

CAPÍTULO 15

REGULADORES DE CRESCIMENTO, DESFOLHANTES E MATURADORES

*Fernando Mendes Lamas¹
Alexandre Cunha de Barcelos Ferreira²*

15.1 INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma espécie perene, com hábito de crescimento indeterminado (COTHREN; OOSTERHUIS, 2010). Com adequada disponibilidade de água e nutrientes, a planta apresenta crescimento vegetativo excessivo, o que favorece o apodrecimento de frutos e a abscisão de botões, flores e frutos, interferindo negativamente na produtividade da fibra e dificultando a colheita (RITCHE et al., 2004). O equilíbrio entre o crescimento vegetativo e o reprodutivo é fundamental para assegurar adequada produção de fibra. É com este objetivo que são utilizados os reguladores de crescimento.

Em função do hábito de crescimento indeterminado, o algodoeiro, além de crescer, emite estruturas reprodutivas “indefinidamente”. Assim, numa determinada fase do ciclo, em uma mesma planta, são encontrados botões florais, flores, frutos e capulhos. Em algumas situações, para tornar possível a colheita da fibra, faz-se necessária a utilização de produtos para acelerar a maturação dos frutos e proporcionar a queda de folhas e de estruturas reprodutivas imaturas. A utilização desses produtos deve ser muito criteriosa, pois eles podem interferir negativamente na qualidade da fibra, quando utilizados de forma inadequada. A utilização de desfolhantes e maturadores constitui-se em uma importante estratégia para o manejo integrado de pragas, pois proporciona a eliminação de locais para alimentação e oviposição de vários insetos.

¹ Eng. Agr., Dr., Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal: 449, CEP: 79804-970. Dourados, MS. *E-mail*: <fernando.lamas@embrapa.br>.

² Eng. Agr., D. Sc., Embrapa Algodão, Núcleo do Cerrado, Caixa Postal: 179, CEP: 75375-000. Santo Antônio de Goiás, GO. *E-mail*: <alexandre-cunha.ferreira@embrapa.br>.

15.2 REGULADORES DE CRESCIMENTO

Os reguladores de crescimento são substâncias sintéticas que, quando aplicadas nas plantas, reduzem a concentração do ácido giberélico. No Brasil, o cloreto de mepiquat (chloride 1,1-dimethyl piperidinium) e o cloreto de clorimequat (2-chlorethyltrimethyl-ammonium chloride) são os principais reguladores de crescimento utilizados na cultura do algodoeiro. Estes produtos possuem mecanismos e modos de ação semelhantes. O cloreto de mepiquat é comercializado no Brasil em diferentes formulações e concentrações.

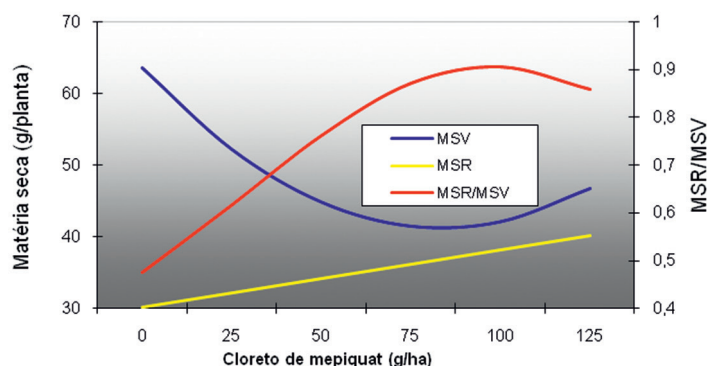
De acordo com Jost e Dollar (2004), o pentaborato de mepiquat é de absorção mais rápida do que o cloreto de mepiquat. Em estudos desenvolvidos pelos mesmos autores, não foram observadas diferenças significativas entre o cloreto de mepiquat e o pentaborato de mepiquat em termos de altura das plantas, número de nós acima da flor mais alta e produtividade de fibra. O pentaborato de mepiquat ainda não está registrado para uso no Brasil. Outros reguladores de crescimento estão sendo avaliados para o gerenciamento do crescimento do algodoeiro (SILVA et al., 2014).

A mais conhecida das substâncias utilizadas como reguladores de crescimento é o cloreto de mepiquat. Ele impede a formação de entcopalil difosfato (CDP) e ent-caureno, substâncias precursoras das giberelinas (RADEMACHER, 2000). De acordo com Taiz e Zeiger (2004), o ácido giberélico ou giberelina é o hormônio vegetal promotor da divisão e expansão celular. Com a redução da concentração do referido hormônio, a divisão e a expansão celular são diminuídas; conseqüentemente, o crescimento das plantas é reduzido, tornando-as mais compactas (JOST; DOLLAR, 2004).

O uso de reguladores de crescimento na cultura do algodoeiro é uma estratégia utilizada para a manipulação do crescimento das plantas e que pode contribuir para o aumento da produtividade (ECHER et al., 2014; FERREIRA, 2014; HODGES et al., 1991,). Com a aplicação de reguladores de crescimento, a relação entre a matéria seca da parte vegetativa e a da parte reprodutiva é mais equilibrada. Com isto, têm-se melhor índice de colheita e plantas mais eficientes do ponto de vista fisiológico. Nesta situação, a competição por fotoassimilados entre o crescimento vegetativo e reprodutivo é significativamente reduzida. Há também maior retenção de frutos nas primeiras posições, principalmente entre o quinto e o décimo ramo (CHIAVEGATTO et al., 2014; COTHREN; OOSTERHUIS, 1993).

Em trabalho desenvolvido por Lamas (1997) com a cultivar CNPA ITA 90, foi observado que, com o aumento da dose de cloreto de mepiquat até 100 g ha^{-1} , a relação entre a matéria seca da parte reprodutiva/vegetativa aumentou, tendo-se, assim, uma planta mais equilibrada (figura 1).

Figura 1. Matéria seca da parte vegetativa (MSV), da parte reprodutiva (MSR) e razão entre a matéria seca da parte reprodutiva/vegetativa da cultivar CNPA ITA 90



Fonte: Lamas (1997).

Em plantas com porte muito elevado e com crescimento vegetativo vigoroso, a retenção de estruturas reprodutivas é menor e a maturação dos frutos é muito desuniforme, resultando em excessiva podridão de frutos, fazendo a colheita ser dificultada (JOST et al., 2006).

