



Fábio Rafael Echer
Unoeste



Ciro Antonio Rosolem
Unesp



Patrícia Rafaella de Mello
Unibalsas

Manejo de reguladores de crescimento

Por que controlar o crescimento

O **algodoeiro** é uma planta perene, de crescimento indeterminado, com morfologia complexa; as altas produtividades são obtidas quando há balanço adequado entre os crescimentos vegetativo e reprodutivo.

O crescimento e o desenvolvimento do algodoeiro são influenciados por fatores exógenos (água, luz e temperatura, fertilidade do solo) e também por fatores endógenos (hormônios). A ocorrência de estresses que resultem em perda da carga frutífera ou condições que favoreçam o crescimento vegetativo (excesso de N no solo; solo úmido, mas não encharcado, e temperaturas altas - $>32^{\circ}\text{C}$) resultam em um crescimento excessivo e, dependendo da fase fenológica, reduzem o índice de colheita, ou seja, a proporção de biomassa reprodutiva em relação ao total produzido pela planta. Nessas condições, o uso de regulador de crescimento torna-se indispensável, pois possibilita o controle do crescimento vegetativo excessivo, a manipulação da arquitetura das plantas, sendo uma estratégia importante para o incremento da produtividade.

A giberelina é o hormônio responsável pela multiplicação e pelo alongamento celular e é sintetizada nas regiões meristemáticas das plantas. Os reguladores de crescimento, como o cloreto de mepiquate e cloreto de cloromequate, são substâncias químicas sintéticas que se translocam de maneira ascendente e descendente na planta, inibindo a biossíntese do ácido giberélico, reduzindo, conseqüentemente, o alongamento celular.

Plantas que recebem a aplicação de reguladores de crescimento são mais compactas, com entrenós mais

curtos, tanto os vegetativos como os ramos reprodutivos, folhas menores e, conseqüentemente, menor índice de área foliar, o que melhora a penetração da luz no baixeiro da planta, contribuindo para a fixação dos frutos nessa porção do dossel, além de aumentar a eficiência da aplicação de inseticidas e fungicidas.

Considerando a evolução da severidade de algumas doenças fúngicas, como ramulária e mancha-alvo, e a eficiência de controle dos fungicidas, a manutenção do dossel arejado deixa o microclima menos propício aos patógenos, além de facilitar a deposição da calda de aplicação no terço inferior da planta. Assim, o uso adequado dos reguladores pode auxiliar no controle dessas doenças. Além disso, plantas tratadas com regulador de crescimento, em função da redução na expansão de área foliar, conservam mais água, uma vez que a transpiração é menor. Para ambientes cujo déficit de pressão de vapor é elevado, a redução do consumo de água diminui o risco de estresse hídrico por seca.

As doses de regulador de crescimento utilizadas atualmente são muito superiores às utilizadas no passado, e as razões para isso são apontadas abaixo:

- Adoção de cultivares transgênicas resistentes/tolerantes a lepidópteros: uma vez que a biotecnologia foi introduzida nos genótipos convencionais, estes demandam menor resistência natural, o que se traduz em maior energia disponível para o crescimento, ou seja, maior vigor, e;

- Menor fitotoxicidade de herbicidas seletivos e não seletivos, tanto na aplicação em pós-emergência quanto em jato dirigido: a redução desse

estresse demandou controle do crescimento mais precoce, normalmente por ocasião do aparecimento dos primeiros botões florais.

1. Monitoramento do crescimento

A manutenção da carga frutífera sempre será o principal fator a regular o crescimento da planta, e, em determinadas situações, demanda menor quantidade de regulador, principalmente em cultivares de ciclo curto, em que o excesso pode comprometer a produtividade e a qualidade da fibra, por conta do atraso na emissão de novos pontos de frutificação. Por outro lado, o clima favorável ao desenvolvimento (dias ensolarados, temperaturas entre 20°C e 30°C e boa umidade do solo), aliado à boa fertilidade do solo, principalmente a alta disponibilidade de N no solo (altos teores de matéria orgânica, leguminosa como cultura antecessora ou uso de altas doses de N nas adubações), pode favorecer o crescimento vegetativo e elevar a demanda por regulador.

