

### REGULADORES DE CRESCIMENTO, DESFOLHANTES E MATURADORES

Fernando Mendes Lamas<sup>1</sup>  
Alexandre Cunha de Barcelos Ferreira<sup>2</sup>

#### 21.1 - 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 verifica-se crescimento vegetativo excessivo, o que favorece o apodrecimento de frutos e a abscisão de botões, flores e frutos, interferindo negativamente na produtividade de fibra e dificultando a colheita (RITCHE et al., 2004). O balanço entre o crescimento vegetativo/reprodutivo é fundamental para assegurar adequada produção de fibra, com este objetivo utiliza-se 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 os mesmos podem interferir negativamente na qualidade da fibra, quando utilizados de forma inadequada. A utilização de desfolhantes e maturadores constitui em uma importante estratégia para o manejo integrado de pragas, pois proporciona a eliminação de locais para alimentação e oviposição de vários insetos.

---

<sup>1</sup> Eng.-Agr., Dr., *Embrapa Agropecuária Oeste*, Caixa Postal 661, 79804-970 Dourados, MS.  
E-mail: lamas@capo.embrapa.br

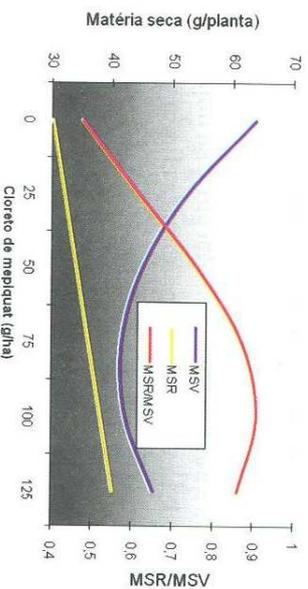
<sup>2</sup> Eng.-Agr., Dr. *Embrapa Algodão*, Caixa Postal 174, 58428-095 – Campina Grande, PB.  
E-mail: acunha@cnpa.embrapa.br

## 21.2 - REGULADORES DE CRESCIMENTO

Os reguladores de crescimento são substâncias sintéticas que, quando aplicadas nas plantas, reduzem a concentração do ácido giberélico. Uma das substâncias utilizadas como regulador de crescimento é o cloroto de mepiquat (cloroto 1,1-dimetil piperíneo). Esta impede a formação de entcopail 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; consequentemente, o crescimento das plantas é reduzido, resultando plantas mais compactas (JOST; DOLLAR, 2004).

O uso de reguladores de crescimento na cultura do algodoeiro é uma estratégia para a manipulação do crescimento das plantas, que pode contribuir para o aumento da produtividade (HODGES et al., 1991). Com a aplicação de reguladores de crescimento, a relação entre a matéria seca da parte vegetativa e da parte reprodutiva é mais equilibrada. Com isto, tem-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 (COTHREN; OSTERHUIS, 1993).

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



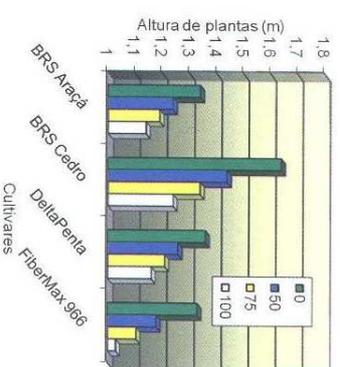
**Figura 1.** Matéria seca da parte vegetativa (MSV), da parte reprodutiva (MSR) e razão entre matéria seca da parte reprodutiva/vegetativa da cultivar CNPA ITA 90.  
Fonte: Lamas (1997).

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

Plantas tratadas com reguladores de crescimento tem o seu crescimento vegetativo reduzido, assim como o número de nós da haste principal e o intervalo entre nós (REDDY et al., 1992). Também se observa redução da área foliar. Entretanto, o efeito dos reguladores de crescimento no algodoeiro depende de fatores bióticos e abióticos. Em trabalhos desenvolvidos por Rosolem et al. (2006), os autores verificaram efeito significativo da temperatura sobre o cloroto de mepiquat. De acordo com os resultados obtidos, a melhor temperatura é de 32° C (diurna) e 22 °C (noturna). Em condições de temperaturas mais elevadas, a eficiência do cloroto de mepiquat na redução da altura das plantas é significativamente menor.