Plantas tratadas com reguladores de crescimento têm o seu crescimento vegetativo reduzido, assim como o número de nós da haste principal, o intervalo entre os nós e a área foliar (REDDY et al., 1992). Entretanto, o efeito dos reguladores de crescimento no algodoeiro depende de fatores bióticos e abióticos. Um trabalho desenvolvido por Rosolem *et al.* (2013) mostrou o efeito significativo da temperatura sobre o cloreto de mepiquat, sendo que a melhor temperatura diurna foi de 32°C , e a noturna, de 22°C . Em condições de temperaturas mais elevadas, a eficiência do cloreto de mepiquat na redução da altura das plantas é significativamente menor.

Dodds *et al.* (2010) desenvolveram em diferentes condições ambientais uma série de experimentos em que avaliaram os efeitos de diversos

reguladores sobre o algodoeiro, concluindo que o efeito sobre a altura de plantas foi semelhante em todas as condições estudadas. O efeito sobre o número de nós, de ramos e sobre a produção de fibra, sobre a maturidade e sobre o micronaire variou em função das condições ambientais.

De acordo com Bogiani e Rosolem (2009), o efeito do regulador de crescimento, entre outros fatores, é função das características da cultivar. Cultivares de porte alto e de ciclo longo, como BRS 269-Buriti, FM 975 WS, BRS 371 RF, FM 993, FM 982 GL, FMT 709 e TMG 82 WS, são mais exigentes em reguladores de crescimento (FERREIRA, 2014). Os efeitos dos reguladores de crescimento sobre a produtividade da fibra são evidentes, especialmente em cultivares de porte alto, quando as condições ambientais são favoráveis para o excessivo crescimento vegetativo (NICHOLS et al., 2003). Assim, é fundamental conhecer o potencial de crescimento da cultivar e o ambiente de cultivo para que se possa gerenciar o crescimento das plantas com a utilização de reguladores de crescimento.

Em resumo, os efeitos dos reguladores de crescimento sobre o algodoeiro dependem de vários fatores, entre os quais a temperatura, a disponibilidade de nutrientes no solo, a população de plantas, a cultivar, a disponibilidade de água no solo, a precipitação pluvial, a dose, a época e a forma de aplicação (ATHAYDE; LAMAS, 1999; BOGIANI; ROSOLEM, 2009; FERREIRA, 2014; FERREIRA; LAMAS, 2006; LAMAS, 2001; REDDY et al., 1990, 1992; ROSOLEM et al., 2013; WALLACE et al., 1993; YORK, 1983).

De acordo com Chiavegatto *et al.* (2014), quando o algodoeiro é adequadamente manejado, há equilíbrio entre o crescimento vegetativo e o desenvolvimento reprodutivo das plantas até o final do ciclo da cultura. Quando há excesso de crescimento vegetativo, a maturação dos frutos é retardada, e os problemas com pragas, doenças e o apodrecimento de maçãs tornam-se mais severos, devido ao microclima formado e à menor eficiência dos tratamentos fitossanitários. No entanto, o excesso de frutificação também pode ser indesejável, pois atua de modo a antecipar o ciclo da cultura, diminuindo, conseqüentemente, a produção (menor peso dos capulhos) e a qualidade da fibra (fibras imaturas).

Para a tomada de decisão sobre a aplicação de regulador de crescimento, é indispensável analisar o potencial de crescimento vegetativo das plantas, o

estágio de desenvolvimento, a taxa de crescimento, a retenção de estruturas reprodutivas, a fertilidade do solo, a quantidade de fertilizantes utilizada, a cultivar e o histórico da área. Vale lembrar que entre os anos de cultivo sempre existe alguma diferença, o que deve ser considerado.

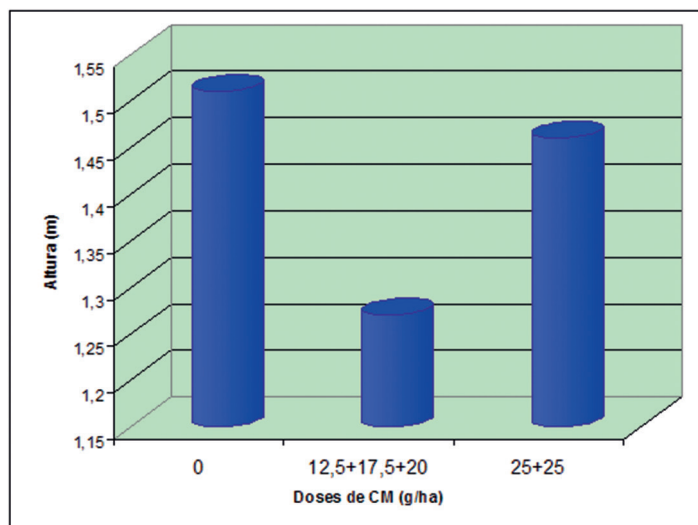
O manejo eficiente do algodoeiro requer o monitoramento permanente de cada fase do crescimento e desenvolvimento das plantas durante todo o ciclo da cultura (CHIAVEGATTO et al., 2014). Cada fase do crescimento é caracterizada por uma atividade fisiológica predominante, que, em consequência, demanda tipos e práticas culturais específicos para otimizar o crescimento dessas plantas durante os vários estádios do seu desenvolvimento (LANDIVAR et al., 1999).

O crescimento do algodoeiro é mais intenso entre o aparecimento dos primeiros botões florais (B1) até que, acima da flor mais alta, na haste principal, a planta apresente de quatro a cinco nós (RITCHIE et al., 2004). A partir desta fase, a demanda dos frutos por carboidratos é muita alta, conseqüentemente reduzindo a taxa de crescimento da planta, caso haja boa retenção de frutos nas primeiras posições. Portanto, é a partir do aparecimento dos primeiros botões florais (B1) que os cuidados com o crescimento das plantas devem ser aumentados (ECHER et al., 2014). Tais cuidados devem ser estendidos até que acima da flor mais alta, na haste principal, existam três nós, quando a taxa de crescimento do algodoeiro é significativamente reduzida (FERREIRA, 2014).

A aplicação de reguladores de crescimento no algodoeiro é feita por pulverizações foliares. A dose total a ser aplicada deve ser parcelada (sequencial), o que proporciona maior redução da altura das plantas e maior produção de algodão em caroço (FERRARI et al., 2014; FURLANI JUNIOR et al., 2003; STEWART, 2005).

