), altura de plantas (APL) e diâmetro da haste (DHA) para a cultura do algodão, em função da aplicação de reguladores de crescimento. Aquidauana-MS, 2019.

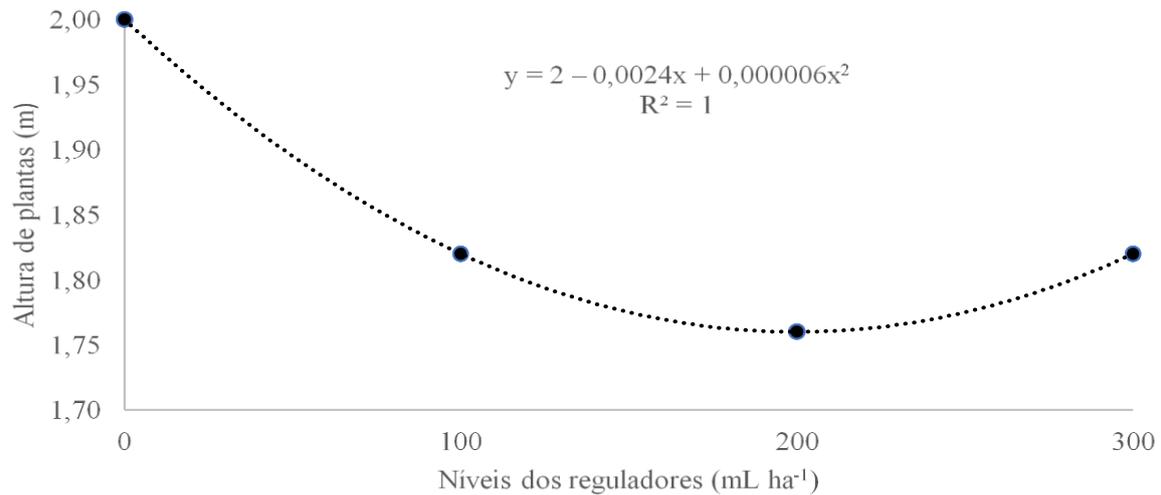
Tratamentos		EPL	APL	DHA
		plantas/há	M	mm
Reguladores de Crescimento (RC)	CM	75.780 b	1,79 b	14,78 b
	CC	89.756 a	1,91 a	16,36 a
D.M.S.		8.803	11,07	1,32
Níveis dos Reguladores de Crescimento (NRC) mL ha ⁻¹	0	82.812	2,01 ¹	17,25 ²
	100	82.638	1,82 ¹	15,06 ²
	200	87.499	1,76 ¹	14,84 ²
	300	78.124	1,82 ¹	15,14 ²
Valores de F	RC	10,90*	5,29*	6,19*
	NRC	0,80 ^{ns}	4,19*	3,16*
	RC * NRC	0,30 ^{ns}	1,23 ^{ns}	2,47 ^{ns}
C.V. (%)		14	8	11

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CM= cloreto de mepiquat; CC= cloreto de cloromequat; ns= não significativo; *= significativo pelo teste F; DMS= diferença mínima significativa; C.V.= coeficiente de variação. 1. $y = 2 - 0,0024x + 0,000006x^2$ ($R^2 = 1$). 2. $y = 16,557 - 0,0066x$ ($R^2 = 0,5669$). Fonte: Autores (2020).

De modo geral, o uso de ambos os reguladores em diferentes níveis, proporcionou redução de cerca de 10% na altura de plantas no momento da colheita (Figura 1). Resultados semelhantes para altura de plantas tratadas com cloreto de mepiquat via foliar, foram obtidos por Nagashima (2008), que constatou redução da altura de plantas de, aproximadamente, 10 % aos 60 DAE e de 16 % no estágio C1 (abertura do capulho no primeiro ramo frutífero), cujo efeito redutor permaneceu até a colheita do algodão.

Ferrari (2015) em seu experimento com sistemas de aplicação de subníveis de glifosato e regulador de crescimento em algodoeiro, constatou diminuição na ordem de 26% na altura de plantas com aplicação do cloreto de mepiquat, sendo que a diminuição no porte das plantas teve início a partir dos 70 DAE e estendeu-se até o final do ciclo, evidenciando a eficácia do uso de reguladores de crescimento inibidores da síntese de giberelina, na redução da altura de plantas (Rosolem et al., 2013). Nesse sentido, a redução no porte das plantas tratadas com cloreto de mepiquat, foi atribuída ao aumento na quantidade de nós e redução no comprimento de internódios (Lamas et al., 2000).

Figura 1. Ajuste da análise de regressão para altura do algodoeiro em função da aplicação de níveis de reguladores de crescimento. Aquidauana-MS, 2019.



Fonte: Autores (2020).