Dodds et al., (2010) desenvolveram em diferentes condições ambientais uma série de experimentos onde 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.

Pela Figura. 2, verifica-se que a dose de regulador de crescimento varia em função da cultivar. Para cultivares como a BRS Cedro maior dose de cloroto de mepiquat é necessária; o contrário se verifica com as cultivares BRS Arará e FiberMax 966. De acordo com Bogiani e Rosolem (2009), o efeito do regulador de crescimento, dentre outros fatores, é função das características da cultivar.



**Figura 2.** Efeito de diferentes doses de cloroto de mepiquat (0; 50; 75 e 100 g ha<sup>-1</sup>), em cultivares de algodoeiro no Estado de Goiás.  
Fonte: Ferreira et al. (2005).

Os efeitos dos reguladores de crescimento sobre a produtividade de fibra são evidentes, especialmente em cultivares de porte alto, quando as condições ambientais são favoráveis para o excessivo crescimento vegetativo (NICHOLS, 2003).

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 (YORK, 1983; REDDY et al., 1990; REDDY et al., 1992; WALLACE et al., 1993; ATHAYDE; LAMAS, 1999; LAMAS, 2001; FERREIRA; LAMAS, 2006).

Para a tomada de decisão sobre aplicação de regulador de crescimento é indispensável analisar o potencial de crescimento vegetativo das plantas, estágio de desenvolvimento, taxa de crescimento, retenção de estruturas reprodutivas, fertilidade do solo, quantidade de fertilizantes utilizada, cultivar e 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. Cada fase do crescimento é caracterizada por uma atividade fisiológica predominante que, em consequência, demanda tipos e práticas culturais específicas para otimização do crescimento destas plantas, durante os vários estádios do 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 (R11 CHIE et al., 2004). A partir desta fase, a demanda dos frutos por carboídratos, é muita alta, consequentemente 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. Estes cuidados devem ser entendidos até que acima da flor mais alta, na haste principal, existam de quatro a cinco nós, quando a taxa de crescimento do algodoeiro, é significativamente reduzida.

A aplicação de reguladores de crescimento no algodoeiro é feita através de pulverizações foliares. A dose total a ser aplicada, deve ser parcelada (sequencial),

o que proporciona maior redução da altura das plantas (FURLANI JUNIOR et al., 2003; STEWART, 2005).

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

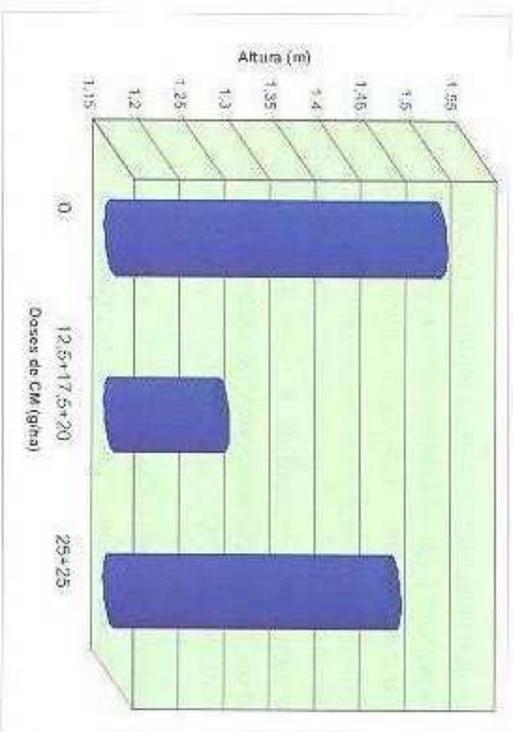


Figura 3. Efeito do atraso da primeira aplicação de cloroto de mepiquat na altura das plantas da cultivar CNPA ITA 90, em Primavera do Leste, MT. Fonte: Lamas (2001).

A primeira aplicação deve ser feita com base no crescimento das plantas. Se considerarmos 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 Cedro, BRS 269-Buriti, FMT 701, FiberMax 993; em cultivares com crescimento menos vigoroso como BRS Ipê, FiberMax 966, DeltaOpal, NuOpal e BRS Aracá, a primeira aplicação é feita quando a altura das plantas estiver entre 0,40 e 0,45 m (LAMAS; FERREIRA, 2006). Sempre 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.