O momento da primeira aplicação é decisivo para que se obtenha sucesso com a aplicação de reguladores de crescimento no algodoeiro. Em trabalhos desenvolvidos por Lamas (2001), observou-se que, para uma mesma dose de cloreto de mepiquat, quando houve atraso na primeira aplicação, a altura das plantas por ocasião da colheita foi semelhante à alcançada com o tratamento que não recebeu regulador de crescimento (figura 3).

Figura 3. Efeito do atraso da primeira aplicação de cloreto de mepiquat na altura das plantas da cultivar CNPA ITA 90 em Primavera do Leste (MT)



Fonte: Lamas (2001).

A primeira aplicação deve ser feita com base no crescimento das plantas. Se no tratamento se considerar a altura das plantas, a primeira aplicação deve ser realizada quando estas atingirem entre 0,30 a 0,35 m em cultivares de crescimento inicial muito vigoroso, como BRS 269-Buriti, BRS Cedro, FM 975 WS, BRS 371 RF, FM 993, FM 982 GL, FM 980 GLT e FMT 709; 0,35 a 0,40 m para cultivares de porte médio, como BRS 369 RF; e de 0,40 a 0,45 m para cultivares de porte baixo, como TMG 11 WS e TMG 42 WS (FERREIRA, 2014; LAMAS; FERREIRA, 2006). A primeira aplicação deve ser realizada entre os estádios B1 e F1, ou seja, entre o aparecimento dos primeiros botões florais e o das primeiras flores. A tomada de decisão sobre o momento da primeira aplicação pode ser baseada no número de nós da haste principal. Para cultivares de crescimento vigoroso, a primeira aplicação deve ser feita quando as plantas apresentarem de seis a oito nós; e para cultivares de porte mais baixo e com crescimento menos vigoroso, de oito a dez nós acima do nó cotiledonar. Muitas vezes, é preferível que as plantas atinjam uma altura final um pouco mais elevada, porém estejam estruturalmente mais adequadas e eficientes quanto ao aproveitamento da energia disponível. Aplicações muito precoces, doses elevadas e intervalos de aplicação muito curtos podem propiciar plantas de formato achatado, enquanto que o ideal é o formato piramidal (CHIAVEGATO et al., 2012).

O ideal, em termos de crescimento do algodoeiro, é que o comprimento médio do internódio, obtido pela razão entre a altura da planta e o número de nós da haste principal, se mantenha entre 3 e 3,5 cm. Assim, sempre que se aproximar dos valores mencionados, nova aplicação de regulador deverá ser realizada. A retomada do crescimento das plantas é mensurada medindo-se o comprimento dos últimos cinco internódios da haste principal. Segundo Ferreira (2014), quando o comprimento médio dos últimos cinco internódios for igual ou maior que cinco, deve-se aplicar o regulador de crescimento. Em outro critério, de acordo com Echer *et al.* (2014) e Ferreira (2014), quando o crescimento diário da haste principal for igual ou maior que 1,5 cm, recomenda-se a aplicação do regulador de crescimento.

Os reguladores em uso são formulados como concentrado solúvel. Entretanto, estudos estão sendo desenvolvidos com uma nova formulação de cloreto de mepiquat: grânulos dispersos em água (WDG). Em trabalhos desenvolvidos por Fernandez e Correa (2010) e Turner e Hickey (2010), não se constatou diferença na eficiência entre a nova formulação (WDG) e a formulação em uso (concentrado solúvel em água).

A dose total de cloreto de mepiquat e de cloreto de cloromequat varia entre 50 a 100 g ha⁻¹. Para cultivares de porte mais baixo, como TMG 11 WS e TMG 42 WS e FMT 523, por exemplo, 50 g ha⁻¹ são suficientes para que na colheita as plantas tenham altura de no máximo 1,20 m; já para as cultivares BRS 269-Buriti, FMT 709, FM 993 e FM 910, FM 975, TMG 82 WS e FM 980 GLT, podem ser necessárias até 100 g ha⁻¹. É importante que, na colheita, as plantas tenham no máximo 1,20 m de altura, pois nas plantas maiores o produto colhido terá a sua qualidade prejudicada em função de impurezas, especialmente da casca do caule.

Echer *et al.* (2014) desenvolveram um modelo matemático no qual são consideradas as condições ambientais, as características da cultivar, a taxa diária de crescimento, a altura das plantas e a cultivar, para a definição da dose de regulador de crescimento a ser aplicada. Assim, para uma cultivar de porte alto em ambiente favorável ao crescimento (temperatura e umidade) e apresentando taxa de crescimento de 1,5 cm dia⁻¹, a dose estimada de PIX HC L ha⁻¹ = (0,0089 x altura) – 0,448; a dose estimada de Tuval L ha⁻¹ = (0,0223 x altura) – 1,12. Em resumo, a altura das plantas é fundamental para a tomada de decisão sobre o momento de se fazer a aplicação e a dose a ser utilizada.

A dose total a ser utilizada também depende da retenção de estruturas reprodutivas, especialmente nas primeiras posições dos ramos reprodutivos; quando essa retenção é alta, o crescimento vegetativo é menor; o contrário se verifica quando, por qualquer estresse, a retenção é baixa. Nestas condições, a dose de regulador poderá ser maior. Daí a importância de se monitorar a retenção de estruturas reprodutivas.

Quando o algodoeiro é cultivado em segunda safra, após a colheita da soja, os fundamentos para a aplicação de regulador de crescimento são os mesmos até agora descritos. No entanto, para o algodoeiro em segunda safra, devido à maior probabilidade de ocorrência de déficit hídrico durante o ciclo da cultura, o que limita significativamente o crescimento das plantas, os cuidados com o uso do regulador de crescimento devem ser redobrados. O que se tem verificado é o menor crescimento das plantas cultivadas em segunda safra, o que pode ser atribuído a fatores tais como: menor uso de fertilizantes, sobretudo nitrogenados; menor disponibilidade hídrica e queda da temperatura após oitenta dias da emergência. Esses fatores, ao inibirem o crescimento do algodoeiro, resultam em menor necessidade de regulador. Porém, especialmente entre os estádios B1 e F5, deve-se monitorar bem as plantas, de modo a impedir que o intenso crescimento vegetativo resulte no aborto das primeiras posições frutíferas, pois estas são fundamentais no algodão de segunda safra.