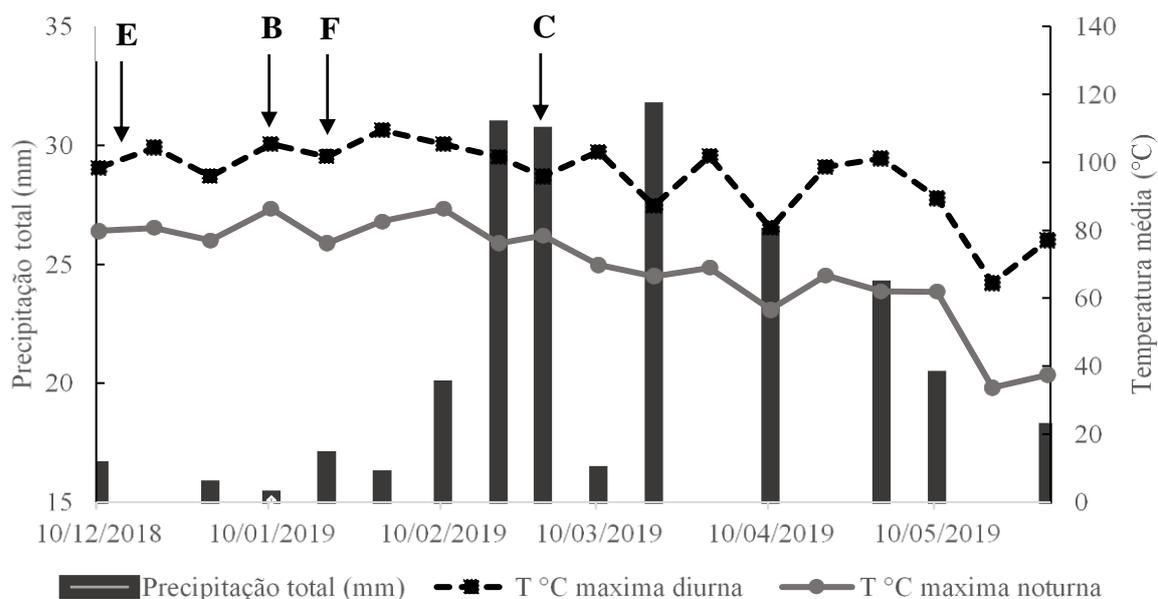
A aplicação de reguladores de crescimento no algodoeiro foi eficiente no controle da altura de plantas, porém, notou-se que a média da altura obtida neste trabalho foi maior à recomendada, que é de 1,30 m no momento da colheita (Lamas et al., 2014). Tal fato pode ser explicado, principalmente, pelas elevadas temperaturas diurnas e, em especial, noturnas características da região de desenvolvimento do experimento (Figura 3), não desconsiderando fatores como déficit hídrico, espaçamento e altitude, que também interferiram na resposta da planta ao regulador.

Notou-se que a média das temperaturas noturnas correspondentes aos meses de dezembro, janeiro e fevereiro variaram de 27,3 °C a 25,9°C, temperaturas consideradas altas para a cultura do algodão. Além das elevadas temperaturas noturnas durante as fases vegetativa, formação de botão floral e abertura do capulho (Figura 2), ao longo do ciclo da cultura, foram registradas horas de intenso calor. Os maiores picos de temperaturas diurna e noturna foram registrados nos meses de fevereiro (39,5°C) e janeiro (38,2°C), respectivamente.

Rosolem et al. (2006), constataram que o maior controle da altura de plantas foi obtido com uso do cloreto de mepiquat nas temperaturas de 32°C (diurna) e 22°C (noturna), temperaturas superiores a essas, diminuíram a eficiência do regulador de crescimento. De maneira semelhante, Reddy et al. (1990) defendem que a ação dos reguladores é nula ou

significativamente menor em temperaturas diurna e noturna maiores ou menores que 30°C e 20°C, respectivamente.

Figura 2. Dados de temperatura máxima diurna, máxima noturna (°C) e precipitação (mm) em decêndios no cultivo de algodão, de acordo com os estádios fenológicos do algodoeiro (E= emergência; B= formação de botões florais; F= abertura da flor; C= abertura do capulho). Aquidauana-MS, 2019.



