

**JOÃO VITOR FERRARI**

**SISTEMAS DE APLICAÇÃO DE SUBDOSES DE  
GLIFOSATO E REGULADOR DE CRESCIMENTO EM  
ALGODOEIRO**

Ilha Solteira

2015

**JOÃO VITOR FERRARI**

**SISTEMAS DE APLICAÇÃO DE SUBDOSES DE  
GLIFOSATO E REGULADOR DE CRESCIMENTO EM  
ALGODOEIRO**

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia  
do Campus de Ilha Solteira – UNESP como  
parte dos requisitos para obtenção do título de  
Doutor em Agronomia. Especialidade:  
Sistemas de Produção.

**Prof. Dr. ENES FURLANI JUNIOR**

Orientador

Ilha Solteira

2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

F375s Ferrari, João Vitor.  
Sistemas de aplicação de subdoses de glifosato e regulador de crescimento em algodoeiro / João Vitor Ferrari. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2015  
66 f.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistema de Produção, 2015

Orientador: Enes Furlani Junior  
Inclui bibliografia

1. Algodoeiro. 2. Efeito hormese. 3. Regulador de crescimento.




**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**


**TÍTULO:** Sistemas de aplicação de subdoses de glifosato e regulador de crescimento em algodoeiro

**AUTOR:** JOÃO VITOR FERRARI

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. ENES FURLANI JUNIOR

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA ,  
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ENES FURLANI JUNIOR   
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de  
Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA   
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de  
Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. FERNANDO TADEU DE CARVALHO   
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. LUIZ HENRIQUE CARVALHO   
Centro de Grãos e Fibras / Instituto Agronômico de Campinas

Prof. Dr. EDIVALDO CIA   
Centro de Grãos e Fibras / Instituto Agronômico de Campinas

Data da realização: 01 de setembro de 2015.

## **Ofereço**

A Deus e aos meus pais

João Ferrari

Ângela Rosa Petinari Ferrari

## **Minha homenagem e eterna gratidão**

A todos os meus ex-professores, especialmente àqueles mediadores da minha formação em Agronomia, da Faculdade de Engenharia, Unesp – Campus de Ilha Solteira.

## **Dedico**

Aos meus irmãos

Samuel Ferrari e

Heitor Petinari Ferrari, pelo apoio, companheirismo e confiança em minha jornada. E a todos meus familiares e amigos.

## **Agradecimentos Especiais**

A Deus, pela vida, saúde, oportunidades e força a que tem me proporcionado. Aos meus pais pelo apoio, dedicação, compreensão e auxílio que me fortalecem a cada dia;

Ao professor Dr. Enes Furlani Júnior pela valiosa orientação acadêmica dedicada nos últimos anos que trabalhamos juntos, que me revelou autêntica demonstração de profissionalismo, competência, humildade, confiança e companheirismo a minha pessoa, a quem considero não só como um amigo, mas como um exemplo de vida;

Ao meu irmão Samuel Ferrari e meus estimados alunos do curso de Agropecuária da Etec de Jales pelo apoio e participação durante a condução deste trabalho, através do qual pode torná-lo mais completo.

## **Agradecimentos**

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação;

Aos bibliotecários pela dedicação e atenção dispensadas;

Aos professores Doutores Orivaldo Arf, Marcelo Andreotti, Marcos Eustáquio Sá, Edson Lazarini e Salatier Buzetti pela amizade e valiosos ensinamentos prestados;

Aos colegas de República Felipe Hayashi, Carlos Rosa, Vinícius Marino, Lucas Rosestolato, Guilherme Baggio, Cleiton Alves e Hugo Menezello pelo acolhimento e vivência durante 40 meses do curso e a todos os colegas de Mestrado e Doutorado pela convivência e estudos durante as disciplinas.

À equipe da direção da Escola Técnica Estadual “Dr. José Luiz Viana Coutinho” pelas colaborações no momento em que foi desenvolvido o projeto;

Enfim, agradeço a todos que neste período me ajudaram a ser hoje uma pessoa melhor em todos os aspectos e aqueles que até neste momento não foram lembrados, porém jamais esquecidos.

FERRARI, J. V. **Sistemas de aplicação de subdoses de glifosato e regulador de crescimento em algodoeiro**. 2015. 66 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista - Unesp, Ilha Solteira, 2015.

**Autor:** Eng. Agr. Me. João Vitor Ferrari

**Orientador:** Prof. Dr. Enes Furlani Junior

## RESUMO

A cotonicultura apresenta destaque no cenário mundial, pois emprega tecnologia avançada representada por maquinários modernos e técnicos com grande experiência de campo, elevados investimentos e pela diversidade de utilização da pluma. O objetivo deste trabalho foi avaliar o algodoeiro cv. FMT 701 em função de sistemas de aplicação de subdoses de glifosato e regulador de crescimento. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 6x2 com 4 repetições, perfazendo um total de 48 parcelas, compostas por: a- número de aplicações da subdose do glifosato (20 g e.a. (equivalente ácido) ha<sup>-1</sup>): (zero, uma, duas, três, quatro e cinco), aplicadas via foliar respectivamente aos 40; 40 e 50; 40, 50 e 60; 40, 50, 60 e 70 e 40, 50, 60, 70 e 80 dias após emergência (d.a.e.) das plantas; e b- manejo do regulador de crescimento em aplicação foliar (50 g i.a. (ingrediente ativo - cloreto de mepiquat) ha<sup>-1</sup>) sendo por aplicações de forma parcelada (3 dias após a aplicação da subdose do glifosato) ou de forma única aos 70 d.a.e. (nas parcelas que não receberam a subdose); e sem aplicação. A cultivar de algodão FMT 701 submetida a duas aplicações da subdose do glifosato apresenta maior crescimento em altura e de concentração de Mg foliar além de maior número de capulhos por planta e produtividade de algodão em caroço quando associado ao cloreto de mepiquat. A utilização do regulador de crescimento proporciona aumento do diâmetro do caule, concentração de N e Mg foliar e índice SPAD de clorofila, e diminui o comprimento de ramos reprodutivos. Cinco aplicações da subdose de glifosato associadas à utilização do cloreto de mepiquat proporcionam redução de altura de plantas, produtividade e índice de micronaire no algodoeiro.

**Palavras-chave:** Efeito hormesis. Fitormônio. *Gossypium hirsutum*. Cloreto de mepiquat.

FERRARI, J. V. **Glyphosate subdoses of application systems and growth regulator on cotton** 2015. 66 f. Thesis (Ph. D.) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista - Unesp, Ilha Solteira, 2015.

**Author:** Eng. Agr. Me. João Vitor Ferrari

**Adviser:** Prof. Dr. Enes Furlani Junior

### ABSTRACT

The cotton crop has featured on the world stage because employs advanced technology, represented by modern machinery and technicians with great field experience, high investments and the diversity of the plume use. The objective of this study was to evaluate the cotton cv. FMT 701 in function of application systems of glyphosate low dose and growth regulator. The experimental design was a randomized block in 6x2 factorial with four replications, totaling 48 plots with: a- number of glyphosate low dose applications (20 g a.e. (acid equivalent) ha<sup>-1</sup>): (zero, one, two, three, four and five), foliar applied respectively to 40; 40 and 50; 40, 50 and 60; 40, 50, 60, 70 and 40, 50, 60, 70 and 80 days after emergence of plants (d.a.e.); and b- managing of the growth regulator for foliar application (50 g a.i. (active ingredient - mepiquat chloride) ha<sup>-1</sup>) being split application form (3 days after application of glyphosate low dose) or only way at 70 d.a.e. (in plots that didn't receive a low dose); and without application. The cotton cultivar FMT 701 submitted to two applications glyphosate low dose has increased the height and leaf Mg concentration and greater number of bolls per plant and cotton seed yield when combined with mepiquat chloride. The use of the growth regulator provides increased stem diameter, leaf Mg and N concentration and SPAD chlorophyll content, and decreases the length of reproductive branches. Five applications of glyphosate low dose associated with the use of mepiquat chloride provide height plant reduction, yield and micronaire index in the cotton crop.

**Key words:** Hormesis effect. Phytohormone. *Gossypium hirsutum*. Mepiquat clorid.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	- Precipitação pluvial média e temperaturas máximas e mínimas no município de Jales-SP, ano agrícola 2010/11. ....	28
<b>Figura 2</b>	- Precipitação pluvial média e temperaturas máximas e mínimas no município de Jales-SP, ano agrícola 2011/12. ....	29
<b>Figura 3</b>	- Incremento de altura de plantas (cm), no momento da colheita em relação à testemunha para número de aplicações da subdose de glifosato em plantas que receberam aplicação de regulador de crescimento, Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. ....	41
<b>Figura 4</b>	- Incremento de altura de plantas (cm), no momento da colheita em relação à testemunha para número de aplicações da subdose de glifosato em plantas que não receberam aplicação de regulador de crescimento, Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. ....	41
<b>Figura 5</b>	- Diferença de altura de plantas (cm), que receberam tratamento com regulador de crescimento, em relação àquelas que não receberam o produto, de acordo com o número de aplicações da subdose do glifosato, Jales - SP, ano agrícola 2010/11. ....	42
<b>Figura 6</b>	- Diferença de altura de plantas (cm), que receberam tratamento com regulador de crescimento, em relação àquelas que não receberam o produto, de acordo com o número de aplicações da subdose do glifosato, Jales - SP, ano agrícola 2011/12. ....	43
<b>Figura 7</b>	- Incremento de produtividade de algodão em caroço em $\text{kg ha}^{-1}$ , em relação à testemunha para número de aplicações da subdose de glifosato em plantas que receberam aplicação de regulador de crescimento, Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. ....	50
<b>Figura 8</b>	- Incremento de produtividade de algodão em caroço em $\text{kg ha}^{-1}$ , em relação à testemunha para número de aplicações da subdose de glifosato em plantas que receberam aplicação de regulador de crescimento, Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. ....	51
<b>Figura 9</b>	- Diferença de produtividade de algodão em caroço em $\text{kg ha}^{-1}$ , em plantas que receberam tratamento com regulador de crescimento, em relação àquelas que não receberam o produto, de acordo com o número de	

	aplicações da subdose do glifosato, Jales - SP, ano agrícola 2010/11. ....	52
<b>Figura 10</b>	- Diferença de produtividade de algodão em caroço em $\text{kg ha}^{-1}$ , em plantas que receberam tratamento com regulador de crescimento, em relação àquelas que não receberam o produto, de acordo com o número de aplicações da subdose do glifosato, Jales - SP, ano agrícola 2011/12. ....	52

