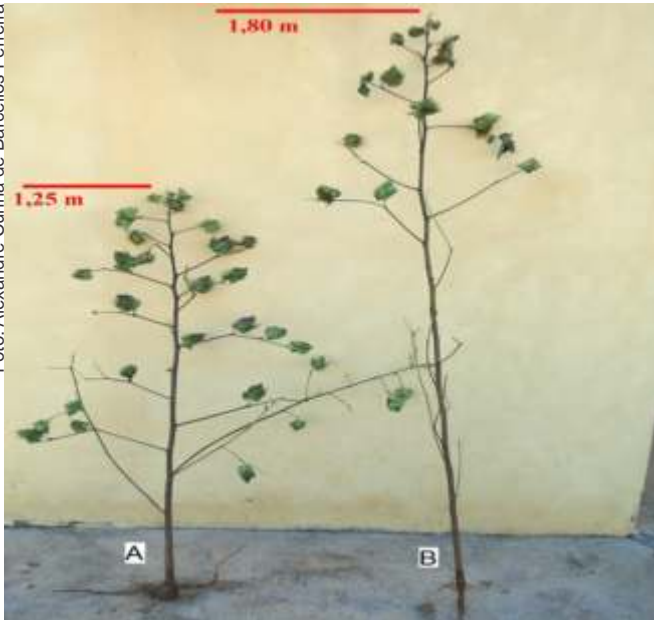


Foto: Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira



A - Regulador de crescimento aplicado adequadamente.
B - Regulador não aplicado de forma correta.

O algodoeiro é uma planta perene com hábito de crescimento indeterminado (COTHREN; OOSTERHUIS, 2010). Fatores como disponibilidade de água no solo e de nitrogênio, luz e temperatura influenciam o seu crescimento. Segundo Echer et al. (2013) e Wells e Stewart (2010), a temperatura é o fator que mais influencia o crescimento da planta, tendo também marcante efeito sobre a sua fenologia, de tal forma que as fases de desenvolvimento do algodoeiro são encurtadas quando a temperatura aumenta de 13 °C para 30 °C.

O potencial produtivo do algodoeiro é determinado pelo número de frutos (capulhos) retidos na planta, que é função do número de nós existentes na haste principal, do número de ramos reprodutivos e da quantidade de pontos de frutificação de cada ramo reprodutivo. De acordo com Rosolem (2012), mais de 80% da produção é oriunda de frutos localizados nos ramos reprodutivos que estão entre o 7º e o 15º nó, acima do nó cotiledonar. De acordo com Anjun et al. (2002), as quatro primeiras posições dos ramos reprodutivos são as mais importantes no que se refere à produtividade e

Pontos a serem considerados no manejo de regulador de crescimento na cultura do algodoeiro

Fernando Mendes Lamas¹
Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira²
Júlio Cesar Bogiani³

qualidade de fibra, sendo decrescente o peso dos capulhos a partir da primeira posição.

Os hormônios vegetais auxinas, giberelinas e citocininas, chamados de promotores do crescimento, são os responsáveis pelo alongamento celular e do caule, e pela divisão celular, respectivamente (COTHREN; OOSTERHUIS, 2010). As giberelinas possuem efeitos diretos sobre o alongamento dos entrenós. O alvo da ação das giberelinas é o meristema intercalar, o qual está localizado próximo à base do entrenó, que produz derivas para cima e para baixo (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Como estratégia para maximizar a produção por planta, busca-se o equilíbrio entre o crescimento vegetativo e o reprodutivo, por meio do uso de reguladores de crescimento (COTHREN; OOSTERHUIS, 2010).