O monitoramento da altura das plantas deve ser iniciado no estágio B1 (1º botão floral), quando ocorre intenso crescimento do sistema radicular em vista da parte aérea, e a demanda por regulador é baixa. Os estádios F1 e C1 (1ª flor e 1º capulho) requerem maior atenção, pois é quando o crescimento é intenso, principalmente se

ocorrer perda de carga produtiva, especialmente entre F1 e Fn (florescimento pleno), entre 50 e 85/90 DAE.

A redução da altura da planta ocorre com a diminuição do comprimento dos entrenós, e este é sensível às condições ambientais, sobretudo temperatura, disponibilidade hídrica e nutricional e características genéticas da cultivar. Eles são considerados longos acima de 7 cm e indicam condições favoráveis ao crescimento; entrenós com comprimento entre 4 cm e 5 cm são considerados ideais por proporcionarem melhor circulação de ar, umidade e transmissão de luz. Abaixo de 4 cm, os entrenós são curtos e indicam algum estresse durante seu desenvolvimento, como dose muito alta de regulador, seca, baixas temperaturas etc. Em geral, 5 cm é o comprimento ideal dos internódios, e, dependendo do número de nós almejado para a lavoura, é necessário reduzir o comprimento médio dos entrenós, caso contrário a planta ficará muito alta. A *Figura 1* mostra um padrão de crescimento considerado ideal, tomando-se como base a relação altura de plantas x número de nós. Nota-se que, quando uma planta avaliada está à esquerda da reta, o crescimento é excessivo. Por outro lado, se a avaliação estiver à direita da reta, o controle do crescimento está muito rigoroso.

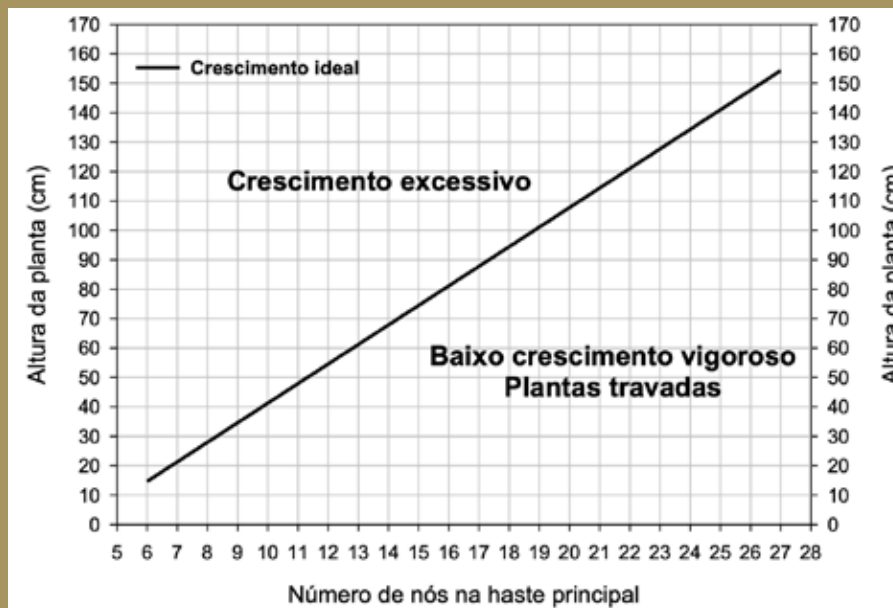


Figura 1. Crescimento ideal de plantas de algodão em relação à altura da planta e ao número de nós na haste principal

O momento de aplicação do regulador deve ser definido com base em critérios técnicos. Como exemplo de critérios empregados, mencionam-se: razão entre altura de plantas e número de nós da haste principal (*Figura 1*) e o comprimento médio dos últimos cinco nós do ponteiro.

A avaliação do comprimento dos cinco nós do ponteiro é um dos métodos mais eficientes para monitorar a taxa de alongamento dos entrenós, pois a síntese de giberelina se dá no ápice caulinar, portanto, a região de maior influência do hormônio será no ponteiro da planta. A medição é realizada contando-se o primeiro nó do ápice da planta (considera-se como primeiro nó aquele que tenha distância de, no mínimo, 1,2 cm até o segundo nó) até o quinto nó. Essa medida é dividida por 5 para se obter a média dos entrenós. Ex.: distância do 1º ao 5º nó: 16 cm divididos por 5 = 3,2 cm.