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	- Resultados da análise de fertilidade do solo na camada 0-0,20 m. Jales - SP, 2010. ....	29
<b>Tabela 2</b>	- Sistemas de aplicação do regulador de crescimento em relação ao número de aplicações da subdose do glifosato em dias após emergência das plântulas (d.a.e.). ....	30
<b>Tabela 3</b>	- Teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio em relação a sistemas de aplicação de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R), Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. ....	36
<b>Tabela 4</b>	- Teores foliares de cálcio, magnésio, enxofre e índice SPAD de clorofila em relação a sistemas de aplicação de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R), Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. ....	36
<b>Tabela 5</b>	- Desdobramento da interação sistemas de aplicações de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R) para o teor foliar de magnésio, Jales -SP, anos agrícolas 2010/11. ....	37
<b>Tabela 6</b>	- Altura de plantas em relação à sistemas de aplicação de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R) em algodoeiro em dias após emergência (d.a.e.), Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. ....	39
<b>Tabela 7</b>	- Altura de plantas em relação à sistemas de aplicação de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R) em algodoeiro em dias após emergência (d.a.e.), Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. ....	40
<b>Tabela 8</b>	- Diâmetro do caule em relação a sistemas de aplicação de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R) em algodoeiro em dias após emergência (d.a.e.), Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. ....	44
<b>Tabela 9</b>	- Diâmetro do caule em relação à sistemas de aplicação de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R) em algodoeiro em dias após emergência (d.a.e.), Jales - SP, anos agrícolas	

	2010/11 e 2011/12. ....	44
<b>Tabela 10</b>	- Número de nós do caule em relação à sistemas de aplicação de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R) em algodoeiro em dias após emergência (d.a.e.), Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. ....	45
<b>Tabela 11</b>	- Comprimento de ramos em relação à sistemas de aplicação de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R) em algodoeiro em dias após emergência (d.a.e.), Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. ....	46
<b>Tabela 12</b>	- Número de capulhos por planta, massa de 20 capulhos e produtividade de algodão em caroço em relação à sistemas de aplicações de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R), Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. ....	47
<b>Tabela 13</b>	- Desdobramento da interação sistemas de aplicações de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R) para número de capulhos por planta, Jales - SP, ano agrícola 2011/12. ....	48
<b>Tabela 14</b>	- Desdobramento da interação sistemas de aplicações de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R), para produtividade de algodão em caroço, Jales - SP, ano agrícola 2010/11. ....	49
<b>Tabela 15</b>	- Índices de micronaire (Mic), maturidade de fibras (Mat), fiabilidade (Csp) e uniformidade das fibras (Unf) em relação a sistemas de aplicação de subdoses de glifosato (S) e regulador do crescimento (R) em algodoeiro, Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. ....	54
<b>Tabela 16</b>	- Comprimento da fibra (Uhm), alongamento à ruptura (Elg), reflectância (Rd) e resistência (Str), em relação a sistemas de aplicação de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R) em algodoeiro, Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. ....	54
<b>Tabela 17</b>	- Índices de micronaire em função da interação entre sistemas de aplicação de subdose de glifosato (S) com ou sem aplicação de regulador do crescimento (R), Jales - SP, ano agrícola 2010/11. ....	55
<b>Tabela 18</b>	- Alongamento a ruptura em função da interação entre sistemas de aplicação de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R), Jales - SP, ano agrícola 2010/11. ....	56

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>16</b>
2.1	Algodoeiro .....	16
2.2	Hormese .....	17
2.3	Glifosato .....	19
2.4	Reguladores de crescimento .....	21
2.4.1	Cloreto de mepiquat .....	24
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>28</b>
3.1	Localização do experimento .....	28
3.2	Características do solo .....	29
3.3	Delineamento experimental .....	29
3.4	Condução do experimento e tratos culturais .....	30
3.4.1	Preparo do solo .....	30
3.4.2	Instalação do experimento .....	31
3.4.3	Cultivar .....	31
3.4.4	Adubação .....	31
3.4.5	Controle de plantas daninhas .....	31
3.4.6	Controle fitossanitário .....	32
3.4.7	Condições hídricas .....	32
3.4.8	Colheita .....	32
3.5	Variáveis analisadas .....	32
3.5.1	Características agronômicas .....	32
3.5.2	Leitura SPAD .....	33
3.5.3	Análise do teor de macronutrientes foliar .....	33
3.5.4	Características tecnológicas de fibra .....	34
3.6	Análise dos dados .....	34
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>35</b>
4.1	Macronutrientes foliar e índice SPAD de clorofila .....	35

4.2	Altura de plantas .....	37
4.3	Diâmetro do caule .....	43
4.4	Número de nós do caule .....	45
4.5	Comprimento dos ramos reprodutivos .....	46
4.6	Número de capulhos por planta, massa de 20 capulhos e produtividade .....	47
4.7	Análise tecnológica de fibra .....	53
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>57</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>58</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cotonicultura apresenta destaque no cenário mundial, pois emprega tecnologia avançada, representada por maquinários modernos e técnicos com grande experiência de campo, elevados investimentos e pela diversidade de utilização da pluma. No Brasil a área cultivada com lavouras algodoeiras na safra 2014/2015 foi de aproximadamente de 977,7 mil hectares, sendo que a região Centro-Oeste participou com 60% do total da área. Outra região que merece destaque é a de MATOPIBA (Estados de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), que nos últimos dez anos apresentaram constante incremento de área cultivada, sendo uma das lavouras utilizadas a do algodoeiro. Esse incremento se deve à proximidade do mercado consumidor nordestino. Quanto à produção brasileira de algodão em caroço para esta mesma safra, deverá ser da ordem 3.830,9 mil toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB, 2015).

O algodoeiro é uma planta com hábito de crescimento indeterminado (COTHREN; OOSTERHUIS, 2010), e quando cultivada em condições sem limitações por umidade, luminosidade e disponibilidade de nutrientes, principalmente de nitrogênio, a planta apresenta excessivo crescimento vegetativo. Nessas condições, normalmente as plantas atingem alturas indesejáveis para a colheita mecanizada, e produção de grande volume de folhas, o que pode resultar em diminuição da produtividade (COOK; KENNEDY, 2000; NICHOLS et al., 2003). Dessa forma a manipulação da arquitetura das plantas do algodoeiro com uso de reguladores vegetais é uma das tecnologias recomendadas para evitar essa queda de produtividade (AZEVEDO et al., 2004).

Dentre os produtos com finalidade de controlar o crescimento em altura no algodoeiro, o cloreto de mepiquat (cloreto 1,1- dimetil piperidíneo) se destaca entre os mais utilizados pelos cotonicultores (GUTHRIE et al., 1995). Esse regulador impede a formação de entcopalil difosfato (CDP) e ent-caureno, enzimas precursoras das giberelinas (RADEMACHER, 2000). Mais de 100 giberelinas são conhecidas nas plantas, as mais importantes são G1 e G4 (HELDT, 2005).

Ao se caracterizar a importância e a eficiência da utilização de produtos para o controle em altura de plantas, se torna interessante do ponto de vista produtivo e de qualidade das fibras estimular as mesmas ao crescimento e pelo manejo adequado de reguladores, desviar a rota de fotoassimilados para as estruturas reprodutivas.

Além dos produtos reguladores de crescimento específicos, alguns herbicidas utilizados em subdoses também podem alterar positivamente o metabolismo das plantas. A

maioria destes produtos são compostos que inibem vias metabólicas de plantas ou processos fisiológicos pela interação com enzimas específicas (DAYAN et al., 2010) e como consequência da inibição, as plantas morrem ou param de crescer. Porém de acordo com Belz e Leberle (2012), dependendo da forma de manejo de aplicação do ingrediente ativo, ele pode proporcionar efeito hormético nas culturas e até mesmo atuar como um regulador de crescimento (DALLEY; RICHARD 2010, EL-SHAHAWY; SHARARA 2011). O glifosato, além de ser um herbicida de grande eficácia, pode estimular o crescimento de plantas em concentrações subtóxicas (CEDERGREEN; OLESEN, 2010; BELZ et al., 2011; CARVALHO et al., 2013).

Desta forma, o fato da grande disponibilidade do ingrediente ativo no mercado, aliado às baixas doses por área e o preço considerado baixo dentre os herbicidas, contribuem para o uso do glifosato como uma alternativa de estimulante para o crescimento vegetal (GITTI et al., 2011). Em geral o produto é rapidamente translocado pelas plantas e a principal via de translocação é simplástica, entretanto, significativo movimento apoplástico também ocorre. Vários trabalhos indicam que o glifosato segue a mesma rota dos produtos da fotossíntese (açúcares), indo das folhas fotossinteticamente ativas em direção às partes das plantas que utilizam estes açúcares, estabelecendo-se uma relação de fonte e dreno (CASELEY; COUPLAND, 1985).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o comportamento do algodoeiro cv. FMT 701 em função do sistema de aplicação de regulador de crescimento e subdoses de glifosato.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ALGODOEIRO

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch.) está entre as principais culturas exploradas no Brasil pelo seu volume e valor da produção, sendo cultivado em mais de quinze estados. É uma atividade agrícola de reconhecida importância socioeconômica, tanto pela ocupação de mão-de-obra, direta no campo e indiretamente na área urbana, quanto na produção de manufaturados responsáveis pela geração de divisas para o país (CORDÃO SOBRINHO et al., 2003). Representa mundialmente mais de 40% da vestidura da humanidade. No Brasil, cerca de 60% dos insumos têxteis são provenientes da fibra do algodão e nos Estados Unidos da América esse percentual sobe para 65%.