Nas áreas onde o algodoeiro é cultivado em solos corrigidos e condições climáticas favoráveis, frequentemente, verifica-se crescimento vegetativo excessivo, resultando em plantas altas, com densa

⁽¹⁾ Eng.-agrôn., Dr., pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 449, 79804-970 Dourados, MS. E-mail: fernando.lamas@embrapa.br

⁽²⁾ Eng.-agrôn., Dr., pesquisador da Embrapa Algodão, Caixa Postal 179, 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: alexandre-cunha@embrapa.br

⁽³⁾ Eng.-agrôn., Dr., pesquisador da Embrapa Algodão, Rod. BR 020/242, km 51, 47850-000 Luiz Eduardo Magalhães, BA. E-mail: julio.bogiani@embrapa.br

folhagem, o que prejudica a penetração da radiação solar, dificulta a aplicação de defensivos e a colheita mecanizada. A manipulação da arquitetura do dossel das plantas com biorreguladores é uma das importantes estratégias agrônômicas para evitar esses problemas.

Os reguladores de crescimento são substâncias sintéticas que interferem na síntese e movimentação das giberelinas no interior da planta. De acordo com Rademacher (2000), o cloreto de mepiquat, que é uma das substâncias utilizadas como regulador de crescimento, interfere na síntese do ent-caureno, o qual é uma estrutura em anel que confere característica estrutural às giberelinas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Dentre os elementos do clima, a temperatura é o que mais interfere no efeito do regulador de crescimento, assim como no crescimento das plantas. Em trabalho de Souza et al. (2006) foram estudados três intervalos de temperatura (20 °C/15 °C; 32 °C/22 °C e 39 °C/29 °C),

onde os primeiros valores são relativos à temperatura diurna e os segundos, à temperatura noturna. Os autores verificaram que nas temperaturas de 32 °C/22 °C o cloreto de mepiquat foi mais eficaz na redução da altura das plantas.

Outro fator a ser considerado quando da aplicação de reguladores de crescimento é a cultivar (BOGIANI, 2008; O'BERRY et al., 2009), pois o efeito da dose do regulador varia de acordo com o porte, o ciclo e a arquitetura da cultivar (Figura 1), havendo cultivares mais sensíveis que outras. Bogiani e Rosolem (2009) observaram que cultivares precoces apresentam maior sensibilidade ao cloreto de mepiquat, enquanto as cultivares mais tardias necessitam de doses maiores de regulador, para que ocorra a redução do crescimento. Assim, é necessário considerar a cultivar e a temperatura para decidir sobre aplicar ou não regulador de crescimento, bem como qual a dose a ser utilizada.