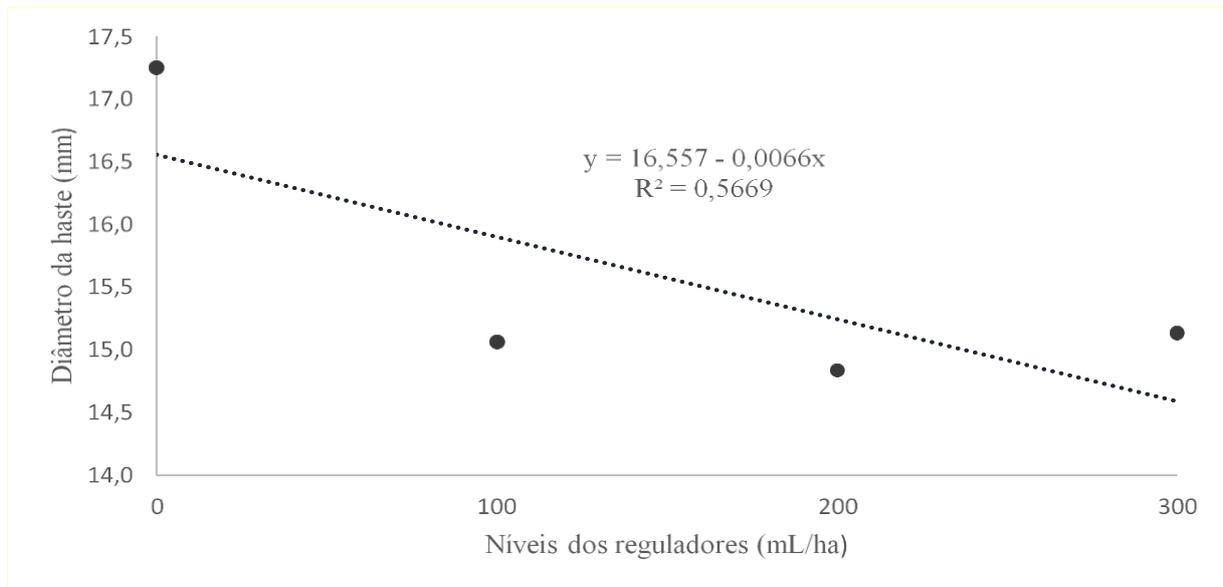
Fonte: Os autores (2020).

Os menores diâmetros de haste foram obtidos com aplicação do cloreto de mepiquat (Tabela 2). Em relação aos níveis, notou-se redução nos diâmetros de haste com o aumento dos níveis de ambos os reguladores (Figura 3). Esse resultado corroborou com o obtido por Lima & Scudeler (2011) que ao estudarem os efeitos de níveis e modos de aplicação de cloreto de chlormequat sobre o algodoeiro, evidenciaram a diminuição do diâmetro com o aumento dos níveis.

A redução do diâmetro caulinar também foi evidenciada por Cordão Sobrinho et al. (2007) em seu experimento com algodoeiro submetido a 4 níveis de cloreto de mepiquat (0, 50, 75 e 100 g ha⁻¹ do i.a.) e 5 lâminas de irrigação (125,30; 298,35; 353,89; 521,86 e 741,64 mm), no qual, embora não tenha sido observado efeito dos níveis sobre o diâmetro da haste, os autores constataram que houve aumento do diâmetro caulinar até os 100 DAE, após este período, os diâmetros reduziram significativamente até os 120 DAE, quando as últimas plantas foram coletadas para avaliação.

Ainda segundo estes autores, essa redução no diâmetro da haste principal em fase avançada do ciclo do algodoeiro, foi explicada pela mobilização de substâncias de reserva, que são destinadas para estabelecimento da produção final, em que caules e raízes passam a ser fonte para a formação e manutenção dos capulhos (drenos).

Figura 3. Ajuste da análise de regressão para diâmetro da haste do algodoeiro em função da aplicação de níveis de reguladores de crescimento. Aquidauana-MS, 2019.



Fonte: Os autores (2020).

O número de capulhos por planta não sofreu alteração em virtude do regulador utilizado (Tabela 3), mas teve redução significativa com o aumento dos níveis de ambos os reguladores (Figura 4).

Essa redução também foi evidenciada por Nagashima et al. (2007) que, ao compararem aplicação foliar e embebição de semente com cloreto de mepiquat, observaram que a aplicação foliar parcelada do regulador a uma dose total de 120 g ha⁻¹ de i.a., diminuiu o número de capulhos por planta. Entretanto, Athayde & Lamas (1999), ao estudarem a aplicação parcelada de níveis de cloreto de mepiquat em algodoeiro, não encontraram relação precisa entre o aumento de níveis e número de capulhos abertos por planta.

Diante dessa prerrogativa, cabe ressaltar o ponto de vista defendido por Oliveira et al. (2012), de que as condições edafoclimáticas de cultivo são fatores determinantes para garantia da eficiência no uso de reguladores de crescimento no algodoeiro, evidenciando que a diminuição no número de capulhos por planta obtida neste trabalho, foi atribuída ao estresse térmico ao qual o algodoeiro foi submetido, observadas as características climáticas da região

pois, o processo de retenção de frutos é um dos mais sensíveis à altas temperaturas (Reddy et al., 1992).