O ideal, em termos de crescimento do algodoeiro, é que o comprimento médio do internódio, obtido pela razão entre altura da planta e 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.

No Brasil, o cloreto de mepiquat (choride 1,1-dimethyl piperidinium) e o cloreto de clormequat (2-chlorethyltrimethyl-ammonium chloride) são os principais reguladores de crescimento utilizados na cultura do algodoeiro. Estes produtos possuem mecanismo e modo de ação semelhantes. Novos produtos encontram-se em desenvolvimento: pentaborato de mepiquat e uma formulação contendo a mistura de cloreto de mepiquat + cyclanilide. A cyclanilide é um inibidor do transporte (BURTON et al., 2008) e possivelmente da síntese de auxina (JOST ; DOLLAR, 2004).

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 onde foi comparado o cloreto de mepiquat e o pentaborato de mepiquat, para as variáveis altura de plantas, número de nós acima da flor mais alta e produtividade de fibra, não se verificou diferença significativa entre os dois produtos estudados. O pentaborato de mepiquat ainda não está registrado para uso no Brasil.

Os reguladores atualmente 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 Turner e Hickey, 2010 e por Fernandes e Correa, 2010, não se constatou diferença na eficiência entre a nova formulação (WDG) e a formulação atualmente em uso (concentrado solúvel em água).

A dose total de cloreto de mepiquat e de cloreto de clormequat varia entre 50 a 75 g ha<sup>-1</sup>. Para cultivares de porte mais baixo como FiberMax 966 e FMT 523, por exemplo, 50 g ha<sup>-1</sup> é suficiente para que, na colheita as plantas tenha altura de no máximo 1,20 m; já para as cultivares BRS Cedro, BRS 269- Buriti, FMT 709, FiberMax 993 e FiberMax 9110 pode ser necessário até 75 g ha<sup>-1</sup>. É importante

que na colheita, as plantas tenham no máximo 1,20 m de altura. Em plantas com altura superior a 1,20 m, o produto colhido terá a sua qualidade prejudicada em função de impurezas, especialmente casca do caule.

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

Independente do produto utilizado, a ocorrência de chuvas logo após a aplicação pode comprometer a eficiência do mesmo. 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 clormequat é necessário 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 na ação do produto.

Todas as informações disponíveis até o momento sobre manejo de reguladores de crescimento na cultura do algodoeiro são referentes a resultados obtidos com o algodoeiro cultivado no espaçamento entre fileiras entre 0,76 a 0,90 m. Para o caso do algodoeiro adensado (espaçamento igual ou menor que 0,45 m), ainda não se dispõe de informações específicas. Entretanto, algumas considerações podem ser feitas: o ideal é que, quando da colheita, as plantas tenham altura no máximo de 1,5 vezes o espaçamento entre fileiras. Assim, se o espaçamento entre fileiras for de 0,45 m, a altura das plantas, não deve ser superior a 0,68 m. Considerando as cultivares atualmente em uso no Brasil, para o alcance da meta prevista no sistema adensado, no que se refere a altura das plantas, é necessário doses bem maiores do que as utilizadas para o algodoeiro cultivado no espaçamento convencional. Esta dose ainda não está perfeitamente definida, pois depende da cultivar, da época de semeadura e das condições ambientais, especialmente da disponibilidade hídrica. Entretanto, não havendo a ocorrência de qualquer estresse, sugere-se iniciar as aplicações de regulador de crescimento no estágio V5. Tomando-se como exemplo uma cultivar de porte baixo, em condições sem estresse, sugere-se como referência, 200 g i.a. ha<sup>-1</sup>, parcelada em 20+30+40+50+60 g i.a. ha<sup>-1</sup>, para cultivar de porte alto, que não seria a mais indicada para este sistema de produção, a dose de referência

situa-se entre 300 a 400 g i.a. ha<sup>-1</sup>. Considerando-se 400 g i.a. ha<sup>-1</sup>, sugere-se o seguinte esquema de parcelamento: primeira aplicação em V5 (40+60+80+100+120 g i.a. ha<sup>-1</sup>). É importante destacar que, dose elevada de regulador de crescimento pode interferir negativamente na produtividade, pois o regulador de crescimento além de diminuir o comprimento dos internódios, reduz comprometida, e o efeito desejado do controle do crescimento não é alcançado, mesmo que se utilize de maiores doses nas pulverizações posteriores.