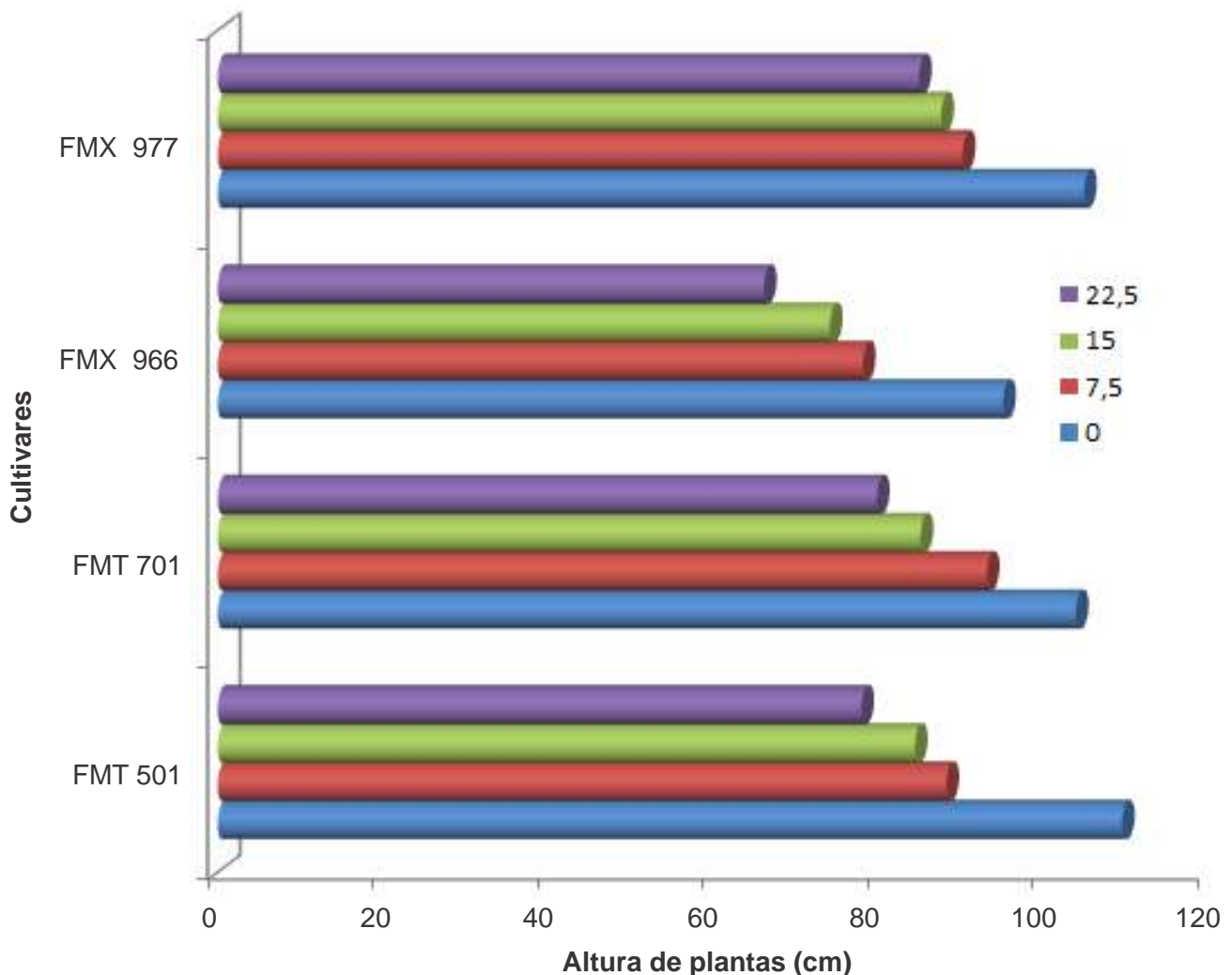


Figura 1. Efeito de doses de cloreto de mepiquat (0; 7,5; 15 e 22,5 g i.a ha⁻¹) sobre a altura de plantas de diferentes cultivares de algodoeiro em avaliação realizada aos 64 dias após a emergência.

Na Tabela 1 estão listadas as cultivares de algodoeiro desenvolvidas pela Embrapa e indicadas para cultivo nos estados de Mato Grosso, Goiás, Bahia e Mato Grosso do Sul, assim como algumas características relacionadas ao porte e ciclo, que, embora controladas geneticamente, são influenciadas pelo ambiente.

Os reguladores de crescimento alteram o balanço entre a parte vegetativa e reprodutiva da planta e esta relação é modificada constantemente durante o ciclo da cultura. Dessa forma, a decisão sobre o momento de aplicar o

regulador de crescimento e a dose a ser utilizada requer monitoramento frequente e intensivo do crescimento das plantas (CHIAVEGATO et al., 2012). Mais importante do que a dose a ser aplicada é o momento em que é realizada a primeira aplicação (LAMAS, 2001).

Dentre os fatores a serem considerados durante o monitoramento das plantas e posterior definição da aplicação de regulador de crescimento, devem ser observados:

Tabela 1. Porte, ciclo e necessidade de regulador de crescimento, de cultivares de algodoeiro da Embrapa, recomendadas para o cerrado brasileiro.

Cultivar	Porte	Ciclo	Necessidade de regulador		
			Alta	Média	Baixa
BRS Aroeira	Alto	Médio	Alta		
BRS Cedro	Alto	Tardio	Alta		
BRS 269	Alto	Tardio	Alta		
BRS 286	Médio	Médio			Baixa
BRS 293	Médio	Médio		Média	
BRS 335	Alto	Tardio	Alta		
BRS 336	Alto	Tardio	Alta		
BRS 368 RF	Baixo	Médio			Baixa
BRS 369 RF	Baixo	Médio			Baixa
BRS 370 RF	Médio	Médio		Média	
BRS 371 RF	Alto	Tardio	Alta		

Comprimento dos internódios – Deve ser de 4 cm a 6 cm. Quando o comprimento dos internódios for menor que 4 cm, a planta apresenta crescimento abaixo do desejado; mais de 6 cm, o crescimento vegetativo está acima do ideal.