Dependendo da severidade e da duração do estresse térmico, a fertilização do óvulo da flor, que dará origem ao fruto, pode ser drasticamente prejudicada ou inviabilizada por consequência da inibição dos gametófitos, paralisia da germinação do pólen (Jain et al., 2007), limitação do crescimento do tubo polínico (Burke et al., 2004) e alteração nos tecidos da antera e do pistilo (Zinn et al., 2010).

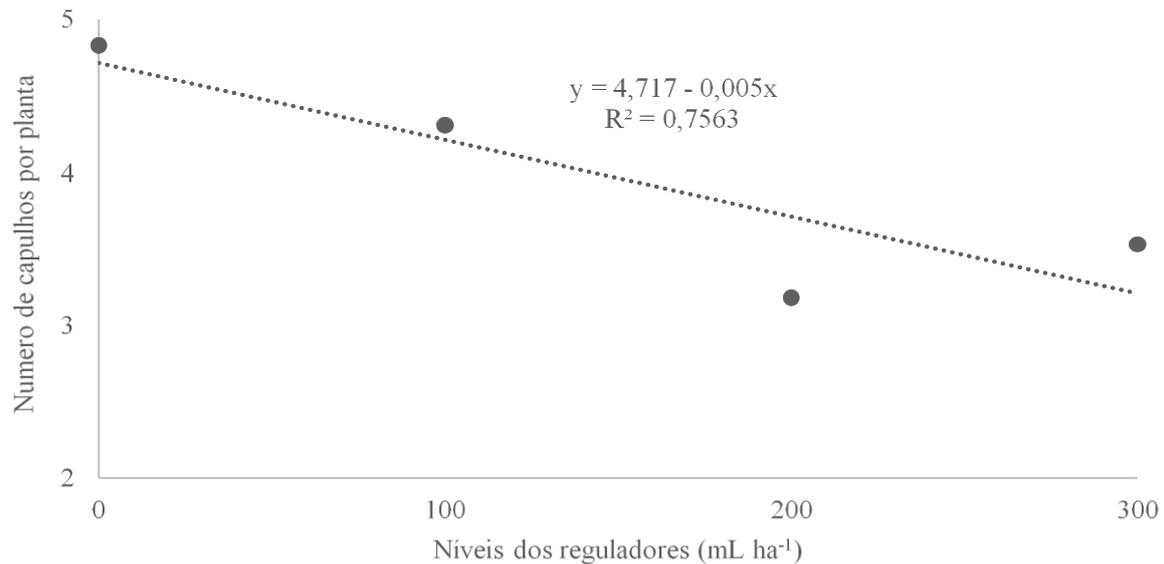
A massa dos capulhos correspondente ao tratamento com cloreto de mepiquat, foi cerca de 10% superior à massa dos capulhos das plantas com cloreto de cloromequat, em contrapartida, os diferentes níveis dos reguladores não influenciaram sobre essa variável (Tabela 3). A obtenção de capulhos mais pesados foi atribuída ao maior controle do crescimento vegetativo das plantas com cloreto de mepiquat, o que permitiu às mesmas alocarem energia e fotoassimilados para produção e maturação de frutos.

Tabela 3. Resumo da análise de variância e valores médios para número de capulhos abertos por planta (NCAP), massa do capulho (MCAP) e massa de 100 grãos (M100) para a cultura do algodão, em função de reguladores de crescimento aplicados em diferentes níveis. Aquidauana-MS, 2019.

Tratamentos		NCAP	MCAP	M100
		-	g	G
Reguladores de Crescimento (RC)	CM	3,68 a	5,97 a	9,10 a
	CC	4,25 a	5,42 b	9,48 a
D.M.S.		0,81	0,43	0,54
Níveis do Reguladores de Crescimento (NRC) mL ha ⁻¹	0	4,83 ¹	5,84	9,44
	100	4,31 ¹	5,57	8,97
	200	3,18 ¹	5,83	9,59
	300	3,53 ¹	5,55	9,17
Valores de F	RC	2,16 ^{ns}	7,24*	2,09 ^{ns}
	NRC	3,69*	0,59 ^{ns}	1,15 ^{ns}
	RC * NRC	2,12 ^{ns}	0,83 ^{ns}	2,4 ^{ns}
C.V. (%)		28	10	8

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CM= cloreto de mepiquat; CC= cloreto de cloromequat; ns= não significativo; *= significativo pelo teste F; DMS= diferença mínima significativa; C.V= coeficiente de variação. 1. $y = 4,717 - 0,005x$ ($R^2 = 0,7563$).
 Fonte: Os autores (2020).

Figura 4. Ajuste da análise de regressão para número de capulhos por planta em função da aplicação de níveis de reguladores de crescimento. Aquidauana-MS, 2019.



Fonte: Os autores (2020).