De maneira geral, quando se reduz o espaçamento entre fileiras, verifica-se redução na altura das plantas. Isto ocorre em função da forte competição que se estabelece nessas condições. Assim, para o sistema adensado, os conceitos sobre gerenciamento de plantas, com a utilização de reguladores de crescimento, são semelhantes àqueles utilizados quando o espaçamento entre fileiras é de 0,76 a 0,90 m. Independentemente do espaçamento entre fileiras, o ideal é que a altura das plantas, na colheita, seja de 1,5 vez o espaçamento entre fileiras.

No sistema adensado em segunda safra, quando a semeadura é realizada em meados de fevereiro, no espaçamento entre fileiras de 45 cm, com cerca de 150 mil a 188 mil plantas ha⁻¹, não é necessário o controle do crescimento do algodoeiro por meio do regulador de crescimento. Se a semeadura for entre 15 a 25 de janeiro, a tendência é a de que sejam necessárias no máximo duas aplicações, com doses baixas, da mesma forma que é realizada para o algodão de safra normal.

É importante destacar que doses elevadas de regulador de crescimento podem interferir negativamente na produtividade, pois este produto, além de diminuir o comprimento dos internódios, reduz também o número de nós e, conseqüentemente, o número de ramos reprodutivos e de frutos. Poderá haver também efeitos negativos sobre as características intrínsecas da fibra.

Independentemente do produto utilizado, a ocorrência de chuvas logo após a aplicação pode comprometer a sua eficiência. De acordo com Mateus *et al.* (2004), caso ocorra chuva até 16 horas após a aplicação do cloreto de mepiquat, faz-se necessária a reposição do produto. Ocorrendo chuva de 30 mm até 24 horas após a aplicação do cloreto de cloromequat, é necessária a reposição (TOZI *et al.*, 2006). Souza e Rosolem (2007) observaram que chuvas correspondentes a 5,0 mm, ocorridas 90 minutos após a aplicação do cloreto de mepiquat, já causam prejuízo à ação do produto.

Tradicionalmente, os reguladores de crescimento são aplicados na cotonicultura via pulverização foliar, tendo-se como critério para o início das aplicações o crescimento dos algodoeiros de acordo com a cultivar em uso (FERREIRA; LAMAS, 2006; LAMAS, 2001;). Nas condições do cerrado brasileiro, o crescimento exponencial do algodoeiro e a conseqüente necessidade de aplicações coincidem com o período das chuvas, razão pela qual são muito comuns atrasos nas aplicações ou mesmo perdas dos fitoreguladores após as pulverizações. Quando isso ocorre, a eficiência desse trato cultural é seriamente comprometida e o efeito desejado do controle do crescimento não é alcançado, mesmo que se utilizem maiores doses nas pulverizações posteriores.

O uso de reguladores de crescimento aplicados via tratamento de sementes é uma prática que foi usada por alguns cotonicultores, cujos benefícios e riscos não justificam o seu uso (FERREIRA *et al.*, 2011; 2013). Sementes tratadas com cloreto de mepiquat até a dose de 8 g do ingrediente ativo por kg de semente não apresentaram redução da porcentagem de emergência (LAMAS, 2006).

Sementes tratadas com cloreto de chlormequat ou de mepiquat, independentemente da dose ou do tempo de embebição usado, não apresentaram redução da velocidade de emergência das plântulas, em comparação com as provenientes de sementes não tratadas (PAZZETTI *et al.*, 2009).

O tratamento de sementes de algodão via embebição é um método pouco prático para o uso de regulador, pois requer imersão, secagem e armazenamento antes da semeadura (YEATES *et al.*, 2005). Conforme Nagashima *et al.* (2010), o tratamento das sementes de algodão deve ser realizado com a antecedência de aproximadamente sete dias da semeadura. Entretanto, Ferreira *et al.* (2013) trabalharam com o cloreto de mepiquat, na formulação comercial de 250 g/L, em doses que variavam de 0 a 8 g do ingrediente ativo por kg de semente, de forma que o tempo de secagem das sementes após o tratamento fosse de 16 horas. De acordo com Nagashima *et al.* (2010), as sementes tratadas com cloreto de mepiquat podem ser armazenadas por pelo menos 60 dias sem que haja redução na qualidade fisiológica e mantendo-se o potencial de efeito redutor do crescimento.

Em estudo sobre o uso do cloreto de mepiquat via tratamento de sementes da cultivar IPR 120, Nagashima *et al.* (2005) observaram que houve redução do crescimento do algodoeiro desde a emergência e que o regulador de crescimento interferiu no número de botões florais e de ramos na área foliar, na matéria seca da parte aérea e na altura de inserção do nó cotiledonar. Yeates *et al.* (2005) também constataram que a aplicação de regulador de crescimento, via tratamento de sementes, diminuiu o crescimento inicial do algodoeiro e que a redução do crescimento foi maior com o aumento da concentração de cloreto de mepiquat. Lamas (2006) também verificou que houve controle do crescimento, até o início do florescimento do algodoeiro, em trabalho conduzido em condições de campo.

Quanto à forma de aplicação do regulador de crescimento para o contato com as sementes, Yeates *et al.* (2005) estudaram cinco doses de cloreto de mepiquat (0,0; 0,2; 0,5; 1,0 e 2,0 g do ingrediente ativo por kg de sementes) aplicadas por meio de aspersão e por meio de embebição por 2,5 horas, cinco dias antes da semeadura, e concluíram que o tratamento via embebição reduziu em duas vezes a altura das plantas, em comparação com a aspersão direta da solução sobre as sementes.

Sementes tratadas com regulador de crescimento têm reduzido a altura do algodoeiro até 31 dias após emergência, mas a produção não é afetada (NAGASHIMA *et al.*, 2007). Em trabalho mais recente, Nagashima *et al.* (2009a) constataram que as doses de cloreto de mepiquat, usadas na embebição de sementes, mantiveram reduzido o porte do algodoeiro até 80 dias após a emergência.