A partir da década de 90, o algodoeiro então surgiu como alternativa de rotação com a soja, contudo era preciso alcançar melhores níveis de produtividade. Investimentos em qualidade e pesquisas fizeram com que o setor crescesse. A ampliação do mercado de exportação fez com que o país, em menos de oito anos, deixasse de ser o segundo maior importador para integrar a lista dos maiores exportadores. A qualidade da fibra, a produtividade e o clima favorável são considerados pontos-chave para o desenvolvimento da cultura (MARQUES, 2008).

A expansão da área na década de 1990 realizou-se por meio de culturas de grande magnitude, essencialmente mecanizadas, principalmente quanto à colheita. A mudança do sistema de produção do algodoeiro, de empregadora de mão-de-obra baseada na agricultura familiar, em cultura altamente tecnificada e baseada na exploração por grandes empresas, ocasionou uma série de alterações nas técnicas de cultivo (CARVALHO; FURLANI JUNIOR, 1996).

Atualmente os principais problemas da cotonicultura nacional nas diferentes regiões produtoras são os altos custos de produção e o baixo preço do produto no mercado nacional e internacional, levando a necessidade de buscar tecnologias que reduzam os custos, única parte do sistema de produção minimamente controlado pelo agricultor. Uma alternativa é o cultivo de algodoeiro adensado em segunda safra, que possibilita colheita adicional num mesmo ano agrícola, cultura precoce que pode proporcionar redução dos custos de produção (ROSA, 2010).

Segundo Silva (1981), a grande quantidade de massa verde produzida pela planta do algodoeiro dificulta o aproveitamento dos nutrientes alocados para a formação das fibras, que

é o seu principal produto. O aumento da quantidade de massa verde é resultante de condições de alta fertilidade natural dos solos ou mesmo de adubações restauradoras. O grande desenvolvimento das plantas pode contribuir para a obtenção de baixas produtividades em razão não só da demanda de nutrientes pela parte vegetativa da planta e autossombreamento, bem como pelas dificuldades existentes na execução dos tratos culturais e fitossanitários e ainda na operação de colheita.

## 2.2 HORMESE

O termo hormese foi utilizado pela primeira vez por Southam e Erlich em 1943, quando descreveram o efeito de extrato de casca de carvalho com estímulo no crescimento de fungos quando em baixas doses e extremamente inibidor quando administrados em doses maiores. Muitos esforços vêm sendo dispensados neste assunto, através de pesquisas com plantas e animais (DUKE et al., 2006).

Muita confusão envolve o conceito de hormese e o que seu significado biológico representa. O termo “hormesis”, denominação utilizada na língua inglesa, foi observado por Pereira et al. (2005) em subdoses de inseticidas em inimigos da lagarta *Alabama argilacea*. Nessa mesma publicação o autor utilizou a denominação de “hormese” e “efeito hormético” como traduções para o português. O conceito de hormese tem origem toxicológica, cuja resposta à exposição a certo agente é bifásica, ou seja, com estímulo ou efeito benéfico em doses baixas e em altas doses inibição ou efeito tóxico. A natureza bifásica é dada devido à relação de dose-resposta ser opostas em doses baixas às respostas em doses altas. Assim a curva hormética é de tal forma que a variável dependente tem mudanças em mais de um sentido com as mudanças na variável de resposta. Em contrapartida, modelos lineares e limiares apresentam sentido único, com aumento ou redução em todas as doses (MATTSON; CALABRESE, 2009; HOFFMANN, 2009).

Quando a exposição a um agente estressor externo desafia a capacidade adaptativa de um sistema biológico, esse sistema normalmente compensa os danos causados por essa exposição, por meio da estimulação de efeitos benéficos como o aumento da fecundidade, crescimento, longevidade e diminuição da incidência de doenças. A hormese representa então, uma sobrecompensação a uma alteração na homeostase (CALABRESE et al., 1999).

Representa a vantagem obtida pelo indivíduo a partir dos recursos inicialmente e principalmente alocados para as atividades de reparo a dado tecido afetado, mas modestamente em excesso de que precisava para reparar os danos imediatos provocados pela

homeostase. Esse processo também poderia readaptar o organismo contra os danos de uma exposição posterior mais intensa dentro de um período de tempo limitado, funcionando como uma espécie de vacina. (CALABRESE; BALDWIN, 2002).

Apesar das muitas teorias sobre a causa da hormese, poucos estudos têm sistematicamente avaliado a sua frequência, magnitude e distribuição entre os diferentes produtos químicos em organismos fotossintéticos em um grande número de curvas de dose-resposta comparáveis (CEDERGREEN et al., 2007).

Um exame de hormese em plantas cultivadas e silvestres tratadas com baixas doses de herbicidas revela que o incremento na variável analisada pode ser de poucos pontos percentuais a saltos superiores a 100 % (CEDERGREEN; RITZ; STREIBIG, 2005). Duke et al. (2006) descreve que em mais de trinta casos de tratamentos de plantas cultivadas com herbicidas em subdoses, a dose de respostas máxima da hormese foi de aproximadamente 20% da concentração, com resposta em torno de 50% de incremento da variável analisada. Os estímulos são verificados em características de crescimento, como ganho de peso, altura, comprimento e área foliar e/ou características internas como teor protéico e níveis de açúcares.

No entanto, estímulos à resposta em uma característica não está necessariamente relacionada com uma resposta em outras características. Por exemplo, alguns herbicidas podem estimular o crescimento das raízes em baixas doses, mas não têm efeito estimulante no crescimento da parte aérea, em qualquer outra dose (WEIDMAN; APPLEBY, 1972 citado por DUKE et al., 2006). Da mesma forma, um aumento de 100% no comprimento da folha da cevada ocorreu quando as plantas foram expostas a metsulfuron-methyl, enquanto nas mesmas plantas não houve aumento na massa seca total (CEDERGREEN; RITZ; STREIBIG, 2005). Outros autores observaram hormese com glyphosate na cultura do milho e capim-arroz (SCHABENBERGER; KELLS; PENNER, 1999; WAGNER; KOGAN, 2003).

Silva et al. (2009) citaram trabalhos utilizando subdoses dos herbicidas oxifluorfen, dalapon, bromoxinil e terbacil onde foi possível observar o aumento protéico em plantas de aveia e centeio, maior resistência a patógenos na cultura da soja e maior crescimento em plantas de trigo.

Respostas a estímulos sobre o crescimento observado em características morfológicas, em baixas concentrações de uma fitotoxina dependem do produto químico que está sendo testado e/ou espécies vegetais expostos ao composto. Alguns mecanismos fisiológicos podem representar tentativas de "fugir" para compensar o estresse químico. Isso poderia explicar a resposta hormética no crescimento radicular observado por Weidman;

Appleby (1972). As plantas também podem escapar das condições de crescimento desfavoráveis produzindo mais sementes, dando à próxima geração uma maior oportunidade de germinar em condições mais favoráveis.

Alguns produtos químicos podem afetar os hormônios vegetais em doses baixas. Por exemplo, produtos químicos estimulando respostas hormonais responsáveis pelo alongamento da folha ou da raiz poderiam dar início a um aumento destas características em baixas doses, embora possam ter efeitos deletérios em doses mais elevadas.

Silva et al. (2012) citaram trabalhos utilizando subdoses de herbicidas onde se observou estímulos no crescimento, ganho de peso, altura, comprimento e área foliar, e características internas, como teor protéico e níveis de açúcares, em cana-de-açúcar, soja, milho, cevada, centeio, eucalipto e pinheiro. Segundo os autores, os herbicidas empregados nos testes foram o MSMA (Monossódio Metano Arsonate), oxifluorfen, terbacil, simazine e glyphosate.

Herbicidas à base de auxinas são exemplos bem conhecidos de produtos químicos que aumentam o crescimento em concentrações não tóxicas, imitando a auxina, hormônio de crescimento, mas que são letais em doses mais elevadas (ALLENDER, 1997). Estudos com auxinas sintéticas, como o 2,4-D, têm mostrado respostas horméticas em plantas. Portanto, as respostas horméticas em algumas características das plantas poderiam ser esperadas através do aumento da produção e atividade de auxinas (CEDERGREEN et al., 2007). McDonald et al. 2001 descreve que há aumento no teor de sacarose em cana-de-açúcar pela aplicação do glyphosate. Portanto, o tratamento de uma cultura com baixas doses de um herbicida para uma mudança fenotípica desejável poderia ser de grande valor para o agricultor.

### 2.3 GLIFOSATO

Nas últimas décadas, com a industrialização da agricultura no Brasil, o uso de produtos fitossanitários tem crescido muito. Dentre esses, os herbicidas se destacam, com volume de comercialização superior aos dos inseticidas e fungicidas, representando sozinho mais de 50% do mercado brasileiro (CONCEIÇÃO, 2000).

O glyphosate é um herbicida pós-emergente, pertencente ao grupo químico das glicinas substituídas. Quimicamente, é o *N*-(fosfonometil) glicina, pertence ao grupo dos derivados da glicina, sendo comercializado sob a forma de vários sais. É classificado como não-seletivo e de ação sistêmica, possuindo amplo espectro de controle, com ação sobre plantas em diferentes estádios de desenvolvimento, sendo muito utilizado no controle de

plantas daninhas em diversas culturas, em operações de manejo para dessecação de vegetação no sistema de semeadura direta e também em áreas não agrícolas, como estradas, ferrovias e represas (RODRIGUES; ALMEIDA, 1998; PURÍSSIMO, 1999; KRUSE; TREZZI; VIDAL, 2000; MAGALHÃES et al., 2001). Foi inicialmente sintetizado em 1964 com objetivos industriais e o uso como herbicida foi relatado pela primeira vez em 1971.

A absorção do glyphosate se dá principalmente através das folhas ou qualquer outra parte fotossinteticamente ativa das plantas, sendo fortemente inativado quando aplicado ao solo (SPRANKLE; MEGGITT; PENNER, 1975). É moderadamente absorvido pela cutícula, necessitando em média seis horas sem chuvas após a aplicação para haver controle adequado de plantas sensíveis (RODRIGUES; ALMEIDA, 1998). Sua translocação dentro das plantas ocorre via floema, sendo distribuído por todas as partes da planta, com certa concentração em regiões meristemáticas. Seu efeito decorre da inibição da ação da enzima enol-piruvil chiquimato fosfato sintase (EPSPS), paralisando a síntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano, e compostos secundários como alcalóides, cumarinas e flavonóides. Atua também inibindo a síntese de clorofila, estimula a produção de etileno, reduz a síntese de proteínas e eleva a concentração do ácido indol acético (IAA). Em plantas susceptíveis tratadas com glyphosate, a molécula do herbicida forma o complexo inativo EPSPs-SHKP-glyphosate, impedindo a ligação do fosfoenolpiruvato (PEP) (VIDAL, 1997; AMRHEIN et al., 1980; GALLI; MONTEZUMA, 2005; KRUSE; TREZZI; VIDAL, 2000).