O incremento na massa de capulhos com aplicação de cloreto de mepiquat também foi evidenciado por Teixeira et al. (2008) que, ao avaliarem níveis de N na presença e ausência de cloreto de mepiquat, notaram maior massa de capulhos no tratamento com regulador, comparado ao tratamento sem regulador. Tal resultado foi atribuído à aplicação do produto desde os estádios iniciais da cultura, cuja aplicação foi parcelada aos 40, 60 e 80 DAE, o que resultou no maior surgimento de frutos nos ramos laterais em detrimento do desenvolvimento vegetativo.

Beltrão (1998) também demonstrou resultado semelhante, descrevendo que a aplicação do cloreto de mepiquat favorece o equilíbrio entre as partes vegetativas e reprodutivas do algodoeiro, de maneira que os fotoassimilados sejam melhor aproveitados para frutificação.

A massa de 100 sementes não foi influenciada nem pelos reguladores, nem pelos seus diferentes níveis (Tabela 3). O efeito nulo dos reguladores e seus níveis, neste caso, foi atribuído, no geral, às constantes temperaturas elevadas durante todo o ciclo do algodoeiro. Este resultado também foi obtido por Reddy et al. (1999), que observaram a ocorrência de sementes não desenvolvidas (motes) em temperaturas acima de 26°C, sendo este fato atribuído à possível inibição do pólen/óvulo, ou abortamento de óvulos recém fertilizados.

A aplicação dos reguladores e de seus níveis não interferiu na produtividade de fibra (Tabela 4). Em contrapartida, Lamas et al. (2001) ao analisar o efeito da aplicação única e fracionada do cloreto de mepiquat (dose total de 50 g ha⁻¹) e do cloreto de cloromequat (dose total de 100 g ha⁻¹), sobre algumas características do algodoeiro em Primavera do Leste (MT), verificou que a maior produtividade de fibra foi obtida com uso do cloreto de mepiquat, cuja dose total foi parcelada em duas (T3 e T10) e/ou três aplicações (T2 e T18), enquanto que os reguladores aplicados em dose única, não mostraram diferença de produtividade. Diante desses resultados, o autor concluiu que não foi possível explicar consistentemente o motivo dos diferentes efeitos dos tratamentos sobre a produtividade de fibra, porém, que a mesma varia conforme o regulador utilizado e o esquema de parcelamento dos seus níveis totais.

A comprovação de que a eficiência do regulador depende da sua forma de aplicação, serve como indicativo da necessidade de ajuste dos níveis, uso, e do modo de aplicação dos reguladores para obtenção de resultados satisfatórios.

A produtividade de algodão em caroço não foi influenciada pelo regulador utilizado (Tabela 4), mas variou em função da aplicação dos diferentes níveis dos reguladores (Figura 5). Os resultados obtidos para esta variável indicaram que, o aumento progressivo dos níveis dos reguladores reduziu a produtividade de algodão em caroço. Esse fato foi atribuído à redução de capulhos por planta que ocorreu com o aumento dos níveis de ambos os reguladores, uma vez que, o número e peso dos capulhos são os principais componentes da produção de algodão em caroço (Snider & Kawakami, 2014).

A redução da produtividade de algodão em caroço também foi associada ao estresse térmico, pois, por tratar-se de uma planta com metabolismo fotossintético do tipo C3, na presença de altas temperaturas o algodoeiro fixa menores quantidades de CO₂, diminuindo sua eficiência fotossintética, o que leva a baixa concentração de carboidratos para o enchimento de frutos e anomalias na frutificação do algodão (Zhao et al., 2005; Snider & Oosthuis, 2012).

Soares (2010) também observou diminuição na produtividade de algodão em caroço com o aumento da dose de regulador em aplicação foliar, em seu experimento com aplicação de reguladores de crescimento via foliar e semente, no qual foi constatada redução de 70 kg ha⁻¹ de algodão em caroço para cada 10 g de cloreto de mepiquat aplicados.

O resultado obtido por Soares (2010) não corrobora com o averiguado para os estudos de Nagashima et al. (2007) e Lima (2010), que não verificaram redução da produtividade em função da aplicação foliar de reguladores de crescimento. Para Carvalho et al. (1994), a

discordância de resultados em relação aos efeitos dos reguladores no algodoeiro, foi atribuída ao produto, dose, momento e forma de aplicação.