De modo geral, os trabalhos de pesquisa desenvolvidos no Brasil e na Austrália (CHIAVEGATO et al., 2009; FERRARI et al., 2009; FERREIRA et al., 2013; LAMAS, 2006; NAGASHIMA et al., 2005, 2007; PAZETTI et al., 2009; YEATES et al., 2005), em ambiente controlado ou em condições de campo, têm evidenciado que os reguladores de crescimento cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat, aplicados via tratamento de sementes, independentemente da dose e do tempo de embebição, reduzem o crescimento inicial do algodoeiro desde a emergência até o início do desenvolvimento reprodutivo; entretanto, não têm influenciado significativamente os componentes de produção e a produtividade dos algodoeiros. Ferrari *et al.* (2009) verificaram maior efeito residual do cloreto de mepiquat aplicado via semente, quando comparado com o efeito do cloreto de chlormequat, diferentemente dos demais trabalhos citados anteriormente, os quais observaram que, independentemente da molécula, da dose ou do tempo de embebição, os cloretos de mepiquat e de chlormequat, aplicados via semente, podem contribuir para prorrogar a época da primeira aplicação.

Os reguladores de crescimento modificam o padrão de crescimento do algodoeiro. A alteração do crescimento da parte aérea do algodoeiro pode influenciar no crescimento e no desenvolvimento das raízes e, por consequência, interferir na sensibilidade do algodoeiro submetido ao déficit hídrico (IQBAL et al., 2005). Segundo Nagashima *et al.* (2009b), a fitomassa de raízes do algodoeiro não é influenciada pelo tratamento das sementes, com diferentes doses e formas de contato com o cloreto de mepiquat. Contudo, a aplicação via sementes ainda é uma preocupação que deve existir por ocasião do uso dessa técnica para o controle do crescimento do algodoeiro, pois o déficit hídrico nas primeiras fases de desenvolvimento das plantas potencializa o efeito do regulador aplicado, comprometendo, inclusive, o crescimento das raízes (FERREIRA et al., 2013). Portanto, plantas oriundas de sementes tratadas com regulador de crescimento são mais sensíveis ao déficit hídrico no início do desenvolvimento vegetativo (figura 4), quando as raízes ainda estão se estabelecendo no solo.

Em algumas situações e em dados momentos, talvez essa técnica de aplicação possa auxiliar no controle do crescimento do algodoeiro, conferindo maior flexibilidade quanto ao momento de realização da primeira aplicação por via foliar. Contudo, observa-se que é indispensável o controle do crescimento do algodoeiro por meio das pulverizações sobre as folhas, sobretudo nas cultivares de porte médio e alto (FERREIRA et al., 2011).

Figura 4. Efeitos do regulador de crescimento aplicado via tratamento de sementes no algodoeiro (cv. BRS 269-Buriti) submetido a estresse hídrico



Fotos: Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira.

Notas: (V1 = déficit hídrico na fase fenológica V1; SD = sem déficit hídrico; D0, D1 e D2 = 0, 2 e 4 g do ingrediente ativo de cloreto de mepiquat por kg de semente).

15.3 DESFOLHANTES

As cultivares de algodoeiro em uso apresentam hábito de crescimento indeterminado, produzindo botões florais, flores e maçãs tardiamente. Estas estruturas reprodutivas produzidas no final do ciclo não contribuem para o aumento da produtividade, mas servem como alimento, local para oviposição e de abrigo principalmente para a lagarta-rosada (*Pectinophora gossypiella*, Saund., 1844) e para o bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*, Boheman, 1843) (BARIOLA et al., 1990).

Os desfolhantes podem ser considerados como uma estratégia importante para o manejo integrado da lagarta-rosada e, principalmente, do bicudo-do-algodoeiro.

Normalmente, quando do momento da colheita, o algodoeiro ainda está com um número elevado de folhas, botões florais, flores e frutos jovens, que interferem negativamente na operação de colheita e na qualidade do produto colhido. Assim, o uso de desfolhantes torna-se quase indispensável na maioria dos casos. Como vantagens podem ser citadas as seguintes: facilidade do planejamento da colheita e utilização de máquinas; melhoria no desempenho da colheitadeira; redução da umidade das sementes e da fibra, além de proporcionar a obtenção de um produto mais limpo (FERREIRA; LAMAS, 2006).

Os desfolhantes reduzem a síntese e translocação de auxinas e aumentam a produção de etileno, hormônio responsável pela formação da camada de abscisão (JOST; BROWN, 2003; SUTTLE, 1985;).

Os efeitos dos desfolhantes na cultura do algodoeiro são muito dependentes das condições ambientais, especialmente de temperatura e umidade. Em condições de temperaturas inferiores a 22°C ou em plantas sob efeito de estresse hídrico, o efeito do desfolhante é significativamente reduzido (JOST; BROWN, 2003).

É de grande importância a definição do momento correto para a aplicação dos desfolhantes. Quando aplicados antecipadamente, eles interferem negativamente na produtividade e na qualidade da fibra (FERREIRA; SARAIVA, 2009; SNIPES; BASKIN, 1994). Os desfolhantes só devem ser aplicados quando a maioria das maçãs atingir a maturação fisiológica (RITCHIE et al., 2004). O atraso no momento da aplicação do desfolhante, na expectativa de que os últimos frutos formados sejam colhidos, pode resultar também em prejuízo para a qualidade da fibra, devido ao tempo de exposição às condições adversas (SIEBERT; STEWART, 2006).

Na definição do momento adequado para a aplicação do desfolhante, o estágio de desenvolvimento das plantas e o calor acumulado no período (soma térmica) devem ser considerados. A aplicação de desfolhantes somente deve ser realizada quando acima da última maçã, na haste principal, a planta apresentar cinco nós. Após esta fase, deve ser considerado o acúmulo de 850 a 1.000 unidades de calor (UC), sendo que $UC = \{(T_{max} + T_{min})/2\} - 15^{\circ}C$,

em que: T_{max} = temperatura máxima; T_{min} = temperatura mínima; e 15°C é a temperatura base (GONIAS et al., 2007).

Um critério bastante usual para a definição do momento adequado para aplicação de desfolhantes é quando 60 a 70% dos frutos estiverem abertos (capulhos). A relação fisiológica entre os frutos e as folhas é de total dependência. Assim, uma desfolha precoce irá comprometer o crescimento dos frutos imaturos e, conseqüentemente, a qualidade da fibra, especialmente o micronaire. Dessa forma, a desfolha somente deverá ser realizada quando o último fruto, que irá se transformar em capulho, estiver fisiologicamente maduro (PAZETTI; FERNANDO, 2012).

Outro critério para a definição do momento da aplicação de desfolhantes no algodoeiro utiliza como base o número de maçãs acima do último capulho. Este momento é atingido quando as quatro primeiras maçãs acima do último capulho estiverem maduras fisiologicamente (GUIA..., 2006).