A enzima EPSPS pertence à rota do ácido chiquimico. A inibição dessa enzima leva ao acúmulo de chiquimato nos vacúolos, levando a perda do controle da retroalimentação e do fluxo de carbono na rota do chiquimato. Esta rota é responsável por aproximadamente 35% da matéria seca da planta e 20% do carbono fixado pela fotossíntese (KRUSE; TREZZI; VIDAL, 2000).

Inibindo a atividade da 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS) o glyphosate influencia a inibição da síntese de clorofila, estimula a produção de etileno, reduz a síntese de proteínas e eleva a concentração do ácido indol acético (AIA) (GALLI; MONTEZUMA, 2005).

Todas as espécies de plantas são sensíveis ao glyphosate quando não sofreram nenhuma transformação transgênica. A inibição da enzima se procede em maior ou menor grau nas diversas espécies de plantas, indicando uma pequena variabilidade funcional da enzima EPSPS em seu complexo de ligação (VELINI et al., 2008).

É comum a ocorrência de casos de intoxicação de plantas devido à deriva, dispersão das gotas pelo vento das plantas alvo para as plantas não alvo, intoxicando-as (MARINHO et

al., 2011). Como foi verificado por Carvalho (2011), estudando plantas jovens das cultivares de café Catucaí Amarelo e Acaíá, verificaram menor crescimento das cultivares quando submetidas ao tratamento com glyphosate.

Em muitas circunstâncias, o glyphosate pode ser benéfico para plantas cultivadas, desde que aplicado em baixas doses (subdoses). O primeiro exemplo é o uso de doses em torno de 48 a 180 g ha<sup>-1</sup>, como maturador em cana-de-açúcar. A colheita da cana é realizada algumas semanas após a aplicação e pode voltar a crescer para produzir a segunda ou terceira colheita.

Ruuhola e Julkunen-Tiitto (2003) relataram redução da atividade da enzima EPSPs em eucalipto através de baixas doses de glyphosate elevando a concentração de ácido chiquimico em 278 vezes resultando em um aumento de 69 % na taxa de crescimento de plantas jovens de eucalipto.

Godoy (2007) obteve resultados de aumento na absorção de fósforo em cultivar de soja convencional em 2,67 vezes com 18 g do i.a.ha<sup>-1</sup> de glyphosate e maior acúmulo de matéria seca (48%). Velini et al. (2008) estudaram o efeito de subdoses de glyphosate variando entre 2 e 720 g e.a. ha<sup>-1</sup> em cinco espécies de plantas (soja convencional e RR, eucalipto, pinus, milho e trapoeraba) e concluíram que todas as espécies estudadas, exceto a soja RR, apresentaram estímulo ao crescimento. As melhores respostas foram obtidas com subdoses a partir de 36 g e.a. ha<sup>-1</sup>, sendo detectado aumento de biomassa da parte aérea da ordem de 27,81% para dose de aproximadamente 14,2 g e.a. ha<sup>-1</sup>.

Furlani Junior et al. (2009) estudando o efeito de subdoses de glyphosate variando de 0 a 72 g e.a. ha<sup>-1</sup> em algodoeiro concluíram que houve incremento na variável de produtividade até a dose de 23 g i.a.ha<sup>-1</sup>. Neste mesmo estudo, verificaram que houve incremento no número de capulhos até a dose de 10 g i.a. ha<sup>-1</sup>, evidenciando o efeito hormético em algodoeiro.

## 2.4 REGULADORES DE CRESCIMENTO

Os reguladores vegetais ou redutores vegetais são compostos sintéticos utilizados para reduzir o crescimento longitudinal indesejável da parte aérea das plantas, sem diminuição da produtividade (RADEMACHER, 2000).

Arteca (1995) e Davies (1995) comentam que os diferentes tipos de reguladores vegetais inibem a rota comum de síntese de todos os ácidos giberélicos dos vegetais

superiores, inibindo assim a biossíntese de giberelinas, hormônios que entre outras ações promovem alongamento celular.

Os efeitos fisiológicos de reguladores vegetais têm sido estudados visando ao avanço no conhecimento da ação de estímulo ou inibição do crescimento e desenvolvimento das plantas. Porém, essa ideia vem sendo modificada com a evolução de novas pesquisas que têm demonstrado que as mudanças estruturais ocorridas na planta estão associadas a mudanças metabólicas, ou então que o estado nutricional da planta tem um importante efeito nas mudanças morfológicas induzidas por reguladores vegetais (MARTINS et al., 1999). Ainda, segundo este, a célula vegetal é envolvida por uma parede celular que pode vir a sofrer alterações por ação dos reguladores que interfiram nos fenômenos de expansão celular. Sabe-se que tanto giberilinas como auxinas agem sobre a estrutura da parede celular. Os reguladores vegetais podem atuar diretamente nas diferentes estruturas celulares e nelas provocar alterações físicas, químicas e metabólicas. Os hormônios agem primeiro em nível de membrana plasmática, na qual se encontram as proteínas (SALISBURY; ROSS, 1994).

Em adição a outras ferramentas agronômicas, os retardantes vegetais podem ser usados com relativa flexibilidade pelo agricultor para ajustar sua cultura ao objetivo desejado, alterando as condições de crescimento. Rademacher (2000) relatou que na Europa esses produtos são utilizados em cultivos de grãos, onde se tornaram parte do sistema de produção para reduzir riscos de acamamento devido a precipitações intensivas ou ventos; e na redução do crescimento vegetativo excessivo do algodoeiro.

Castro (2006) considera que aplicações agrícolas de biorreguladores são ferramentas que compõem estratégias para maximizar a produtividade de algumas plantas cultivadas que já atingiram no Brasil estágios de evolução que exigem elevado nível técnico de cultivo.

Para que haja resposta, promoção, inibição ou alteração metabólica do vegetal a um determinado hormônio, este deve: (a) estar em quantidade suficiente nas células adequadas, (b) ser reconhecido e capturado por receptores específicos localizados na membrana plasmática de células vegetais e (c) ter seus efeitos amplificados por mensageiros secundários (geralmente um mineral, normalmente Ca ou P). Assim, diferentes respostas fisiológicas, como floração, germinação, crescimento, alongamento, acontecem em função das diferentes enzimas formadas por cada um dos biorreguladores aplicados. Por isso, é importante sempre manter na planta, primeiro, o equilíbrio nutricional, e depois o hormonal (RODRIGUES, 2008).

O crescimento de plantas de algodoeiro é regulado por fatores endógenos (hormônios) e exógenos (temperatura, umidade, fertilidade do solo, entre outros) (LAMAS,

2006). Em algodoeiro, a utilização de reguladores de crescimento para equilibrar o balanço de crescimento vegetativo e reprodutivo é uma das estratégias agrônômicas, que pode contribuir com o aumento da produtividade e a uniformização do porte das plantas, possibilitando condições desejadas de cultivo (HODGES, 1991; FERRARI et al., 2008). Sua aplicação, entre outras consequências, promove redução da taxa de crescimento dos internódios e do número de nós na haste principal, da altura de plantas e do comprimento dos ramos; possibilitando uso de maior densidade de plantas por área; proporcionando redução da área foliar (reduzindo tamanho de folhas) e conseqüentemente aumento na eficiência da aplicação de defensivos agrícolas, e maior penetração de luz no dossel (AZEVEDO et al., 2008); aumento da retenção de frutos nas primeiras posições dos ramos frutíferos, abertura precoce dos frutos e antecipação da colheita (LAMAS, 2001).

A utilização de reguladores de crescimento proporciona redução do crescimento excessivo das plantas, seja devido à redução da extensão do caule, menor número de nós, menor comprimentos de ramos e decréscimo da área foliar (YORK, 1983; STUART et al., 1984; REDDY et al., 1990; FERNANDEZ et al., 1991), contudo respostas sobre a produtividade na cultura do algodoeiro são inconsistentes (HODGES et al., 1991). Estudos sobre a fisiologia de ação dos reguladores de crescimento evidenciam que produtos como o cloreto de mepiquat, além da inibição do crescimento vegetativo, proporcionam aumento da relação de clorofila a/clorofila b, maior absorção e assimilação de carbono, aumento da fotossíntese e da respiração e incremento no número de raízes finas (MARUR, 1998). Os efeitos do cloreto de mepiquat no algodoeiro são dependentes de uma série de fatores, tais como: temperatura, espaçamentos e população de plantas, época de semeadura, cultivar e adubação (YORK, 1983; REDDY et al., 1990; REDDY et al., 1992; CARVALHO et al., 1994).

Barbosa e Castro (1984) ressaltaram que dentre as técnicas culturais, a aplicação de reguladores de crescimento em algodoeiro tem assumido destaque especial devido à possibilidade de controlar o desenvolvimento das plantas em solos de fertilidades variáveis, visando melhorar as condições de cultivo, facilitar a utilização de defensivos e a mecanização da colheita.

De acordo com Reddy et al. (1990) em função das alterações na arquitetura, provocadas pelos reguladores de crescimento, as plantas tornam-se mais compactas, permitindo assim o aumento da população, a eficiência da aplicação de inseticidas e a penetração da luz, contribuindo para uma abertura mais rápida e uniforme dos frutos.

Para Aguiar et al. (1999) a utilização de reguladores de crescimento visando reduzir o excessivo crescimento vegetativo, aumento da produtividade e precocidade do algodoeiro já é uma prática bastante utilizada pelos cotonicultores do Mato Grosso. No entanto, o estabelecimento de doses e melhor época de aplicação são de grande importância a economicidade da cultura (FERRAZ; LAMAS, 1988).