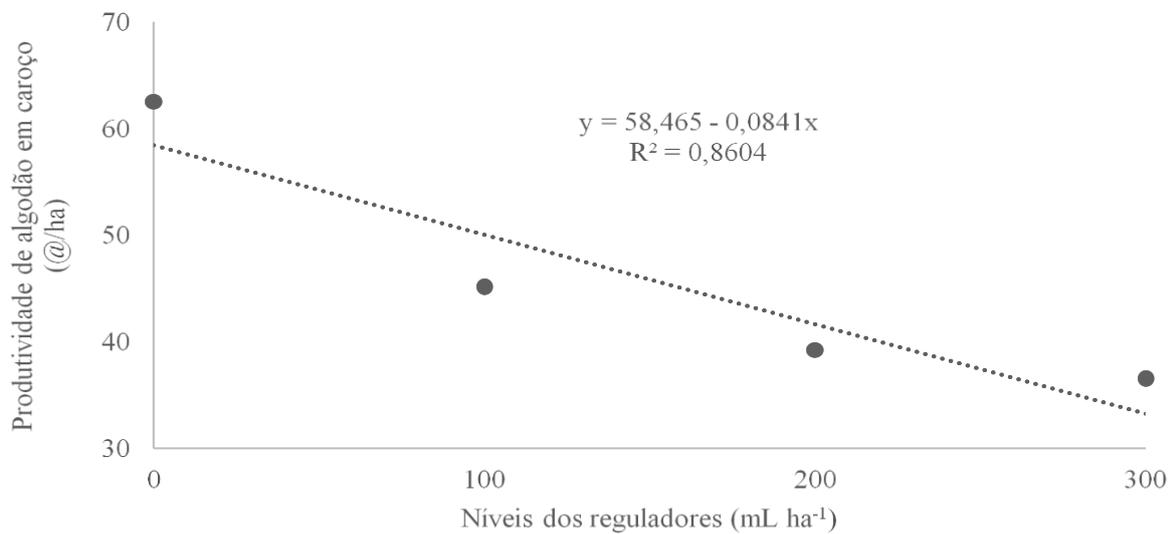
O rendimento de fibra (Tabela 4) não foi alterado por nenhuma das fontes de variação estudadas (nível e regulador). Para Teixeira et al. (2008), a ausência de significância da interação entre os reguladores de crescimento e seus diferentes níveis é devida à fatores endógenos (genótipo) e exógenos da planta, tais como caracteres edafoclimáticos e tratos culturais.

Tabela 4. Resumo da análise de variância e valores médios para produtividade de fibra (PRODF), produtividade de algodão em caroço (PRODC) e rendimento de fibra (RENDF) para a cultura do algodão, em função de reguladores de crescimento aplicados em diferentes níveis. Aquidauana-MS, 2019.

Tratamentos		PRODF	PRODC	RENDF
		@/ha	@/ha	%
Reguladores de Crescimento (RC)	CM	17,00 a	50,66 a	43,49 a
	CC	21,20 a	41,06 a	44,19 a
D.M.S.		5,33	12,91	4,06
Níveis dos Reguladores de Crescimento (NRC) mL ha ⁻¹	0	25,04	62,55 ¹	42,21
	100	20,17	45,14 ¹	44,91
	200	17,01	39,24 ¹	43,15
	300	16,17	36,50 ¹	45,10
Valores de F	RC	4,01 ^{ns}	2,39 ^{ns}	0,13 ^{ns}
	DR	2,45 ^{ns}	3,55*	0,51 ^{ns}
	RC * DR	1,68 ^{ns}	2,35 ^{ns}	0,68 ^{ns}
C.V. (%)		37	38	13

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CM= cloreto de mepiquat; CC= cloreto de cloromequat; ns= não significativo; *= significativo pelo teste F; DMS= diferença mínima significativa; C.V= coeficiente de variação. 1. $y = 58,465 - 0,0841x$ ($R^2 = 0,8604$).
 Fonte: Os autores (2020).

Figura 5. Ajuste da análise de regressão para produtividade de algodão em caroço em função da aplicação de níveis de reguladores de crescimento. Aquidauana-MS, 2019.



Fonte: Os autores (2020).

4. Conclusões

Ambos os reguladores de crescimento são eficientes na redução da altura de plantas, contudo, o cloreto de mepiquat promove maior controle do crescimento vegetativo.

O uso de até 300 mL ha⁻¹ dos reguladores testados, proporciona redução do número de capulhos e da produtividade de algodão em caroço, muito embora não repercuta na massa de 100 grãos, rendimento e produtividade de fibra.

Referências Bibliográficas

Athayde, M. L. F., & Lamas, M. F (1999). Aplicação sequencial de cloreto de mepiquat em algodoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34(3), 369-375. doi: 10.1590/S0100-204X1999000300007

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

Bogiani, J. C (2008). Comportamento de cultivares de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) ao uso de diferentes níveis de cloreto de mepiquat. 61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia,

Agricultura) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita, Faculdade de Ciências Agrônomicas do Campus de Botucatu, Botucatu – SP.