Utilizam-se como critério de interpretação os seguintes valores:

- >3,5 cm: crescimento muito vigoroso
- 3-3,5 cm: crescimento vigoroso
- < 3 cm: baixo crescimento

Nesse caso, com média de 3,2 cm, o técnico/produtor deve ficar atento ao crescimento e planejar a aplicação do regulador, pois é provável que em dois ou três dias as plantas tenham “escapado”.

2. Definição das doses

A definição da dose de regulador de crescimento é sempre tema polêmico, pois, na maioria das vezes, a experiência do técnico responsável é o fator determinante na decisão. Como alternativa, pode-se utilizar o método abaixo, que consiste no emprego de diferentes equações, específicas para diferentes condições de crescimento (*Tabela 1*).

Tabela 1. Sugestão de doses de regulador de crescimento em diferentes condições de crescimento*. Altura dada em centímetros

Equação	Ciclo da cultivar	Temperatura	Umidade do solo	Taxa de crescimento diário (cm)
$Dose = 12,64 - 0,538A + 0,0083A^2$	Precoce/médio	-	-	1,50
$Dose = 24,39 - 1,007A + 0,0154A^2$	Médio/tardio ou tardio	<30°C	Boa	1,25
$Dose = 34,16 - 1,438A + 0,0224A^2$	Tardio	>30°C	Boa	1,00

*O resultado da equação é expresso em g. i.a. ha⁻¹ de cloreto de mepiquate ou clormequate. Para transformar em produto comercial, basta dividir o resultado pela concentração do i.a. no produto. Ex. Para uma cultivar de ciclo tardio e com altura de 70 cm, a dose recomendada de i.a. é de 29,36 g. ha⁻¹. Se o produtor optar por usar o regulador a base de cloreto de mepiquate que tenha concentração de 25%, a dose será de 117,4 ml. ha⁻¹ (29,36/0,25).

Uma opção à utilização da tabela acima é o uso de aplicativo para smartphones (Regula – disponível na plataforma Cotton Apps®). Os detalhes do funcionamento são apresentados na parte final deste capítulo.

3. Efeito sobre a produtividade e a qualidade da fibra

Sob condições propícias a grande crescimento, o uso de limitadores de crescimento tem sido importante no controle da altura e da estrutura

produtiva da planta. A aplicação desses reguladores resulta em plantas mais baixas, mais compactas, com folhas melhores e mais precoces. A recomendação de reguladores dá-se no sentido de evitar plantas com arquitetura desfavorável, seja para a produtividade como para a colheita.

Encontram-se, na literatura, resultados em que houve resposta positiva, resposta negativa e sem resposta na produtividade de algodão. Nos casos em que a resposta foi positiva, as plantas geralmente tinham mais de 1,10 m de altura, em espaçamento mais estreito que o recomendado. Um efeito bem conhecido do cloreto de mepiquat é que há um deslocamento da produção para os primeiros nós produtivos. Assim, se contado o número total de estruturas frutíferas das plantas, normalmente há uma pequena diminuição. Entretanto, como é melhorado o pegamento do baixeiro, com frutos maiores, a produtividade não é modificada. Evidentemente, doses excessivas ou aplicações fora da melhor época resultarão em menos estruturas produtivas, sem a devida compensação, e então haverá prejuízo na produtividade.

Dessa forma, quando as aplicações são efetuadas na época e na dose correta, não se espera efeito na produtividade. O que se espera é que se evite queda na produtividade em função de outras práticas, tais como alta adubação, que resultam em plantas com crescimento muito vigoroso.

Propriedades da fibra como comprimento, maturidade, micronaire são componentes de rendimento. A fibra de algodão está, em sua maior parte, sob controle genético. No entanto, a qualidade das fibras também depende do ambiente e do gerenciamento de culturas. Assim, seria possível ainda um efeito dos reguladores sobre a qualidade da fibra, embora indireto, proporcionando melhores condições para o desenvolvimento da fibra de qualidade. Por exemplo, em função do melhor pegamento de frutos do baixeiro, se não ocorrerem problemas, adiantará a maturação e colheita, resultando assim em melhoria da qualidade da fibra, que terá ficado menos tempo exposta ao ambiente e amadurecido em melhores condições de água e temperatura.