Os produtos registrados e recomendados como desfolhantes são os seguintes: 1) tidiazuron (120 g L^{-1}) + diuron (60 g L^{-1}); do produto comercial, recomenda-se de $0,4$ a $0,5\text{ L ha}^{-1}$, o que corresponde a 48 a $60\text{ g} + 24$ a 30 g ha^{-1} de tidiazuron + diuron, respectivamente; 2) piraflofen-etílico (25 g L^{-1}); comercializado com o nome de Kabuki, deve-se utilizar a dose de 160 a 200 mL ha^{-1} do produto comercial, adicionando-se $0,5\%$ v.v. de óleo mineral; 3) carfentrazone-ethyl – 400 g L^{-1} , na dose de 40 a $60\text{ g ha}^{-1} + 0,5\%$ v.v. de óleo mineral. Concentrações superiores a 1% de óleo mineral podem prejudicar a qualidade da fibra, causando pegajosidade. Em doses superiores a 60 g ha^{-1} , o carfentrazone-ethyl passa a ter ação dessecante, o que não é desejável por favorecer o aumento da quantidade de impurezas (folhas) no produto final.

Outros produtos estão tendo seu uso avaliado como desfolhantes na cultura do algodoeiro. Santos *et al.* (2014) compararam o efeito desfolhante do saflufenacil, que é um inibidor da protoporfirinogênio oxidase, obtendo resultados semelhantes ao do padrão tidiazuron + diuron.

15.4 MATURADORES

Os maturadores ou promotores da abertura de frutos são substâncias químicas que liberam etileno, inibem a biossíntese e, conseqüentemente, a movimentação de auxinas, o que acelera o processo de maturação dos frutos do algodoeiro (WARNER; LEOPOLD, 1969).

A principal substância utilizada como maturador na cultura do algodoeiro é o ethephon, cujos efeitos sobre as plantas assemelham-se aos do estresse fisiológico causado por deficiência hídrica, em que há paralisação do crescimento e abscisão de estruturas frutíferas. Nestas condições, verifica-se redução no nível de auxina (PETTIGREW et al., 1993).

A eficiência do ethephon como maturador é altamente dependente da temperatura ambiente. Não se recomenda a aplicação de produtos à base de ethephon quando a temperatura no momento da aplicação for inferior a 20°C (SNIPES; WILLS, 1994). Ainda segundo os mesmos autores, a faixa de temperatura considerada ótima se situa entre 22 a 30°C. Além de acelerar a maturação dos frutos, o ethephon provoca a abscisão de folhas, mas não se recomenda a utilização deste produto como desfolhante. Para a aplicação do ethephon, recomenda-se primeiro a desfolha do algodoeiro, para que o produto possa atingir diretamente os frutos.

O maturador somente deve ser aplicado quando mais de 90% dos frutos a serem colhidos estiverem maduros fisiologicamente. Aplicações precoces podem interferir negativamente na qualidade da fibra. Lima (2007) verificou efeito negativo sobre a maturidade e o índice micronaire quando a aplicação do maturador foi realizada com menos de 84% do total de capulhos.

No Brasil, estão registrados como maturadores para utilização na cultura do algodoeiro os seguintes produtos: 1) ethephon (480 g L⁻¹) + cyclanilide (60 g L⁻¹) = a dose a ser utilizada varia entre 720 a 1.200 g ha⁻¹ de ethephon + 90 a 15 g ha⁻¹ de cyclanilide; em condições de temperaturas mais altas, utilize menores doses; o contrário vale para as condições de temperaturas mais baixas; 2) ethephon (273 g L⁻¹) + Amads (873 g L⁻¹) = a dose a ser utilizada varia de 1.092 a 1.638 g ha⁻¹ de ethephon. Para o preparo da calda, recomenda-se fazer uma pré-diluição em recipiente menor. A cyclanilide e a Amads potencializam o efeito do ethephon como maturador e, também, auxiliam na desfolha (JOST; BROWN, 2003).

15.5 RESUMO

Do ponto de vista fisiológico, as substâncias que regulam o crescimento do algodoeiro e as que aceleram a desfolha e a maturação dos frutos são consideradas reguladores de crescimento, pois atuam diretamente no balanço hormonal das plantas.

A utilização destes produtos deve ser feita tendo-se como referências o crescimento e o desenvolvimento das plantas e dos frutos. A eficiência destes produtos depende de vários fatores: cultivares, época de semeadura, população de plantas, fase do desenvolvimento, condições ambientais, dose e forma de aplicação. É de fundamental importância o monitoramento das plantas para auxiliar na tomada de decisão.

Os desfolhantes e maturadores podem interferir negativamente na qualidade da fibra; daí a importância do momento adequado para a aplicação. Preferencialmente, devem-se utilizar desfolhantes em vez de dessecantes, pois estes comprometem a qualidade da fibra, devido ao aumento de impurezas, o que exige maiores cuidados no beneficiamento. Reguladores de crescimento, desfolhantes e maturadores também facilitam o manejo da colheita, otimizam o uso de máquinas e implementos e contribuem positivamente para a manutenção da qualidade da fibra.

A utilização de reguladores de crescimento na cultura do algodoeiro tem sido objeto de vários estudos, podendo se destacar os seguintes: novas formulações de produtos; novos critérios para a definição do momento de aplicação (um exemplo é a aplicação de desfolhante e/ou de maturador com base no acúmulo de calor); e novas vias de aplicação. Neste capítulo, procuramos fundamentar as discussões/recomendações tendo como referenciais os estudos que dão suporte às orientações criteriosas sobre a utilização dos reguladores na cultura do algodoeiro.

15.6 REFERÊNCIAS

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

BARIOLA, L. A.; CHU, C. C.; HENNEBERRY, T. J. Timing applications of plant growth regulators and last irrigation for pink bollworm (*Lepidoptera: Gelechiidae*) control. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 83, n. 3, p. 1074-1079, May 1990.

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.; BERNARDES, M. S.; DA ROS CARVALHO, H. Estratégias para melhorar o aproveitamento da luminosidade na cultura do algodão. In: ECHER, F. R. (Ed.). **O algodoeiro e os estresses abióticos: temperatura, luz, água e nutrientes**. Cuiabá: IMAmt, 2014. p. 43-62. (IMAmt. Boletim de P&D, 1).