O uso de reguladores de crescimento aplicados por meio do tratamento de sementes é uma prática usada por alguns cotonicultores, mas que ainda carece de mais estudos. A maioria dos trabalhos existentes sobre o assunto diz respeito a pesquisas em ambiente controlado, com os algodoeiros sendo conduzidos até no máximo no início do estágio reprodutivo. Poucas informações técnico-científicas estão disponíveis a respeito do efeito do tratamento de sementes com cloreto de mepiquat ou cloreto de chlormequat, em condições de campo, durante todo o ciclo da cultura.

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, independente da dose ou tempo de embebição usado, não apresentaram redução da velocidade de emergência das plântulas, em comparação com as provenientes de sementes não tratadas (PAZZETTI, 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, em nossos trabalhos de pesquisa (dados ainda não publicados), temos conseguido trabalhar com o cloreto de mepiquat, na formulação comercial de 250 g/L, em doses que variam de 0 a 16 g do ingrediente ativo por kg de semente, de forma que o tempo de secagem das sementes após o tratamento fique em torno de 12 horas. As sementes tratadas com cloreto de mepiquat podem ser armazenadas por pelo menos 60 dias sem que haja redução na qualidade fisiológica, e mantendo o potencial de efeito redutor do crescimento dos algodoeiros (NAGASHIMA et al., 2010).

Em estudo sobre o uso do cloreto de mepiquat por meio do tratamento de sementes da cultivar IPR 120, Nagashima et al. (2005) observaram que houve

redução do crescimento dos algodoeiros 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.

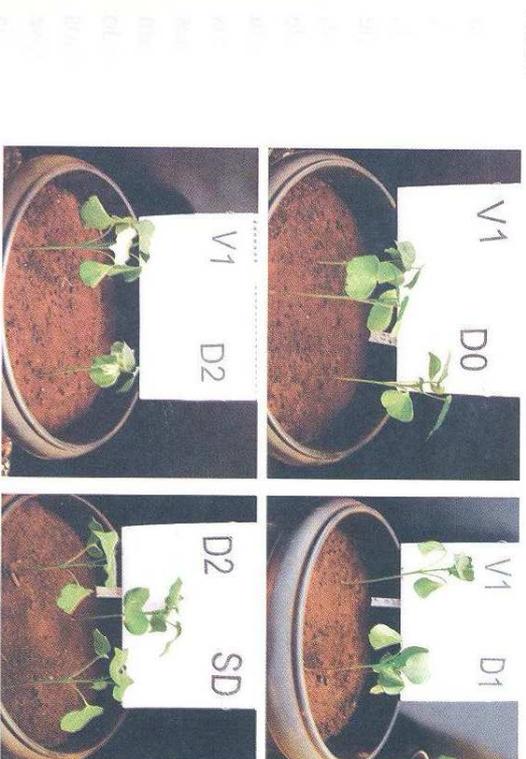
Quanto à forma de aplicação do regulador de crescimento para o contato com as sementes, Yeates et al. (2005) estudaram cinco doses de cloreto de mepiquat (0,0; 0,2; 0,5; 1,0 e 2,0 g do ingrediente ativo por kg de sementes) aplicadas por meio de aspersão e por meio de embebição por 2,5 horas, cinco dias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

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

De modo geral, os trabalhos de pesquisa desenvolvidos no Brasil e na Austrália (YEATES et al., 2005; NAGASHIMA et al., 2005; NAGASHIMA et al., 2007; LAMAS, 2006; PAZZETTI, 2009; FERRARI et al., 2009; CHIAVEGATO et al., 2009), 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, independente da dose e do tempo de embebição, reduzem o crescimento inicial dos algodoeiros, desde a emergência até o início do desenvolvimento reprodutivo. Entretanto, os reguladores aplicados via tratamento de sementes 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 cloreto de chlormequat, diferentemente dos demais trabalhos citados anteriormente, os quais observaram que, independente da molécula, dose ou 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 desenvolvimento das raízes, e por consequência interferir na sensibilidade dos algodoeiros submetidos a déficit hídrico (IQBAI et al., 2005). Segundo Nagashima et al. (2009a), a fitomassa de raízes de algodoeiros não é influenciada pelo tratamento das sementes com diferentes doses e formas de contato com o cloroto de mepiquat. Contudo, essa ainda é uma preocupação que deve existir por ocasião do uso dessa técnica de aplicação via sementes para o controle do crescimento do algodoeiro, pois déficit hídrico nas primeiras fases de desenvolvimento do algodoeiro pode comprometer o estabelecimento da lavoura, e dependendo da intensidade e severidade do estresse, reduzir a população. É de se esperar que os algodoeiros oriundos de sementes tratadas com regulador de crescimento sejam mais sensíveis aos déficits hídricos no início do desenvolvimento vegetativo (Figura 4), quando as raízes ainda estão se estabelecendo no solo.