Segundo Santos (1998), o surgimento de novos cultivares, sistema de semeadura com alta densidade de plantas e a adequação do algodoeiro à colheita mecanizada, tornou-se indispensável, em áreas tecnificadas, o uso reguladores de crescimento. Sendo que a utilização desses reguladores nos permite manipular a arquitetura das plantas, adequando assim, as mesmas às pulverizações para o controle de pragas e doenças, bem como proporcionar maior precocidade do algodoeiro.

A redução na altura da planta de algodão é diretamente proporcional à dose aplicada do regulador de crescimento, portanto quanto maior a dose do produto, menor o porte da planta. É útil em algodão com perdas precoces de estruturas reprodutivas (shedding), através de danos por insetos ou por outros fatores estressantes e que reduzem drenos reprodutivos, sendo os carboidratos utilizados para o crescimento vegetativo (HOLDEN et al., 2004).

#### **2.4.1 Cloreto de mepiquat**

O cloreto de mepiquat (cloreto 1,1-dimetil piperidíneo) é um composto orgânico, pertencente ao grupo químico dos amônios quaternários, solúvel em água (JSMONE, 2004), sistêmico, que é absorvido principalmente pelas partes verdes da planta que pode ser incluído no grupo de inibidores da biossíntese do ácido giberélico, sendo, portanto, um inibidor do alongamento celular (REDDY et al., 1995). É utilizado para reduzir a taxa de crescimento em altura de plantas, inibindo a síntese endógena de giberelina, obtendo-se uma planta mais compacta, com maior crescimento de ramos, formação de folhas verdes escuras e florescimento precoce (FIGUEIREDO, 1998). Redutores de crescimento possibilitam o uso de maiores doses de nitrogênio, mesmo em cultivares de porte mais alto. Esses atuam como sinalizadores químicos na regulação do crescimento e desenvolvimento de plantas, podendo agir como antagonistas de promotores como auxinas, giberelinas e citocininas ao impedir o alongamento de raízes e caules, a germinação de sementes e o brotamento de gemas, de acordo com o estágio fenológico de aplicação e a dose empregada (SAMPAIO, 1998).

Segundo Beltrão et al. (1999), o cloreto de mepiquat reduz o porte das plantas pelo menos em 20% e aumenta a retenção dos frutos, dependendo da posição dos mesmos na

planta (nos ramos frutíferos e posição frutífera), e que o máximo de retenção ocorre entre o 6º e o 12º nó, com incremento de 15%, e acima é reduzido em até 18%. O algodoeiro por ser uma planta com hábito de crescimento indeterminado, leva ao surgimento de frutos (drenos) junto às folhas (fontes), ou seja, órgãos vegetativos competindo com os reprodutivos ao longo da estação de crescimento pelos fotoassimilados formados. Portanto, para a obtenção de elevados níveis de produtividade, dentre outros fatores é importante o equilíbrio entre o crescimento vegetativo e desenvolvimento de estruturas reprodutivas (BELTRÃO et al., 1997). No entanto, quando cultivado em condições que promovem excessivo crescimento vegetativo, como adequada disponibilidade de nutrientes e de água e quando as condições climáticas são favoráveis, implicam em efeitos negativos sobre a produção final. Em tais situações, o uso de regulador de crescimento torna-se indispensável (REDDY et al., 1992 citados por LAMAS, 2000). Conforme relatado, o busca-se com o uso de regulador de crescimento uma limitação do crescimento vegetativo para que ocorra maior deslocamento de metabólitos para os drenos úteis do ponto de vista econômico (BELTRÃO et al., 1997).

Já no trabalho conduzido por Barbosa e Castro (1984), com a finalidade de verificar respostas do algodoeiro herbáceo (cultivar IAC 17) à aplicação de reguladores de crescimento (cloreto de mepiquat, cloreto de clorocolina e ethephon) em diferentes concentrações, respectivamente, (84, 167 e 250 ppm; 250, 380 e 450 ppm e 1670, 3340 e 6880 ppm) de forma parcelada (51, 65 e 143 dias após a germinação), constataram a não existência de diferença significativa para as características agronômicas e tecnológicas do algodoeiro avaliadas.

Em ensaios realizados no estado de Mato Grosso, Lamas et al. (2005) observaram que a variável altura de planta em um estudo de cinco doses de cloreto de mepiquat aplicado à cultura do algodoeiro, apresentou resposta quadrática, com ponto de mínimo no tratamento com 100 g de i.a. ha<sup>-1</sup> e altura de planta de 103 cm e na testemunha 135 cm. Não somente a altura da planta pode ser afetada, como também outros componentes da produção, tal como o número de maçãs, que segundo Athayde et al. (1995) podem decrescer linearmente com o aumento das doses de cloreto de mepiquat.

De acordo com Lamas (1998) para a tomada de decisão sobre a aplicação de regulador de crescimento, deve se levar em consideração as características genéticas da cultivar, fertilidade do solo, condições climáticas, população de plantas e época de semeadura, sendo evidentemente recomendada a aplicação somente em condições favoráveis ao crescimento e desenvolvimento das plantas. O autor ressalta que há uma melhor eficiência quando se aplica de forma parcelada a dose de 1,0 L ha<sup>-1</sup> de cloreto de mepiquat, e que em

condições favoráveis de crescimento vegetativo e para cultivares de porte alto pode ser necessária a aplicação de doses maiores que deverá ser definida tendo-se como referencial o crescimento das plantas.

Analisando o desenvolvimento do algodoeiro (Delta Pine 90 e IAC 22) em diferentes espaçamentos (1,00 e 0,76 m) submetido a quatro tipos de manejo do controle de crescimento (cloreto de mepiquat aplicado parceladamente, onde foi aplicada três doses de 300 ml p.c. ha<sup>-1</sup> aos 46, 58 e 71 DAE; capação aos 0,80 e 1,00 m de altura e testemunha sem controle de crescimento), Bolonhezi et al. (1999) concluíram que das variáveis estudadas diâmetro da haste principal, altura final das plantas, produção de matéria seca e produção do algodão em caroço, o regulador reduziu a massa da matéria seca dos ramos produtivos e da haste principal no espaçamento de 1,00 m, e associado com capação aos 0,80 m de altura não afetaram a produção na variedade IAC 22, já os manejos adotados proporcionaram um aumento da produção da variedade Delta Pine 90.

Moraes et al. (1999) avaliando o impacto do cloreto de mepiquat sobre algumas características do crescimento e da produtividade da cultivar Deltapine –Acala 90 sob três diferentes densidades populacionais no município de Rio Verde (GO), verificaram que independente da densidade populacional o uso de regulador de crescimento resultou em menor altura das plantas e menor comprimento de ramos laterais, permitindo a obtenção de plantas mais compactas e com maior uniformidade de maturação, atributos essenciais à colheita mecânica; as plantas sobre a aplicação de produto também tiveram menor número de folhas, efeito esse que pode traduzir-se em maior economia de água durante o cultivo; e que o uso do regulador de crescimento afetou significativamente a produtividade quando se usou a maior densidade populacional (160.000 plantas ha<sup>-1</sup>).

Bolonhezi e Freitas (2001b), no município de Selvíria (MS), estudando o comportamento das variáveis diâmetro da haste, altura da planta, massa de um capulho e a produção de algodão em caroço de sete variedades de algodoeiro (Saturno, Delta Opal, ITA 90, IAC 20RR, IAC 22, CD 404 e IAC 97-96), com e sem aplicação parcelada em 4 vezes (250 ml p.c. ha<sup>-1</sup>) de cloreto de mepiquat, onde a dose usada foi de 1,0 L p.c.ha<sup>-1</sup>, sendo realizada a primeira aplicação aos 40 DAE e as outras doses a cada 17 dias, observaram que no geral, o cloreto de mepiquat promoveu maiores produções, no entanto, somente as variedades DeltaOpal e CD 404 é que se mostraram significativamente responsivas ao produto.

No município de Sousa-PB estudando o efeito do parcelamento do cloreto de mepiquat no crescimento e no rendimento do algodoeiro herbáceo irrigado (CNPA 7H no

espaçamento de 1,00 m com 10 plantas  $m^{-1}$ ), Azevedo et al. (2001) utilizando os seguintes tratamentos: T1) 75 g  $ha^{-1}$  de cloreto de mepiquat (CM) aos 50 DAE, T2) 75 g  $ha^{-1}$  de CM em duas aplicações (30 e 60 DAE), T3) 75 g  $ha^{-1}$  de CM em três aplicações (30,45 e 60 DAE), T4) 75 g  $ha^{-1}$  de em quatro aplicações (30,45, 60 e 75 DAE), T5) 75 g  $ha^{-1}$  de CM em cinco aplicações (30,40, 50, 60 e 70 DAE) e T6) testemunha sem CM, constataram que o uso do cloreto de mepiquat reduziu a altura e o diâmetro da planta de algodoeiro, os menores valores médios no porte da planta foram obtidos nos tratamentos T2 e T3, a variável peso de 100 sementes foi beneficiada com o uso de CM, tendo sido observado as maiores massas média nos tratamentos T1 e T3, e para rendimento de algodão em caroço, não observaram diferença significativa.

Lamas (2001) pesquisando o efeito de dois reguladores de crescimento aplicado de forma fracionada (cloreto de mepiquat na dose total de 50 g  $ha^{-1}$ , e o cloreto de cloromequat, nas doses totais de 50 e 100 g  $ha^{-1}$  sobre algumas características do algodoeiro em Chapadão do Sul (MS) e Primavera do Leste (MT), verificou que os reguladores de crescimento proporcionaram redução significativa na altura de plantas. Quando se atrasou a primeira aplicação no dois locais, utilizando-se o esquema de doses crescentes, a menor dose de cloreto de cloromequat não reduziu significativamente a altura das plantas. Quanto a produção de fibra e as características intrínsecas da fibra não foram significativamente afetada pelos tratamentos.

Avaliando o comportamento de três cultivares de algodoeiro herbáceo (IAC 23, Delta Opal e CD 401) com características de arquitetura distintas em diferentes espaçamentos (0,76 e 1,01 m) e com manejo de regulador de crescimento (cloreto de mepiquat), em Piracicaba (SP), Zanon (2002) não verificou efeitos significativos dos tratamentos estudados na produção do algodão em caroço. Com a redução do espaçamento e aplicação do regulador, as cultivares de desenvolvimento mais vigoroso, apresentaram-se uma redução do diâmetro do caule.