CHIAVEGATO, E. J.; CARVALHO, L. H.; GOTTARDO, L. C. B.; KONDO, J. I.; CARVALHO, H. D. R. Modos de aplicação de regulador de crescimento e trifloxissulfurom-sódico em cultivo adensado do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7, 2009, Foz do Iguaçu. **Sustentabilidade da cotonicultura brasileira e expansão dos mercados: anais**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. 1 CD-ROM.

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

COTHREN, J. T.; OOSTERHUIS, D. M. Physiological impact of plant growth regulators in cotton. In: BELTWIDE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE, 1993, Dallas. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council, 1993. p. 128-132. Disponível em: <<http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubcd/B1239.htm>>. Acesso em: 23 out. 2006.

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.

DODDS, D. M.; BANKS, J. C.; BARBER, L. T.; BOMAN, R. K.; BROWN, S. M.; EDMISTEN, K. L.; FAIRCLOTH, J. C.; JONES, M. A.; LEMON, R. G.; MAIN, C. L.; MONKS, C. D.; NORTON, E. R.; STEWART, A. M.; NICHOLS, R. L. Beltwide evaluation of commercially available plant growth regulators. **Journal of Cotton Science**, Bossier City, v. 14, n. 3, p. 119-130, July 2010. Disponível em: <<http://www.cotton.org/journal/2010-14/3/upload/JCS14-119.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2014.

ECHER, F. R.; BOGIANI, J. C.; ROSOLEM, C. A. **Considerações técnicas sobre o manejo de regulador de crescimento no algodoeiro**. Cuiabá: IMAmt, 2014. Não paginado. (IMAmt. Circular técnica, 7).

FERNANDEZ, C. J.; CORREA, J. C. Effects of various mepiquat chloride-based formulations on cotton growth and yield. In: BELTWISE COTTON CONFERENCES, 2010, New Orleans. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council: The Cotton Foundation, 2010. p. 109-113. Disponível em: <<http://www.cotton.org/beltwide/proceedings/2005-2010/index.htm>>. Acesso em: 15 nov. 2014.

FERRARI, J. V.; FURLANI JUNIOR, E.; FERRARI, S.; LUQUES, A. P. P. G. Estado nutricional e produtividade de algodoeiro em função de diferentes espaçamentos e aplicação de regulador de crescimento. **Semina: ciências agrárias**, Londrina, v. 35, n. 5, p. 2285-2296, set./out. 2014. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/11674/pdf_467>. Acesso em: 25 nov. 2014

FERRARI, S.; ANDRADE JÚNIOR, E. R.; BOLDT, A. F.; GALBIERI, R. Efeito do tratamento de sementes de algodão com cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat sobre característica vegetativa In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7, 2009, Foz do Iguaçu. **Sustentabilidade da cotonicultura brasileira e expansão dos mercados: anais**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. 1 CD-ROM.

FERREIRA, A. C. de B. **Fitorreguladores de crescimento em algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2014. 4 p. (Embrapa Algodão. Comunicado técnico, 373).

FERREIRA, A. C. de B.; BRITO, G. G.; SARAIVA, J. S. Comportamento do algodoeiro BRS Araçá originado de sementes tratadas com cloreto de mepiquat. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 8; COTTON EXPO, 1, 2011, São Paulo. **Evolução da cadeia para construção de um setor forte: anais**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2011. p. 760-767. 1 CD-ROM.

FERREIRA, A. C. de B.; LAMAS, F. M. **Uso de reguladores de crescimento, desfolhantes, desseccantes e maturadores na cultura do algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 8 p. (Embrapa Algodão. Circular técnica, 95).

FERREIRA, A. C. de B.; LAMAS, F. M.; BRITO, G. G. de; BORIN, A. L. D. C. Water deficit in cotton plant originated from seeds treated with growth regulator. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 4, p. 417-423, oct./dec. 2013.

FERREIRA, A. C. de B.; SARAIVA, J. S. Produtividade e qualidade de fibra do algodoeiro em função de épocas de desfolha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7, 2009, Foz do Iguaçu. **Sustentabilidade da cotonicultura brasileira e expansão dos mercados: anais**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. P. 1249 - 1254.1 CD-ROM. p. 1249-1254.

FURLANI JUNIOR, E.; SILVA, N. M. da; CARVALHO, L. H.; BORTOLETTO, N.; SABINO, J. C.; BOLONHEZI, D. Modos de aplicação de regulador vegetal no algodoeiro, cultivar IAC-22, em diferentes densidades populacionais e níveis de nitrogênio em cobertura. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 227-233, jul. 2003.

GONIAS, E.; OOSTERHUIS, D.; BIBI, A.; ROBERTS, B. **Environmental factors and plant growth regulator effects on radiation use efficiency in cotton**. [S.l.: s. n., 2007]. Pôster apresentado na 2007 Beltwide Cotton Conference, New Orleans, jan. 2007.

GUIA técnico: cultivares de algodão. Uberlândia: MDM Sementes de Algodão, [2006?]. 32 p.

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, Sept./Oct. 1991.

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

JOST, P.; BROWN, S. M. **Cotton defoliation, harvest-aids, and crop maturity**. [S.l.]: University of Georgia, College of Agricultural and Environmental Sciences, 2003. 15 p. (College of Agricultural and Environmental Sciences. Bulletin, 1239). Disponível em: <<http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubcd/B1239.htm>>. Acesso em: 25 nov. 2014.

JOST, P.; DOLLAR, M. Comparison of mepiquat pentaborate and mepiquat chloride effects on DP555BR. In: BELTWISE COTTON CONFERENCES, 2004, San Antonio. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council: The Cotton Foundation, 2004. p. 2204-2206. Disponível em: <<http://www.cotton.org/beltwide/proceedings/2004/abstracts/I065.cfm>>. Acesso em: 23 nov. 2014.

JOST, P.; WHITAKER, J.; BROWN, S. M.; BEDNARZ, C. **Use of plant growth regulators as a management tool in cotton.** [S.l.]: University of Georgia, College of Agricultural and Environmental Sciences, 2006. 12 p. (College of Agricultural and Environmental Sciences. Bulletin, 1305).

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

LAMAS, F. M. **Cloreto de mepiquat, thidiazuron e ethephon aplicados no algodoeiro (*Gossypium hirsutum*), Ponta Porã, MS.** 1997. 192 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

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.

LAMAS, F. M.; FERREIRA, A. C. de B. **Reguladores de crescimento na cultura do algodoeiro.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 4 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 121).