O manejo de culturas para altos rendimentos é totalmente compatível com alta qualidade de fibra, mas o ambiente nem sempre é previsível ou gerenciável. Portanto, a maioria dos fatores de gerenciamento que otimizam a produtividade também resultará em melhor qualidade da fibra. O cultivo de algodão antes ou depois da melhor época recomendada

resultará na maior parte do desenvolvimento de fibras sob temperaturas marginais, incidência de luz e/ou disponibilidade de água e qualidade inferior. O excesso de nitrogênio pode resultar em menor qualidade da fibra e “algodão pegajoso”, ao retardar a maturidade da planta. Entretanto, o manejo de regulador não é suficiente para evitar esses problemas. Então, práticas como utilizar altas doses de N e altas doses de regulador podem resultar em prejuízo na qualidade da fibra.

4. Manejo de reguladores em lavouras sob estresse

A finalidade da utilização dos reguladores de crescimento é reduzir a altura da planta e o tamanho do dossel para melhorar a interceptação de luz nos terços inferiores e médio da planta. Qualquer estresse ambiental que afete o crescimento poderá ser potencializado se a lavoura for tratada com regulador, e a magnitude do efeito dependerá da dose utilizada. Por exemplo, em cultivares com injúrias de herbicidas pós-emergentes não seletivos, ou mesmo seletivos que impliquem em inibição do crescimento inicial, a aplicação de regulador deve ser postergada, uma vez que o crescimento da planta está limitado por outro fator.

Em lavouras instaladas em solos arenosos ou em ambientes com baixa disponibilidade hídrica, o manejo de regulador deve ser feito com mais precaução, pois mesmo que haja uma chuva significativa, a retenção da umidade é baixa nesses solos, e, caso não haja nova precipitação, a planta pode entrar em estresse em poucos dias. Nesse caso, a estratégia menos arriscada é utilizar várias aplicações com doses mais baixas, assim, conforme a planta for crescendo, vai sendo regulada. É importante deixar claro que não há propriamente uma interação do regulador com a seca; se a planta estiver em estresse por falta de água, estará produzindo pouca giberelina. Como o regulador é um inibidor de giberelina, não haverá giberelina a ser inibida.

O excesso de chuvas em algumas regiões de Mato Grosso, principalmente no período de fevereiro a abril, tem exposto as plantas ao encharcamento do solo, o que causa anoxia ou hipoxia (baixo teor ou ausência de O₂ na solução do solo). Cabe ressaltar que o algodoeiro é uma planta originária de regiões desérticas ou semi-desérticas, e que, ao longo do processo evolutivo, não desenvolveu habilidade para conviver

com o excesso de água no solo; ao contrário, sua habilidade maior é em tolerar a falta dela. Assim, em lavouras encharcadas, a absorção de nitrogênio será reduzida, prejudicando a síntese de clorofila e a taxa fotossintética, o que afetará o crescimento e a expansão foliar. Desse modo, em lavouras encharcadas, recomenda-se que, após a drenagem da água (3-8 dias, dependendo da textura do solo), proceda-se com a adubação nitrogenada e avalie-se o crescimento, para que, então, se houver necessidade, a planta seja regulada.

Outra situação é a baixa disponibilidade de radiação nos primeiros meses de vida da cultura (fevereiro a abril); nesse caso, o manejo de regulador permitirá melhor penetração da pouca radiação disponível no terço inferior e médio da planta, evitando o crescimento excessivo em altura e em área foliar, o que significa economia de energia, o que poderá garantir a fixação de estruturas reprodutivas mesmo em condições de baixa disponibilidade de radiação.