Verifica-se na literatura, inúmeros trabalhos no algodoeiro com regulador de crescimento, em específico o cloreto de mepiquat, identificando melhores doses, épocas e manejo de aplicações, tendo como base vários autores de diferentes décadas de estudos com diferentes variedades e locais de cultivo, apresentando informações mais concisas sobre o manejo do produto para os cotonicultores. Porém raros trabalhos são encontrados avaliando o efeito hormese na cultura, pela aplicação de subdoses de herbicidas aliado ao manejo de aplicação do regulador, resultados estes que podem ser importantes para o desenvolvimento da cotonicultura no país.

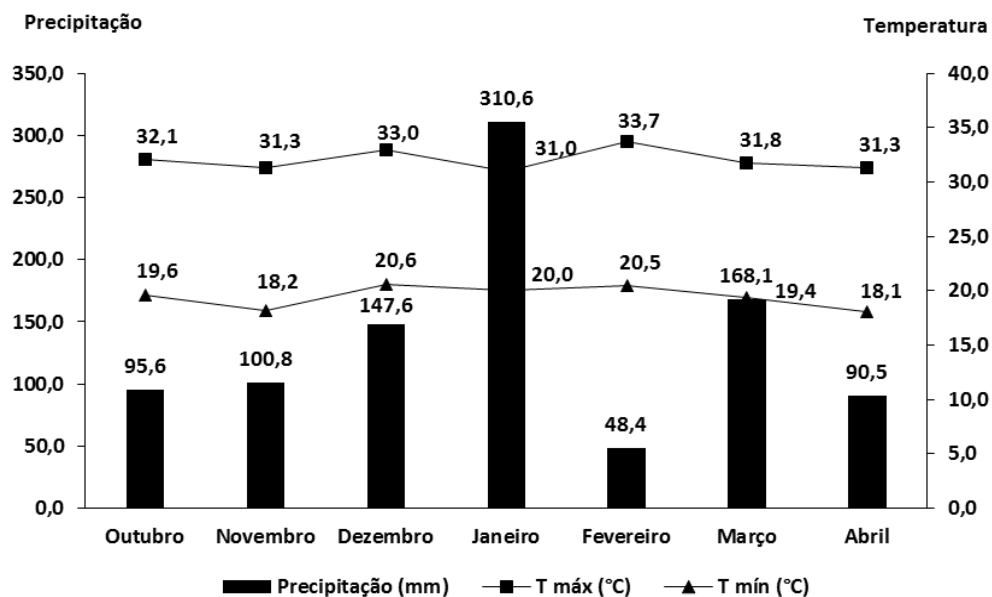
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O estudo foi desenvolvido na área experimental da Escola Técnica Estadual “Dr. José Luiz Viana Coutinho”, localizada no município de Jales, noroeste do Estado de São Paulo, situado a 20° 16’S, 50° 33’O e 483m de altitude. A região, do ponto de vista climático, apresenta-se de acordo com o sistema de Köppen, classificada como do tipo Aw, definido como tropical úmido, sendo o índice pluviométrico médio anual de 1.280mm. A umidade relativa do ar média é de 69%, com média máxima em março de 76%, e mínima em setembro de 61%. Os meses de maiores índices de evapotranspiração são, dezembro e janeiro, com média de 120 mm, já os de menores índices são maio, junho e julho, com média de 56 mm (CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS- CIIAGRO 2015).

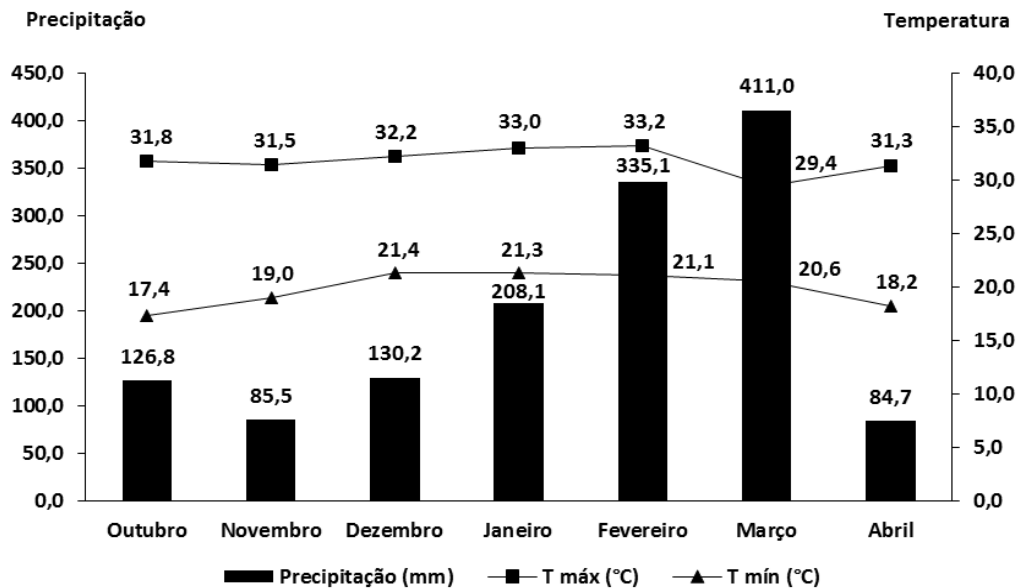
Durante o período de condução do experimento as condições médias mensais de precipitação e temperatura foram coletadas pela estação meteorológica instalada na própria unidade de ensino, onde os dados foram enviados para o Instituto Agrônomo de Campinas e disponibilizado pelo site do instituto (Figura 1).

**Figura 1-** Precipitação pluviométrica média e temperaturas máximas e mínimas no município de Jales-SP, ano agrícola 2010/11.



**Fonte:** Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas- CIIAGRO (2015).

**Figura 2-** Precipitação pluvial média e temperaturas máximas e mínimas no município de Jales-SP, ano agrícola 2011/12.



Fonte: Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas- CIAGRO (2015).

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DO SOLO

O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, conforme classificação brasileira dos solos (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA, 2006). Em junho de 2010 foi realizada amostragem de solo na camada 0-0,20 m para caracterização da fertilidade seguindo a metodologia de análise descrita por Raij e Quaggio (1983), sendo os resultados descritos na Tabela 1.

**Tabela 1-** Resultados da análise de fertilidade do solo na camada 0-0,20 m. Jales-SP, 2010.

P <sub>(resina)</sub> mg/dm <sup>3</sup>	M.O. g/dm <sup>3</sup>	pH (CaCl <sub>2</sub> )	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	V
			mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>						(%)
27	12	6,1	3,1	27	17	11	0	58,1	81

### 3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 6x2 com 4 repetições (GOMES, 2000), perfazendo um total de 48 parcelas, composto por:

a- Número de aplicações da subdose (20 g e.a ha<sup>-1</sup>) do glifosato: (zero, uma, duas, três, quatro e cinco), respectivamente: sem aplicação; aos 40; 40 e 50; 40, 50 e 60; 40, 50, 60 e 70 e 40, 50, 60, 70 e 80 dias após emergência das plantas (d.a.e.), sendo as mesmas aplicadas via foliar.

b- Com ou sem uso do regulador de crescimento. Nas parcelas que receberam o produto o mesmo foi aplicado via foliar na dose de 50 g i.a ha<sup>-1</sup> de cloreto de mepiquat, onde a dose total foi parcelada de acordo com o número de aplicações do glifosato, sempre três dias após a pulverização do herbicida, que segundo Rodrigues e Almeida (1998) é tempo suficiente para absorção e assimilação do glifosato pelas plantas, sendo portanto as aplicações do regulador aos 43, 53, 63, 73 e 83 d.a.e., e nas parcelas que não receberam a subdose do glifosato, o regulador foi aplicado em dose única aos 70 d.a.e., de acordo com a Tabela 2.

**Tabela 2-** Sistemas de aplicação do regulador de crescimento em relação ao número de aplicações da subdose do glifosato em dias após emergência das plântulas (d.a.e.).

Glifosato (20 g e.a ha <sup>-1</sup> )	Cloreto de mepiquat (d.a.e.)
Sem aplicação	70 - (50 g i.a ha <sup>-1</sup> )
40	43 - (50 g i.a ha <sup>-1</sup> )
40 e 50	43 e 53 - (25+25 g i.a ha <sup>-1</sup> )
40, 50 e 60	43, 53 e 63 - (17+17+17 g i.a ha <sup>-1</sup> )
40, 50, 60 e 70	43, 53, 63 e 73 - (15+15+15+15 g i.a ha <sup>-1</sup> )
40, 50, 60, 70 e 80	43, 53, 63, 73 e 83 - (10+10+10+10+10 g i.a ha <sup>-1</sup> )

**Fonte:** Dados do próprio autor

### 3.4 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO E TRATOS CULTURAIS

#### 3.4.1 Preparo do solo

O estudo foi realizado durante dois anos agrícolas, 2010/11 e 2011/12. A cultura anterior foi o milho, onde foi realizada na segunda semana de novembro de 2010 operações de aração e gradagem a uma profundidade de 0,30 m para deixar o solo em condições para semeadura do algodoeiro. Para o segundo ano agrícola, as operações de preparo do solo foram conduzidas de forma semelhante às do primeiro.

### **3.4.2 Instalação do experimento**

Nos dias 21 e 23 do mês de novembro dos anos de 2010 e 2011 respectivamente, foram realizados o tratamento das sementes de algodão utilizando-se fungicida (Vitavax/Thiran 200 + 200 (100 + 100g i.a. para 100 kg semente)) e inseticida (Tiametoxam (210g i.a. para 100 kg semente)). Nos mesmos dias e com as sementes secas foi realizada a semeadura do algodoeiro, utilizando-se uma densidade de 11 sementes por metro.