Altura das plantas – A altura na época da colheita deve ser de, no máximo, 1,30 m para plantas no sistema convencional (não adensado). Em média, plantas que não estejam sob o efeito de estresse de qualquer natureza apresentam taxa de crescimento diário que varia entre 1,2 cm dia⁻¹ a 1,5 cm dia⁻¹. O regulador deve ser aplicado quando a taxa de crescimento estiver próxima a 1,5 cm dia⁻¹. O valor da taxa de crescimento é obtido da diferença entre a altura atual e a altura anterior do algodoeiro, dividida pelo número de dias entre as duas medições. Por exemplo, no dia 3 de janeiro a altura média das plantas foi de 0,85 m; no dia 10 de janeiro foi de 0,95 m. Portanto, a taxa de crescimento diária será:

$(0,95 - 0,85) / 7 = 1,5 \text{ cm dia}^{-1}$. Nesse caso, aplica-se o regulador de crescimento. Para maior rigor na determinação da taxa de crescimento recomenda-se observar um intervalo, entre uma avaliação e outra, de no máximo sete dias. De maneira geral, o primeiro ramo reprodutivo surge entre o quarto e o sexto nó acima do nó cotiledonar. Quando o primeiro ramo reprodutivo surge a partir de nós acima do sexto nó cotiledonar, as plantas apresentam elevado potencial de crescimento.

Razão entre altura das plantas e número de internódios – É um método indireto para se medir a taxa de crescimento. Essa relação deve ser maior que 2,5 e menor que 4,5. A altura da planta deve ser tomada a partir do nó cotiledonar. Exemplo: foi realizada a medição das plantas e obteve-se a altura média de 85 cm e o número de nós da haste principal de 15; assim, por meio da razão ($85/15 = 5,6$), observa-se plantas com altura superior à desejada.

Comprimento dos últimos cinco internódios – Da mesma forma que se mede a altura das plantas a partir do nó cotiledonar, pode-se medir o comprimento dos últimos cinco internódios da haste principal, e a partir dos resultados determinar a taxa de crescimento das plantas; e

Número de internódios acima da última flor creme – Quando o número de nós acima da última flor creme for igual ou maior que seis, recomenda-se aplicar regulador de crescimento, desde que as plantas estejam com taxa de crescimento igual ou maior que $1,5 \text{ cm dia}^{-1}$. Quando acima da última flor de coloração creme (Figura 2) do algodoeiro houver no máximo cinco nós, a taxa de crescimento vegetativo reduz, pois os frutos são os principais drenos de fotoassimilados, com demanda superior à das estruturas vegetativas.