5. Nitrogênio e crescimento vegetativo excessivo

Doses altas de nitrogênio (>150 kg. ha⁻¹) têm sido utilizadas em lavouras no Brasil, muitas vezes em razão das perdas das primeiras de posições frutíferas da planta, em uma tentativa de recuperar a produção no ponteiro da planta. Cabe salientar que nem sempre o aumento da dose de N compensará a produção perdida, pois os frutos do ponteiro dependerão da ocorrência mais tardia de chuva (maio e junho) e, mesmo nessas condições, pode haver restrição de temperatura ao crescimento e abertura dos frutos formados mais tardiamente, o que pode prejudicar a qualidade da fibra.

Assim, a utilização de doses de N superiores às recomendadas deve ser vista com precaução, uma vez que nem todas as regiões produtoras de algodão em Mato Grosso possuem ambiente favorável à emissão de nós frutíferos a partir do mês de maio. Se for feita opção de utilizar doses mais altas de N, deve-se evitar que as adubações sejam feitas tardiamente, pois o estímulo vegetativo após os 70-80 dias prejudicará a retenção e o crescimento das estruturas já formadas.

Em áreas de sistema de semeadura direta consolidado ou em áreas de sucessão com a soja por vários anos e com elevados teores de matéria orgânica e fertilidade, o crescimento do algodoeiro é mais vigoroso, o que, aliado a doses mais altas de N, pode levar a crescimento vegetativo excessivo e demandar maiores doses de regulador de crescimento, que serão definidas de acordo com o ciclo/porte da cultivar e da condição ambiental (*Tabela 1*). O monitoramento do crescimento da planta deve ser realizado ao menos duas vezes por semana nessas áreas, pois, caso haja crescimento em excesso e a planta aborte algumas posições, mesmo com doses mais elevadas de regulador, dificilmente o crescimento será controlado com apenas uma aplicação.

6. Capação

A capação, ou terminação do crescimento, é uma prática adotada na maior parte das lavouras de algodão do Brasil com a finalidade de evitar a emissão de novos nós. O crescimento pode ser cessado de maneira natural quando há alta quantidade de drenos na planta, ou pode ser induzido com a aplicação de doses mais elevadas de reguladores.

Trabalhos conduzidos em áreas comerciais não mostram diferença em relação aos ingredientes ativos cloreto de mepiquate ou cloreto de cloromequate; as doses a serem utilizadas irão variar de acordo com a carga frutífera retida, o vigor da cultivar, a disponibilidade de água e nitrogênio no solo e a temperatura do ambiente. Assim, as doses utilizadas têm variado de zero a 250 g i.a . ha⁻¹. Quanto à época de

capação, não há um consenso e depende muito do manejo empregado durante a cultura; lavouras que são conduzidas para a precocidade (alta fixação dos frutos no baixeiro e terço médio; doses de N e densidade de plantas adequadas) poderão ser “capadas” mais cedo (90-100 DAE); ao passo que lavouras mais tardias que concentrem a produção no terço médio e ponteiro aos 120-130 DAE.



Referências bibliográficas: entrar em contato com os autores

Regula - um aplicativo para manejo de reguladores de crescimento

O Regula integra a plataforma Cotton Apps®, que está disponível na Play Store e na App Store (QR codes abaixo).



Algumas instruções de utilização são descritas a seguir.

Instruções de uso

Fazendas – registro do nome da fazenda, área e localização;

Talhões – os talhões são cadastrados dentro de uma fazenda pré-listada;

Produtos – há uma listagem dos reguladores disponíveis no mercado;

Medir amostras – seleciona-se a fazenda e talhão, a altura da planta, o número de nós e o comprimento dos cinco nós do ponteiro devem ser informados;

Calcular doses – seleciona-se o produto, fazenda, talhão, amostra avaliada e a condição de crescimento (cultivar precoce, cultivar tardia ou cultivar tardia + condição favorável). O resultado é dado em ml ha^{-1} do produto escolhido, bem como a quantidade gasta por talhão é mostrada na tela.

Recalcular – Em caso de chuva após a aplicação do regulador, é possível calcular a dose que precisa ser reaplicada. Para isso, insere-se o tempo sem chuva; se foi usado ou não adjuvante, o tipo de regulador e a dose aplicada.

Crescimento – o crescimento pode ser monitorado pelo gráfico que mostra uma curva padrão de crescimento (relação altura com número de nós) e as amostras avaliadas. É possível determinar se a planta precisa de estímulo ou de retardo a seu crescimento.