Burke, J. J., Velten, J., & Oliver, M. J (2004). In vitro analysis of cotton pollen-germination. *Agronomy. Journal*, 96(2), 359-368. doi.org/10.2134/agronj2004.3590

Carvalho, L. H., Chiavegato, E. J., Cia, E., Kondo, J. I., Sabino, J. C., Junior, A. P., Bortoletto, N., & Gallo, P. B (1994). Fitorreguladores de crescimento e capação na cultura algodoeira. *Bragantia*, 53(2), 247-254. doi.org/10.1590/S0006-87051994000200014

Cia, E., Carvalo, L. H., Kondo, I., Fuzatto, M. G., Bortoletto, N., Gallo, P. B., Cruz, L. S. P., Sabino, N. P., Junior, A. P., Martins, A. L. M., & Silveira, J. C. O. (1984). Efeito do cloreto de clorocolina e cloreto de mepiquat na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). *Planta Daninha*, 7(2), 23-36. doi.org/10.1590/S0100-83581984000200002

Cordão Sobrinho, F. P., Fernandes, P. D., Beltrão, N. E. M., Soares, F. A. L., & Terceiro Neto, C.P. C (2007). Crescimento e rendimento do algodoeiro BRS-200 com aplicações de cloreto de mepiquat e lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11(3), 284-292. doi.org/10.1590/S1415-43662007000300007

Echer, F. R., & Rosolem, C. A. Plant growth regulation: a method for fine-tuning mepiquat chloride rates in cotton (2017). *Pesquisa Agropecuária Tropical* (Online), 47(3), 286-295. doi.org/10.1590/1983-40632016v4745540

Ferrari, J. V (2012). Manejo da aplicação de regulador de crescimento via sementes em algodoeiro. 68f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Sistema de Produção) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira – SP.

Ferrari, J. V (2015). Sistemas de aplicação de subníveis de glifosato e regulador de crescimento em algodoeiro. 68f. Tese (Doutorado em Agronomia, Sistema de Produção) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira - SP.

Ferreira, A. C. B. (2014). Reguladores de crescimento vegetal em algodão. 4 f. Campina Grande: Embrapa Algodão. (Comunicado técnico, 373).

Furlani, J. E., Silva, N. M., Carvalho, L. H., Bortoletto, N., Sabino, J. C., Bolonhezi, D. (2003). Modos de aplicação de regulador vegetal no algodoeiro, cultivar IAC-22, em diferentes densidades populacionais e níveis de nitrogênio em cobertura. *Bragantia*, 62(2), 227-233. doi.org/10.1590/S0006-87052003000200007

Jain, M., Prasad, P. V. V., Boote, K. J., Hartweell, A. L., Chourney, P. S. (2007). Effects of season-long high temperature growth conditions on sugar-to-starch metabolism in developing microspores of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Planta: An International Journal of Plant Biology*, 227(1), 67-69. doi: 10.1007/s00425-007-0595-y

Kappes, C., Arf, O., Arf, M. V., Gitti, D. C., & Alcalde, A. M. (2011). Uso de reguladores de crescimento no desenvolvimento e produção de crotalária. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 41(4), 508-518. doi.org/10.5216/pat.v41i4.10768.

Lamas, F. M., Athayde, M. L. F., & Banzatto, D. A. (2001). Reações do algodoeiro CNPA-ITA 90 ao cloreto de mepiquat. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35(3), 507-516. doi.org/10.1590/S0100-204X2000000300005

Lamas, F. M., & Ferreira, A. C. B. (2014). Reguladores de crescimento. In: Borém, A.; Freire, E.C. Algodão: Do plantio à colheita. Viçosa-MG: Ed. UFV.

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

Lima, E. S., & Scudeler, F. (2011). Efeitos de níveis e modos de aplicação de cloreto de chlormequat sobre o algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) em sistema adensado. In: 8º Congresso Brasileiro de Algodão/I Cotton Expo, São Paulo-SP. Resumos... Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 957-964.

Nagashima, G. T., Miglioranza, E., Marur, C. J., Yamaoka, R. S., & Gomes, J. C (2007). Embebição de sementes e aplicação foliar com cloreto de mepiquat no crescimento e produção do algodoeiro. *Ciência e Agrotecnologia*, 31(4), 1027-1034. doi.org/10.1590/S1413-70542007000400013

Nagashima, G. T. (2008). Cloreto de mepiquat aplicado em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. raça latifolium). 94f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR.

Oliveira, F. D. A., Medeiros, J. F., Oliveira, F. R. A., Oliveira, M. K. T., & Freire, A. G. (2012). Sensibilidade do algodoeiro ao cloreto de mepiquat em condições salinas. *Revista Ciência Agronômica*, 43(3), 484-492. doi.org/10.1590/S1806-66902012000300010

Raij, B. V., Cantarella, H., Quaggio, J. A., & Furlani, A. M. C. (1997). Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 285f. Instituto Agrônomo de Campinas - IAC. Campinas. (Boletim Técnico, 100).