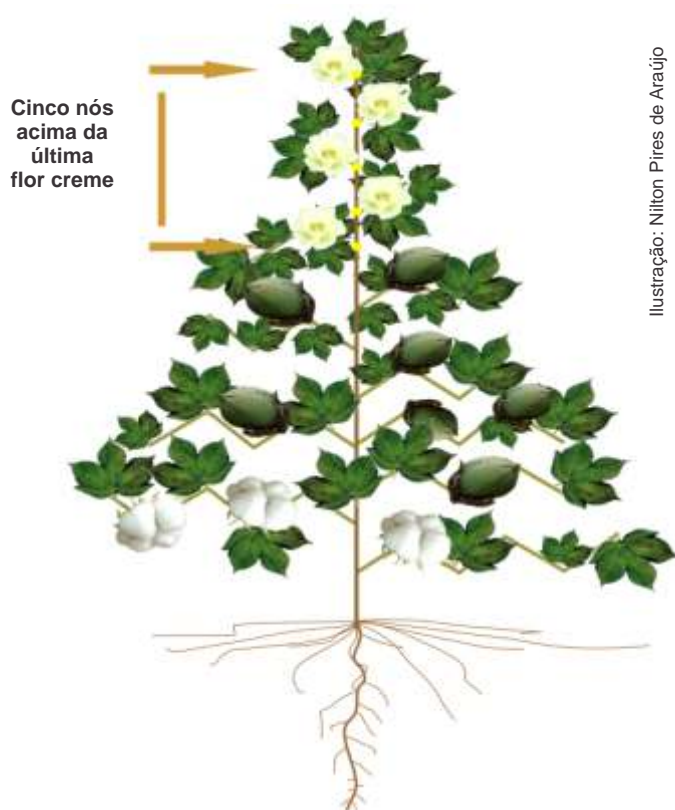


Ilustração: Nilton Pires de Araújo

Figura 2. Detalhe da localização da última flor creme, em relação ao número de nós acima desta.

Em regiões onde ocorrem problemas de veranicos prolongados, como no oeste da Bahia, alguns produtores utilizam a estratégia de deixar o algodoeiro crescer mais que 1,5 m de altura, com o intuito de obter uma planta com maior quantidade de pontos de frutificação. Nesse caso, se ocorrer veranico ou período chuvoso prolongado, que venha a comprometer o pegamento das estruturas reprodutivas do baixeiro ou do terço médio, o maior número de pontos de frutificação da parte superior pode assegurar ainda boa

produtividade. Contudo, essa estratégia, ao permitir o maior crescimento do algodoeiro, favorece o alongamento do ciclo, o que aumenta o custo de produção, pois há necessidade de maior número de aplicação de agrotóxicos para controlar as pragas e doenças. Em um ano sem problemas de veranico prolongado, ou até mesmo de grande volume de chuvas, essa prática pode não ser interessante, pois a maioria das maçãs com melhor peso e qualidade de fibra, localizadas no baixeiro e na parte mediana da planta, será perdida por problemas como desbalanço de carboidratos entre as partes reprodutiva e vegetativa, autossombreamento e, conseqüentemente, maior podridão de maçãs. Ademais, haverá maior custo de produção e decréscimo da qualidade das fibras, por causa da maior contaminação com caule e folhas, além do aumento da quantidade de fibras mais imaturas.

Momento da primeira aplicação – Não se deve aplicar regulador de crescimento quando as plantas apresentarem algum tipo de estresse. Dessa forma, não se recomenda, por exemplo, aplicar regulador de crescimento imediatamente após a aplicação de herbicidas latifolicidas em pós-emergência total. Como regra geral, a primeira aplicação deve ser feita tendo por base o crescimento das plantas e as condições ambientais. Em cultivares de porte elevado, como BRS 371 RF, BRS 269-Buriti, FM 993, FM 975 WS, FM 982 GL, FMT 709 e TMG 81 WS, a primeira aplicação de regulador de crescimento deve ser realizada quando as plantas atingirem altura entre 0,30 m a 0,35 m; para as cultivares de porte baixo, como FM 966 LL, BRS 368 RF, TMG 11 WS e BRS 335, a primeira aplicação deve ser realizada quando as plantas atingirem entre 0,40 m a 0,45 m de altura. O ideal é que a decisão sobre quando e quanto aplicar seja tomada com base em mais de um critério, por exemplo: altura de plantas, número de nós da haste principal, razão entre altura de plantas e número de internódios.

A dose a ser aplicada é função de vários fatores, tais como cultivar, população de plantas, disponibilidade hídrica, fertilidade do solo e espaçamento entre fileiras. Para semeaduras realizadas no espaçamento de 0,76 m a 0,90 m, a meta é que na colheita as plantas tenham altura máxima de 1,30 m. Plantas com altura maior que essa podem interferir negativamente na produtividade e na qualidade da fibra. Para o algodoeiro cultivado no espaçamento acima mencionado, sob condições adequadas de crescimento, a dose de regulador de crescimento pode variar entre $50 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ a $100 \text{ g i.a. ha}^{-1}$, de acordo com o porte da cultivar (Tabela 2), independente se é cloreto de mepiquat ou cloreto de clormequat, que são os dois principais reguladores de crescimento disponíveis no mercado

brasileiro. Quando cultivado em segunda safra, a dose total a ser aplicada pode ser menor, pois fatores ambientais, sobretudo a menor disponibilidade de água, limita o crescimento das plantas. Nessas condições, recomenda-se maior cautela no que diz respeito ao manejo de reguladores de crescimento.