Cada parcela experimental foi composta por quatro linhas, com cinco metros de comprimento e espaçamento de 0,9 m, sendo a área útil constituída pelas duas linhas centrais da parcela. Após a emergência e estabelecimento das plantas, aos 18 d.a.e. estas foram raleadas, deixando-se um estande de 8 plantas por metro, com uma população final de 88.889 plantas por hectare.

### **3.4.3 Cultivar**

A cultivar utilizada para o experimento foi a FMT 701, que apresenta grande adaptação de plantio, sendo também uma das cultivares mais plantas no país, sendo este um dos motivos de sua escolha, para realização do estudo. Apresenta forma cônica, ciclo de desenvolvimento de até 170 dias, necessita de uso de regulador de crescimento, pois pode chegar até a 1,8 m de altura. Apresenta ainda resistência a acamamento, viroses e bacterioses (FMT SEMENTES, 2007).

### **3.4.4 Adubação**

A adubação básica de semeadura seguiu as recomendações de Silva e Rajj (1997) e contou com 300 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 08-28-16 aplicado pela semeadora. Para a adubação de cobertura foi utilizado 60 kg ha<sup>-1</sup> de N divididas em duas aplicações aos 35 e 55 d.a.e. Na primeira aplicação a fonte utilizada foi ureia e na segunda utilizou-se o sulfato de amônio.

### **3.4.5 Controle de plantas daninhas**

O controle de plantas daninhas foi realizado através de manejo químico e por capinas manuais. Para o controle químico utilizou-se de um pulverizador acoplado a um trator e as

capinas manuais foram realizadas sempre que, após avaliação, fosse encontrada necessidade de realização, de forma a manter a cultura no limpo.

#### **3.4.6 Controle fitossanitário**

O controle de pragas e doenças foi realizado visando o bom desenvolvimento das plantas de algodoeiro, de modo que não interferissem nos tratamentos em estudo.

As principais pragas encontradas e controladas foram: tripses (*Frankliniella* sp.), curuquerê (*Alabama argilacea*), lagarta da maçãs (*Heliothis virescens*), percevejo manchador (*Dysdercus ruficollis*) e bicudo (*Anthonomus grandis*).

As doenças encontradas durante o desenvolvimento da cultura do algodoeiro para os anos agrícolas em estudo foram ramulária (*Ramulária areola* (Speg)) e antracnose (*Coletotrichum gossypii* pv. cephalosporioides).

#### **3.4.7 Condições hídricas**

As condições hídricas do experimento foram controladas com irrigação por aspersão (tipo auto propelido equipado com canhão), de acordo com as exigências da cultura durante o seu ciclo.

#### **3.4.8 Colheita**

No mês de abril de 2011 e de 2012, aos 150 e aos 152 d.a.e. da cultura respectivamente, foram realizadas as colheitas de forma manual, das duas linhas centrais de cada parcela, para quantificar a produção de algodão em caroço.

### **3.5 VARIÁVEIS ANALISADAS**

#### **3.5.1 Leitura SPAD**

A determinação da leitura de clorofila foi realizada aos 95 d.a.e. por método indireto, mediante a utilização do medidor de clorofila portátil SPAD-502, desenvolvido pela MINOLTA, (1989). As leituras de clorofila foram realizadas em três diferentes posições na planta, sendo: ápice, terço médio e base do algodoeiro.

### 3.5.2 Análise do teor de macronutrientes foliar

Foram coletadas ao acaso 20 folhas por parcela experimental (limbo da 5<sup>a</sup> folha da haste principal do ápice para a base), aos 80 d.a.e. de acordo com as recomendações de Silva (1999), no sentido de verificar o efeito dos tratamentos estudados na concentração de nutrientes.

Após a coleta, as folhas foram submetidas à secagem em estufa com circulação e renovação de ar, moídas, encaminhadas ao laboratório de análise foliar do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimento e Sócio-Economia e submetidas à metodologia de determinação de macronutrientes relatada por (BATAGLIA et al., 1983; EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA, 1999b; MALAVOLTA et al., 1997).

### 3.5.3 Características agronômicas

As características foram avaliadas em cinco plantas escolhidas ao acaso em cada parcela e marcadas para as avaliações de forma aleatória.

- **Altura de plantas:** Realizada com auxílio de trena, sendo a medição feita do solo ao ápice da planta, aos 30, 50, 70, 100 e 158 d.a.e..
- **Diâmetro do caule:** Realizado com auxílio de paquímetro, na altura de 2 cm em relação ao solo aos 30, 50, 70, 100 e 158 d.a.e..
- **Número de nós do caule:** Realizado por contagem aos 90 e 158 d.a.e..
- **Comprimento do quinto, sétimo, nono e décimo primeiro ramo reprodutivo:** Realizado com auxílio de trena, nos referidos ramos da base para o ápice aos 158 d.a.e..
- **Massa de 20 capulhos:** Colhidos aleatoriamente no terço médio das plantas e pesados com auxílio de balança digital, no momento da colheita.
- **Número de capulhos por planta:** Realizado por contagem no momento da colheita.

- **Produção de algodão em caroço:** Obtida através da colheita manual das duas linhas centrais de cada parcela.

### 3.5.4 Características tecnológicas de fibra

Durante a colheita da área útil das parcelas foram retiradas amostras de 20 capulhos, colhidos aleatoriamente no terço médio superior das plantas para serem realizadas as características tecnológicas das fibras. Posteriormente as amostras foram enviadas para o Laboratório de Tecnologia de Fibras do Centro de Algodão e Fibras Diversas do Instituto Agrônomo de Campinas, onde foram analisadas através do sistema HVI (*High Volume Instrument*), sendo avaliadas as seguintes características: índice de micronaire (Mic), maturidade (Mat), índice de fiabilidade (Csp), índice de uniformidade (Unf), comprimento médio da fibra (Uhm), alongamento à ruptura (Elg), unidade de medida de reflectância (Rd) e resistência (Str).

### 3.6 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados obtidos no presente trabalho foram analisados utilizando-se o programa SISVAR – Sistema de Análise de Variância, da Universidade Federal de Lavras, (FERREIRA, 2013), os quais foram submetidos à análise de variância através do teste F e teste de comparação de médias (Tukey) ao nível de significância de 5%, utilizando a metodologia descrita por (GOMES, 2000).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 MACRONUTRIENTES FOLIAR E ÍNDICE SPAD DE CLOROFILA

Para os teores de macronutrientes foliares (Tabelas 3 e 4), observa-se que para o ano agrícola 2011/12, as plantas que receberam uma e duas aplicações da subdose do glifosato apresentaram maior concentração de N comparado a cinco aplicações. Alto número de aplicações da subdose diminui provavelmente a concentração deste nutriente nas folhas, uma vez que, a atuação do herbicida atua na inibição da síntese de aminoácidos consequentemente na formação das proteínas. Com exceção do Mg, ano agrícola 2010/11, os demais nutrientes e índice SPAD de clorofila, não apresentaram efeito significativo com o número de aplicações do glifosato.

Avaliando os resultados obtidos com a utilização do regulador, nota-se aumento nos teores de N e Mg como também para os valores de índice SPAD. Pelo controle em altura, o cloreto de mepiquat deixa as plantas mais compactas podendo aumentar as concentrações de alguns nutrientes nas folhas. Como verifica-se aumento da leitura do índice SPAD de clorofila com a utilização do regulador, era esperado também um aumento dos teores de N e Mg nas folhas, uma vez que, ambos são constituintes das moléculas de clorofila. Tais resultados corroboram com os encontrados por Reddy et al. 1996, que encontraram aumento do número de moléculas de clorofila em tratamentos com o cloreto de mepiquat.

**Tabela 3-** Teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio em relação a sistemas de aplicação de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R), Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.

Teste F	N		P		K	
	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12
<b>Sistemas (S)</b>	0,7042	0,0203*	0,6630	0,9358	0,9862	0,9594
<b>Regulador (R)</b>	0,0036**	0,0259*	0,7310	0,9534	0,5889	0,8027
<b>S*R</b>	0,8866	0,4884	0,6010	0,9981	0,8010	0,9884
	(g kg <sup>-1</sup> )					
<b>Sem aplicação</b>	46,36	41,51 ab	4,52	3,88	12,62	13,34
<b>1 aplicação</b>	47,63	44,46 a	4,65	4,24	13,18	12,93
<b>2 aplicações</b>	48,00	44,80 a	4,15	4,20	12,73	13,10
<b>3 aplicações</b>	47,01	42,36 ab	4,43	3,85	12,74	12,93
<b>4 aplicações</b>	47,30	40,79 ab	4,64	3,86	12,55	12,83
<b>5 aplicações</b>	45,76	38,68 b	4,72	3,96	12,67	12,57
<b>C.V. %</b>	6,46	8,78	16,03	25,13	14,06	12,61
<b>D.M.S.</b>	4,60	5,59	1,10	1,52	2,71	2,47
<b>Com regulador</b>	48,39 a	43,34 a	4,56	3,99	12,89	13,00
<b>Sem regulador</b>	45,63 b	40,85 b	4,48	4,00	12,61	12,89
<b>C.V. %</b>	6,46	8,78	16,03	25,13	14,06	12,61
<b>D.M.S.</b>	1,78	2,17	0,43	0,59	1,05	0,96

\*\*, \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 4-** Teores foliares de cálcio, magnésio, enxofre e índice SPAD de clorofila em relação a sistemas de aplicação de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R), Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.