Em algumas situações e 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 dos algodoeiros por meio das pulverizações sobre as folhas, sobretudo nas cultivares de porte médio e alto.



**Figura 4.** Efeitos de regulador de crescimento aplicado via tratamento de sementes no algodoeiro BRS 269-Buriti submetido a estresse hídrico (V1 = déficit hídrico na fase fenológica V1; SD = sem déficit hídrico; D0, D1 e D2 = 0, 2 e 4 g do ingrediente ativo de cloroto de mepiquat por kg de semente) - dados não publicados. Fotos: Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira

### 21.3 - DESFOLHANTES

As cultivares de algodoeiro atualmente em uso apresentam hábito de crescimento indeterminado, produzindo botões florais, flores e maçãs tardiamente. Estas estruturas reprodutivas produzidas no final do ciclo não contribuem com 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 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: facilidade do planejamento da colheita e a utilização de máquinas; melhora o desempenho da colheita; redução da umidade das sementes, fibra e proporciona 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 (SUTTLE, 1985; JOST; BROWN, 2003).

Os efeitos dos desfolhantes na cultura do algodoeiro são muito dependentes das condições ambientais, especialmente, temperatura e umidade. Em condições de temperatura inferior 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 aplicação dos desfolhantes. Quando aplicados antecipadamente, estes interferem negativamente na produtividade e na qualidade da fibra (SNIPES ; BASKIN, 1994). Os desfolhantes só devem ser aplicados quando a maioria das maçãs atingirem a maturação fisiológica. (RITCHIE et al., 2004).

Na definição do momento adequado para 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 flor, na haste principal, a planta apresentar cinco nós. Após este estádio deve ser considerado o acúmulo de 850 a 1000 unidades de calor (UC), sendo que  $UC = ((T_{max} + T_{min})/2) - 15^\circ C$ , onde  $T_{max}$  = temperatura máxima;  $T_{min}$  = temperatura mínima e  $15^\circ C$  é a temperatura base (GONIAS et al., 2007). De acordo com estes autores, quando se define o momento da aplicação, utilizando-se o critério de 60–70 % de frutos abertos (capulhos), a probabilidade de se incorrer em erros é extremamente elevada, o que pode interferir negativamente na produtividade e na qualidade da fibra.

Outro critério para 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 (GUILA..., 2006).

Os produtos registrados e recomendados como desfolhantes são: 1)- tidiazuron ( $120 \text{ g L}^{-1}$ ) + diuron ( $60 \text{ g L}^{-1}$ ). 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  $30 \text{ g ha}^{-1}$  de tidiazuron + diuron, respectivamente; 2)- carfentrazone-ethyl –  $400 \text{ g L}^{-1}$ , na dose de 40 a  $60 \text{ g ha}^{-1} + 1\% \text{ v.v.}$  de óleo mineral. Concentrações superiores a  $1\%$  de óleo mineral pode deteriorar a qualidade da fibra, causando pegajosidade. Em doses superiores a  $60 \text{ g ha}^{-1}$ , 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.