Tabela 2. Doses totais de regulador de crescimento em função do porte da cultivar, para cultivo do algodoeiro em safra normal, no espaçamento convencional de 76 cm a 90 cm entre fileiras.

Porte da cultivar	Dose (g i.a ha ⁻¹) de cloreto de mepiquat ou de clorquetat
Alto	85 a 100
Médio	60 a 85
Baixo	dose £ 50

A aplicação do regulador de crescimento deve ser feita de forma sequencial, considerando a curva de crescimento do algodoeiro, ou seja, as doses devem ser crescentes. O parcelamento da dose total resulta em melhores resultados, especialmente quando são executadas até quatro aplicações (Tabela 3). Como exemplo, para a dose total de 80 g i.a ha⁻¹, parcelar em 8, 16, 24 e 32 g i.a ha⁻¹, respectivamente para a primeira, segunda, terceira e quarta pulverizações.

Tabela 3. Divisão porcentual da dose total de regulador de crescimento.

Número de aplicações	Primeira	Segunda	Terceira	Quarta
4	10%	20%	30%	40%

Cabe esclarecer que doses elevadas de reguladores de crescimento podem causar fitotoxidez ao algodoeiro, além de interferir negativamente na produtividade em função da redução do número de ramos reprodutivos e consequentemente do número de capulhos por planta.

A dose total de cloreto de mepiquat ou de cloreto de clorquetat a ser utilizada deve ser parcelada (aplicação sequencial) conforme sugestão apresentada na Tabela 3.

Como os reguladores de crescimento cloreto de mepiquat e cloreto de clorquetat são sais e apresentam lenta absorção pelas plantas, deve ser feita reaplicação

do produto, se ocorrerem chuvas imediatamente após a pulverização. Isso dependerá da dose usada, do intervalo entre a pulverização e a ocorrência da chuva e da sua intensidade. De acordo com Mateus et al. (2004), caso ocorram chuvas até 16 horas após a aplicação do cloreto de mepiquat, faz-se necessária a reposição do produto. Chuvas de 30 mm com ocorrência em até 24 horas após a aplicação do cloreto de clorquetat resulta também na reposição do fitorregulador (TOZI et al., 2006). Souza e Rosolem (2007) observaram que chuva correspondente a 5,0 mm, 90 minutos após a aplicação do cloreto de mepiquat, já compromete a ação do produto.

Em síntese, o uso de reguladores de crescimento no algodoeiro é prática normalmente obrigatória na cotonicultura do cerrado brasileiro. Entre algumas das vantagens dessa tecnologia estão o controle do excessivo desenvolvimento vegetativo das plantas, o melhor equilíbrio entre as partes vegetativas e reprodutivas, a redução da altura e do comprimento dos ramos, a maior facilidade para o manejo e realização dos tratamentos culturais, a redução da abscisão e do apodrecimento de estruturas reprodutivas, a maior facilidade e eficiência da colheita mecanizada e, por fim, a melhor qualidade da fibra por meio da redução de impurezas como galhos, folhas e cascas dos ramos.

Apesar dos seus benefícios, ainda é muito frequente encontrar casos de insucessos, em relação à utilização de fitorreguladores no algodoeiro. Espera-se que as informações contidas neste trabalho possam contribuir para a melhoria da eficiência e eficácia do uso de reguladores na cultura do algodoeiro. Em razão de sua natureza bastante técnica e do conjunto de variáveis que interferem na eficácia dos reguladores de crescimento, as informações aqui apresentadas não podem, em hipótese alguma, ser consideradas como ponto final em relação a este assunto.