Reddy, V. R., Baker, D. N., Hodges, H. F (1990). Temperature and mepiquat chloride effects on cotton canopy architecture. *Agronomy Journal*, 82(2), 190-195. doi.org/10.2134/agronj1990.00021962008200020004x

Reddy, K. R., Hodges, H. F., & Reddy, V. R (1992). Temperature Effects on Cotton Fruit Retention. *Agronomy Journal*, 84(1), 26-30. doi.org/10.2134/agronj1992.00021962008400010006x

Reddy, K. R., Davidonis, G. H., Jonhson, A. S., & Vinyard, B. T (1999). Temperature regime and carbon dioxide enrichment alter cotton boll development and fiber properties. *Agronomy Journal*, 91(5), 851-858. doi.org/10.2134/agronj1999.915851x

Rosolem, C., Gonias, E., Bibi, A., Souza, F. S., & Oosterhuis, D. (2006). Effect of temperature on cotton growth response to mepiquat chloride. In: Beltwide Cotton Conferences, San Antonio, Texas. Proceedings. Recuperado de <http://ncc.confex.com/ncc/2006/techprogram/S1447.HTM>

Rosolem, C. A., Oosterhuis, D. M., & Souza, F. S. de (2013). Cotton response to mepiquat chloride and temperature. *Scientia Agricola*, 70(2), 82-87. doi.org/10.1590/S0103-90162013000200004

Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C., Oliveira, V. A., Lumberras, J. F., Coelho, M. R., Almeida, J. A., Araujo Filho, J. C., de Oliveira, J. B., & Cunha, T. J. F (2018). Sistema Brasileiro de Classificação do Solo. Brasília – DF: Embrapa Solos.

Snider, J. L., Oosterhuis, D. M. Heat stress and pollen-pistil interactions (2012). In: D. M. Oosterhuis and J. T. Cothren. Flowering and Fruitin in Cotton. Memphis: Cotton Foundation.

Snider, J. L., Kawakami, E. M. Estresse térmico (2014). In: Rosolem, C. A., Kawaami, E. M., Chiavegato, E. J., Echer, F. R., Brito, G. G., Carvalho, H. D. R., Snider, J. L., Bogiani, J. C., Bernardes, M. S., & Yates, S. O algodoeiro e os estresses abióticos: temperatura, luz, água e nutrientes. Cuiabá - MT: IMA.

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

Souza-Schlick, G. D (2013). Reguladores vegetais para o manejo do porte da mamoneira IAC 2028. 128f. Tese (Doutorado em Agronomia, Agricultura). Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas do Campus de Botucatu, Botucatu-SP.

Stewart, S. (2019). Suggested guidelines for plant growth regulator use on Louisiana cotton. Recuperado de <https://www.lsuagcenter.com/NR/rdonlyres/8E3A2145-FCFD-43EB-9C3F-0B7D4F1540E4/12012/pub2918cotton1.pdf>

Teixeira, I. R., Kikut, H., & Borém, A (2008). Crescimento e produtividade de algodoeiro submetido a cloreto de mepiquat e níveis de nitrogênio. *Bragantia*, 67(4), 891-897. doi.org/10.1590/S0006-87052008000400011

Tozzo, J., Foloni, J. S. S., Sudo, L. T., & Michalovicz, L (2010). Manejo de porte de cultivares de mamona com níveis de cloreto de mepiquat. In: 4º Congresso Brasileiro De Mamona & Simpósio Internacional De Oleaginosas Energéticas. Inclusão Social e Energia: Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 1407-1412.

Tropical Melhoramento e Genética – TMG (2019). Cultivares de algodão 2014/2015. Recuperado de http://www.tmg.agr.br/files/pdf/TMG-Cultivares_de_Algodao_2014-2015.pdf.

Vasconcelos, U. A. A., Cavalcanti, J. J. V., Farias, F. J. C., Vasconcelos, W. S., Santos, R. C. (2018). Diallel analysis in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) for water stress tolerance. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 18(1), 24-30. doi.org/10.1590/1984-70332018v18n1a4

Yeates, S. J., Constable, G. A., & McCumstie, T (2005). Cotton growth and yield after seed treatment with mepiquat chloride in the tropical winter season. *Field Crop Research*, 93(2), 122-131. doi.org/10.1016/j.fcr.2004.09.014

Zhao, D., Reddy, K. R., Kakani, V. G., Kotti, S., & Gao, W (2005). Physiological causes of cotton fruit abscission under conditions of high temperature and enhanced ultraviolet-B radioation. *Physiologia Plantarum*, 124(2), 189-199. doi.org/10.1111/j.1399-3054.2005.00491.x

Zinn, K. E., Tunc-Ozdemir, M., & Harper, J. F (2010). Temperature stress and plant sexual reproduction: uncovering the weakest links. *Journal of Experimental Botany*, 61(7), 1959-1968. doi: 10.1093/jxb/erq053

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Ana Carolina Marinho Rossi – 50%

Elen Regina Cáceres de Souza – 20%

Matheus Gustavo da Silva – 30%