LANDIVAR, J.; VIEIRA, R. de M.; BELTRÃO, N. E. de M. Monitoramento do algodoeiro. In: BELTRÃO, N. E. de M. (Org.). **O agronegócio do algodão no Brasil.** Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Campina Grande: Embrapa Algodão, 1999. v. 1, p. 473-491.

LIMA, V. P. de T. **Características agronômicas e tecnológicas da fibra do algodoeiro com antecipação de abertura de maçãs.** 2007. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

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.

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

NAGASHIMA, G. T.; MIGLIORANZA, E.; MARUR, C. J.; YAMAOKA, R. S.; BARROS, A. S. R.; MARCHIOTTO, F. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de algodão embebidas em solução de cloreto de mepiquat. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 681-687, maio/jun. 2010.

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, jul./ago. 2007.

NAGASHIMA, G. T.; MIGLIORANZA, E.; MARUR, C. J.; YAMAOKA, R. S.; SILVA, J. G. dos R. Cloreto de mepiquat via embebição de sementes e aplicação foliar em algodoeiro em espaçamento ultraestrito. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 602-609, out./dez. 2009b.

NAGASHIMA, G. T.; MIGLIORANZA, E.; MARUR, C. J.; YAMAOKA, R. S.; SILVA, J. G. dos R. Desenvolvimento do algodoeiro em resposta a modo de aplicação e doses de cloreto de mepiquat via sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 40, n. 1, p. 7-11, jan./fev. 2009a.

NICHOLS, S. P.; SNIPES, C. E.; JONES, M. A. Evaluation of row spacing and mepiquat chloride in cotton. **Journal of Cotton Science**, Bossier City, v. 7, n. 4, p. 148-155, Oct./Dec. 2003. Disponível em: <<http://www.cotton.org/journal/2003-07/4/148.cfm>>. Acesso em: 01 dez. 2014.

PAZZETTI, G. A.; NASCIMENTO, A.; SCHWENING, F. F.; CARVALHO, C. L. de. Gerenciamento de crescimento pela aplicação de regulador de crescimento via semente e via foliar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7, 2009, Foz do Iguaçu. **Sustentabilidade da cotonicultura brasileira e expansão dos mercados**: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. 1 CD-ROM.

PAZZETTI, G.; FERNANDO, J. Manejo de desfolha. In: BELOT, J.-L. (Ed.). **Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro**. Cuiabá: IMAmt, 2012. p. 174-179.

PETTIGREW, W. T.; HEITHOLT, J. J.; MEREDITH JÚNIOR, W. R. Early season ethephon application effects on cotton photosynthesis. **Agronomy Journal**, Madison, v. 85, n. 4, p. 821-825, July/Aug. 1993.

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.

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

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, nov./dec. 1992.

RITCHIE, G. L.; BEDNARZ, C. W.; JOST, P. H.; BROWN, S. M. **Cotton growth and development. [S.l.]: University of Georgia, College of Agricultural and Environmental Sciences, 2004. 14 p. (Cooperative Extension Service. Bulletin, 1252).**

ROSOLEM, C. A.; OOSTERHUIS, D. M.; SOUZA, F. S. Cotton response to mepiquat chloride and temperature. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 70, n. 2, p. 82-87, Mar./Apr. 2013.

SANTOS, E. G. dos; INOUEL, M. H.; MENDES, K. F.; BEM, R.; CAVALCANTE, N. R.; OLIVEIRA, J. S. de. Eficiência do saflufenacil aplicado como desfolhante em pré-colheita no algodoeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, PA, v. 57, n. 2, p. 124-129, abr./jun. 2014.

SIEBERT, J. D.; STEWART, A. Correlation of defoliation timing methods to optimize cotton yield, quality, and revenue. **Journal of Cotton Science**, Bossier City, v. 10, n. 3, p. 146-154, oct./dec. 2006. Disponível em: <<http://www.cotton.org/journal/2006-10/03/>>. Acesso em: 13 dez. 2014.

SILVA, R. A.; OLIVEIRA, L. S.; FOGAÇA, J. J. N. L.; FARIA, M. P. R.; MATSUMOTO, S. N. Alterações morfológicas na cultura do algodão em função da aplicação de paclobutrazol. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 10, n. 9, p. 1-9, set. 2014.

SNIPES, C. E.; BASKIN, C. C. Influence of early defoliation on cotton yield, seed quality, and fiber properties. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 37, n. 2, p. 137-143, may/aug. 1994.

SNIPES, C. E.; WILLS, G. D. Influence of temperature and adjuvants on thidiazuron activity in cotton leaves. **Weed Science**, Ithaca, v. 42, n. 1, p. 13-17, jan. 1994.

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

STEWART, S. **Suggested guidelines for plant growth regulator use on Louisiana cotton** [S.l.]: Louisiana State University Agricultural Center, 2005. 8 p. (Cooperative Extension Service. Publication, 2918). Disponível em: <<http://www.lsuagcenter.com/NR/rdonlyres/A1B2BADB-6176-4C91-B3F8-B2D875FC62BD/12012/pub2918cotton1.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2014.

SUTTLE, J. C. Involvement of ethylene in the action of the cotton defoliation thidiazuron. **Plant Physiology**, Rockville, v. 78, n. 2, p. 272-276, feb. 1985.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Giberelina: reguladores da altura do vegetais. In: _____. **Fisiologia vegetal**. 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: BELTWISE 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: 25 nov. 2014.

TURNER, O. J.; HICKEY, J. Novel formulation of mepiquat chloride - 90 WDG. In: BELTWISE COTTON CONFERENCES, 2010, New Orleans. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council: The Cotton Foundation, 2010. p. 78-80. Disponível em: <<http://www.cotton.org/beltwide/proceedings/2005-2010/index.htm>>. Acesso em: 15 nov. 2014.

WALLACE, T. P.; SNIPES, C. E.; WHITE, B. W. **Effect of single and multiple applications of mepiquat chloride on Mississippi cotton**. Mississippi State: Mississippi State University, 1993. 5 p. (Mississippi Agricultural and Forest Experiment Station. Research report, 4).

WARNER, H. L.; LEOPOLD, A. C. Ethylene evolution from 2-chloroethyl phosphonic acid. **Plant Physiology**, Rockville, v. 44, n. 1, p. 156-158, jan. 1969.

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

YORK, A. C. Cotton cultivar response to mepiquat chloride. **Agronomy Journal**, Madison, v. 75, n. 4, p. 663-667, july/aug., 1983.