## 21.4 - MATURADORES

Os maturadores 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 de estresse fisiológico causado por deficiência hídrica, onde 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 a base de

ethephon quando a temperatura no momento da aplicação for inferior a  $20^\circ C$  (SNIPES; WILLS, 1994). Ainda, segundo estes mesmos autores, a faixa de temperatura considerada ótima se situa entre 22 a  $30^\circ C$ . 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 estejam maduros fisiologicamente. Aplicações precoces podem interferir negativamente na qualidade da fibra. Lima (2007), trabalhando com maturador, 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: 1)- ethephon ( $480 \text{ g L}^{-1}$ ) + cyclanilide ( $60 \text{ g L}^{-1}$ ) – a dose a ser utilizada varia entre 720 a  $1200 \text{ g ha}^{-1}$  de ethephon + 90 a  $15 \text{ g ha}^{-1}$  de cyclanilide. Em condições de temperaturas mais altas, utilizar menores doses, o contrário para as condições de temperaturas mais baixas e 2)- ethephon ( $273 \text{ g L}^{-1}$ ) + AMADS ( $873 \text{ g L}^{-1}$ ) – a dose a ser utilizada varia de 1092 a  $1638 \text{ g ha}^{-1}$  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).

## 21.5 – 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 como referência 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. Especialmente os desfolhantes e maturadores podem interferir

negativamente na qualidade da fibra, daí a importância do momento adequado para aplicação. Preferencialmente deve-se utilizar desfolhantes ao invés de dessecantes, pois estes interferem na qualidade da fibra (impurezas), o que exige maiores cuidados no beneficiamento. Desfolhantes e maturadores também facilitam o manejo da colheita e otimizam o uso de máquinas e implementos.

O uso adequado dos reguladores de crescimento contribui positivamente na manutenção da qualidade da fibra.

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

## 21.6 – LITERATURA CONSULTADA

- 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.
- BARIOLO, 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.; CARVALHO, L. H.; GOTTARDO, L. C. B.; KONDO, J. L.; CARVALHO, H. D. R. Modos de aplicação de regulador de crescimento e trifloxissulfuron-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
- 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/131239.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.; MAUNNEY, 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/ajpload/JCS14-119.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2010.
- FERNANDEZ, C. J.; CORREA, J. C. Effects of various mepiquat chloride-based formulations on cotton growth and yield. In: BELTWIDE 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. 2010.
- 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
- FERRERA, A. C. de B.; LAMAS, F. M. Uso de reguladores de crescimento, desfolhantes, dessecantes 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.; BARBOSA, K. de A. Resposta de genótipos de algodoeiro a doses de regulador de crescimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Algodão, uma fibra natural: amais...** [S.l.]: Abrapa; Embrapa; Governo da Bahia, 2005. 1 CD-ROM.
- FURLANI JURIOR, E.; SILVA, N. M. da; CARVALHO, L. H.; BORTOLETO, 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 Conferences, New Orleans, jan. 2007.
- GLIA 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, Sep/Oct. 1991.
- JOBAL, 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, Sep. 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: 23 out. 2006.
- 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/1065.cfm>. Acesso em: 23 out. 2006.

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. (College of Agricultural and Environmental Sciences, Bulletin, 1305). Disponível em: <http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubcd/B1305.htm>. Acesso em: 23 out. 2006.

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, set. 2004.

- NAGASHIMA, G. T.; MARUR, C. J.; YAMAOKA, R. S.; MIGLIORANZA, E. 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.; 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, v. 40, n. 1, p. 7-11, jan/fev. 2009a.
- 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 ultraestreito. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 602-609, out/dez. 2009b.
- 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.
- 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: 12 dez. 2006.
- 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
- PETTIGREW, W. T.; HETHOLT, 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). Disponível em: <<http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubcd/b1252.htm>>. Acesso em: 3 jan. 2007.
- ROSOLEM, C.; GONIAS, E.; BIBI, A.; SOUZA, F. S. de; OOSTERHUIS, D. Effect of temperature on cotton growth response to mepiquat chloride. In: BELT WIDE COTTON CONFERENCE, 2006, San Antonio. **Proceedings...** Disponível em: <<http://ncc.confex.com/ncc/2006/techprogram/S1447.HTM>>. Acesso em: 31 jan. 2007.
- 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: 3 jan. 2007.

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: BELTWIDE COTTON CONFERENCES, 2006, San Antonio. **Proceedings...** Disponível em: <<http://ncc.confex.com/ncc/2006/techprogram/S1447.HTM>>. Acesso em: 5 jan. 2007.

TURNER, O.J.; HICKEY, J. Novel formulation of mepiquat chloride - 90 WDG. In: BELTWIDE 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. 2010.

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), 1993.

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.