Referências

ANJUN, R.; SOOMRO, A. R.; BANO, S.; CHANG, M. A.; LEGHARI, A. M. Fruiting position impact on seedcotton yield in american cotton. *Asian Journal of Plant Sciences*, Faisalabad, v. 1, n. 2, p. 153-155, 2002.

BOGIANI, J. C. **Comportamento de cultivares de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) ao uso de diferentes doses de cloreto de mepiquat**. 61 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Unesp - Campus de Botucatu, Botucatu.

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

CHIAVEGATO, E. J.; MELO, F. L. de A.; CARVALHO, H. DA R. Uso de reguladores de crescimento. In: BELOT, J.L. (Ed.). **Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso**: safra 2012/13. Cuiabá: IMAmt: Ampa, 2012. p. 162-166.

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

ECHER, F. R.; ROSOLEM, C. A.; WERLE, R. **Estimativa da dose de regulador a ser aplicada no algodoeiro em função da condição de crescimento**. [Cuiabá]: IMAmt, 2013. Não paginado. (IMAmt. Circular técnica, n. 1).

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

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

O'BERRY, N. B.; FAIRCLOTH, J. C.; JONES, M. A.; HERBERT, D. A.; ABAYE JUNIOR, A. O.; McKEMIE, T. E.; BROWNIE, C. Differential responses of cotton cultivars when applying mepiquat pentaborate. **Agronomy Journal**, Madison, v. 101, n. 1, p. 25-31, 2009.

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

ROSOLEM, C. A. Crescimento do algodoeiro. In: BELOT, J.-L. (Ed.). **Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso**: safra 2012/13. Cuiabá: IMAmt: Mapa, 2012. p. 84-89.

SOUZA, F. S. de; OOSTERHUIS, D.; ROSOLEM, C.; GONIAS, E.; BIBI, A. Effect of temperature on cotton growth response to mepiquat chloride. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCES, 2006, San Antonio. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council: The Cotton Foundation, 2006. Disponível em: <<http://ncc.confex.com/ncc/2006/techprogram/S1447.HTM>>. Acesso em: 23 set. 2013.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Giberelina: reguladores da altura do vegetais. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artimed, 2004. p. 485-516.

TOZI, T. de S.; SOUZA, F. S.; SANTOS, F. P. dos; ROSOLEM, C. A. Losses of chlormequat chloride from cotton leaves as affected by adjuvant and simulated rainfall. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCES, 2006, San Antonio. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council: The Cotton Foundation, 2006. Disponível em: <<http://ncc.confex.com/ncc/2006/techprogram/S1447.HTM>>. Acesso em: 23 set. 2013.

WELLS, R.; STEWART, A. M. Morphological alterations in response to management and environment. In: STEWART, J. McD.; OOSTERHUIS, D. M.; HEITHOLT, J. J.; MAUNEY, J. R. (Ed.). **Physiology of cotton**. Dordrecht: Springer, 2010. p. 24-32.

Comunicado Técnico, 192

Embrapa Agropecuária Oeste
Endereço: BR 163, km 253,6 - Caixa Postal 449
79804-970 Dourados, MS
Fone: (67) 3416-9700
Fax: (67) 3416-9721
E-mail: sac@cpao.embrapa.br

1ª edição
(2013): versão eletrônica

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Comitê de Publicações

Presidente: Harley Nonato de Oliveira
Secretário-Executivo: Germani Concenço
Membros: Auro Akio Otsubo, Clarice Zanoni Fontes, Fernando Mendes Lamas, José Rubens Almeida Leme Filho, Márcia Mayumi Ishikawa, Michely Tomazi, Rodrigo Arroyo Garcia e Silvia Mara Belloni
Membros suplentes: Augusto César Pereira Goulart e Oscar Fontão de Lima Filho

Expediente

Supervisão editorial: Eliete do Nascimento Ferreira
Revisão de texto: Eliete do Nascimento Ferreira
Editoração eletrônica: Eliete do Nascimento Ferreira
Normalização bibliográfica: Eli de Lourdes Vasconcelos.