Teste F	Ca		Mg		S		SPAD	
	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12
<b>Sistemas (S)</b>	0,9990	0,6274	0,0257*	0,1758	0,9999	0,9846	0,0838	0,8917
<b>Regulador (R)</b>	0,7340	0,7216	0,0209*	0,0041**	0,9968	0,9123	0,0021**	0,0002**
<b>S*R</b>	0,9986	0,9903	0,0039**	0,7223	0,9898	0,9962	0,1655	0,4082
	(g kg <sup>-1</sup> )						SPAD	
<b>Sem aplicação</b>	19,15	22,49	4,75 ab	5,10	9,39	7,80	51,99	47,86
<b>1 aplicação</b>	18,87	21,45	5,39 a	5,86	9,55	7,87	52,41	48,22
<b>2 aplicações</b>	18,95	21,39	5,13 ab	6,46	9,47	7,78	54,04	48,74
<b>3 aplicações</b>	18,69	20,97	4,99 ab	5,70	9,61	7,66	51,20	48,30
<b>4 aplicações</b>	18,72	20,87	4,68 ab	5,00	9,60	7,74	48,91	47,49
<b>5 aplicações</b>	18,68	20,19	4,45 b	4,99	9,51	7,07	44,75	46,34
<b>C.V. %</b>	13,79	12,22	11,34	23,65	18,82	30,08	12,59	8,66
<b>D.M.S.</b>	3,93	3,92	0,84	1,97	2,71	3,48	9,62	6,26
<b>Com regulador</b>	18,97	21,09	5,09 a	6,10 a	9,52	7,69	53,62 a	50,34 a
<b>Sem regulador</b>	18,71	21,36	4,70 b	4,94 b	9,52	7,62	47,48 b	45,31 b
<b>C.V. %</b>	13,79	12,22	11,34	23,65	18,82	30,08	12,59	8,66
<b>D.M.S.</b>	1,53	1,52	0,33	0,77	1,05	1,35	3,74	2,43

\*\*, \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao analisar o desdobramento da interação glifosato e regulador para o ano agrícola 2010/11 (Tabela 5), nota-se que uma e duas aplicações da subdose do glifosato apresentaram maiores teores de Mg foliar quando comparados à testemunha e com cinco aplicações. Como a aplicação do regulador se apresenta como ferramenta indispensável para o algodoeiro devido à colheita mecanizada, até duas aplicações da subdose do glifosato se mostrou como alternativa eficaz para aumentar a concentração de Mg nas folhas, e por ser constituintes das moléculas de clorofila, podem aumentar a capacidade fotossintética das plantas. Para duas aplicações da subdose de glifosato, a utilização do regulador de crescimento também se mostrou favorável ao aumento da concentração deste nutriente nas folhas comparado à testemunha. Por apresentar estímulo ao crescimento, estas aplicações de glifosato podem ter proporcionado aumento do metabolismo, aumentando assim a taxa de absorção de Mg, e ao se aplicar o regulador de crescimento estes teores absorvidos se concentraram na folhas.

**Tabela 5-** Desdobramento da interação sistemas de aplicações de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R) para o teor foliar de magnésio, Jales - SP, ano agrícola 2010/11.

Fatores (S) * (R)	Mg (g kg <sup>-1</sup> )					
	0	1	2	3	4	5
Com regulador	4,48 B	5,73 Aa	5,93 Aa	5,28 AB	4,95 AB	4,19 B
Sem regulador	5,02	5,05	4,33 b	4,70	4,39	4,72
C.V. (%)	12,75					
D.M.S. (S) dentro (R)	1,34					
D.M.S. (R) dentro (S)	0,90					

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas (S) dentro de (R) e minúsculas nas colunas (R) dentro de (S), não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.2 ALTURA DE PLANTAS

Nas Tabelas 6 e 7 estão apresentados os dados dos valores médios de altura de plantas ao longo do ciclo da cultura em função dos tratamentos com subdoses de glifosato e aplicação de regulador de crescimento para os anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. Pela análise dos resultados obtidos verifica-se que nas avaliações até 50 d.a.e., a altura de plantas não teve alteração significativa pelos tratamentos aplicados, uma vez que, sendo a primeira aplicação da subdose do glifosato aos 40 d.a.e., e do regulador aos 43 d.a.e., muito provavelmente o tempo foi insuficiente para efeito dos produtos. As avaliações iniciais comprovam a homogeneidade das parcelas.

Ao analisar o comportamento das plantas em relação às aplicações da subdose do glifosato ( $20 \text{ g e.a.ha}^{-1}$ ), verifica-se que, aos 100 d.a.e. para os dois anos agrícolas, as plantas que receberam uma, duas e três aplicações apresentaram maiores valores quando comparados com as parcelas que receberam cinco aplicações, e para o segundo ano em específico, as aplicações realizadas uma e duas vezes também apresentaram maiores valores quando comparados a testemunha e quatro aplicações do glifosato. Resultados semelhantes também foram observados para a avaliação no momento da colheita (158 d.a.e.), onde plantas que receberam duas aplicações da subdose do glifosato apresentaram maior crescimento em altura comparadas à testemunha e ao tratamento com cinco aplicações. A diferença da utilização de duas aplicações para a testemunha foram de aproximadamente 9 e 13 %, para os anos agrícolas 2010/11 e 2011/12 respectivamente. Dessa forma, pode-se constatar que o algodoeiro responde com crescimento em altura em função de até duas aplicações da subdose de glifosato, demonstrando ocorrer efeito hormético na cultura. Neves (2009), ao estudar diferentes subdoses de glifosato no algodoeiro cv. FMT 701 em condições de cerrado (Selvíria-MS), encontrou incremento na altura de plantas de 7% em relação à testemunha ao utilizar a subdose de glifosato de  $16,2 \text{ g e.a. ha}^{-1}$  em aplicação única aos 80 d.a.e.. Tais resultados confirmam relatos de Calabrese et al. (1999) de que quando exposto a um agente estressor externo há uma capacidade adaptativa do sistema biológico, e esse sistema normalmente compensa os danos causados pela exposição por meio de estímulo em desenvolvimento vegetativo em altura, dentre outros. Contudo, os autores afirmaram ainda que os estímulos podem variar nas plantas de acordo com a intensidade da dose aplicada, sendo que, estímulos fracos aceleram a atividade fisiológica e estímulos fortes cessam essa atividade. Tal informação pode ser constatada neste trabalho onde observa-se menor crescimento em altura naquelas plantas que receberam cinco vezes a subdose do glifosato.

Ao analisar a utilização do regulador de crescimento (Tabelas 6 e 7), verifica-se que a partir dos 70 d.a.e., plantas que receberam a aplicação do produto apresentaram menor crescimento em altura comparadas à testemunha, tendo ao final do ciclo diferenças de 45,53 e 44,54 cm, respectivamente para o primeiro e segundo ano agrícola, representando uma redução do porte das plantas de aproximadamente 26 %. Por atuar na inibição da biossíntese do ácido giberélico (ROSOLEM et al., 2013), o cloreto de mepiquat foi eficiente em controlar o crescimento em altura de plantas, inibindo o alongamento celular excessivo, resultado este de grande importância para a cultura, pois plantas com altura maior que 1,50 m normalmente podem dificultar a operação de colheita mecanizada, promovendo perdas. Vários trabalhos na literatura confirmam a eficácia da utilização do cloreto de mepiquat em reduzir a taxa de

crescimento em altura de plantas, dentre eles McCarty Junior e Hedin (1994), que observaram redução no crescimento em altura de plantas por meio do encurtamento dos internódios e Athayde e Lamas (1999), que ao estudarem diversas épocas de aplicação e doses do regulador de crescimento encontraram diferenças na altura de plantas de 19,21 cm e 34,56 cm respectivamente, entre plantas que receberam ou não a aplicação do produto.

**Tabela 6-** Altura de plantas em relação à sistemas de aplicação de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R) em algodoeiro em dias após emergência (d.a.e.), Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.

Teste F	30 d.a.e.		50 d.a.e.		70 d.a.e.	
	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12
<b>Sistemas (S)</b>	0,3007	0,9796	0,7865	0,1020	0,6916	0,0978
<b>Regulador (R)</b>	0,3442	0,9684	0,5706	0,0539	0,0001**	0,0002**
<b>S*R</b>	0,1990	0,9962	0,0580	0,2853	0,1735	0,1824
	<b>(cm)</b>					
<b>Sem aplicação</b>	40,80	37,73	80,10	84,20	100,47	108,95
<b>1 aplicação</b>	42,61	38,14	81,12	77,54	104,91	107,82
<b>2 aplicações</b>	42,69	38,07	79,77	81,22	105,92	107,39
<b>3 aplicações</b>	40,92	39,12	79,64	82,64	104,18	104,36
<b>4 aplicações</b>	41,22	37,84	78,65	78,15	102,72	102,32
<b>5 aplicações</b>	42,06	38,92	78,22	77,52	102,14	102,42
<b>C.V. %</b>	5,10	11,13	5,32	7,15	6,98	5,41
<b>D.M.S.</b>	3,22	6,45	6,45	8,68	10,91	8,64
<b>Com regulador</b>	41,42	38,33	79,23	78,55	98,71 b	102,15 b
<b>Sem regulador</b>	42,01	38,28	79,93	81,87	108,07 a	108,94 a
<b>C.V. %</b>	5,10	11,13	5,32	7,15	6,98	5,41
<b>D.M.S.</b>	1,25	2,50	2,49	3,37	4,24	3,35

\*\* , \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 7-** Altura de plantas em relação à sistemas de aplicação de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R) em algodoeiro em dias após emergência (d.a.e.), Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.

Teste F	100 d.a.e.		158 d.a.e.	
	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12
<b>Sistemas (S)</b>	0,0023**	0,0001**	0,0002**	0,0001**
<b>Regulador (R)</b>	0,0001**	0,0001**	0,0001**	0,0001**
<b>S*R</b>	0,2127	0,6030	0,0943	0,8971
	<b>(cm)</b>			
<b>Sem aplicação</b>	122,50 ab	117,66 bc	146,62 bc	146,25 bc
<b>1 aplicação</b>	130,13 a	129,45 a	158,18 ab	160,07 ab
<b>2 aplicações</b>	132,08 a	131,66 a	159,29 a	165,11 a
<b>3 aplicações</b>	129,79 a	123,48 ab	156,76 ab	154,61 ab
<b>4 aplicações</b>	122,09 ab	118,17 bc	147,72 abc	148,00 bc
<b>5 aplicações</b>	116,00 b	110,29 c	142,28 c	131,90 c
<b>C.V. %</b>	6,47	5,93	5,17	7,12
<b>D.M.S.</b>	12,27	10,91	11,86	16,25
<b>Com regulador</b>	116,18 b	112,30 b	129,04 b	128,72 b
<b>Sem regulador</b>	134,68 a	131,26 a	174,57 a	173,26 a
<b>C.V. %</b>	6,47	5,93	5,17	7,12
<b>D.M.S.</b>	4,77	4,24	4,61	6,31

\*\* , \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

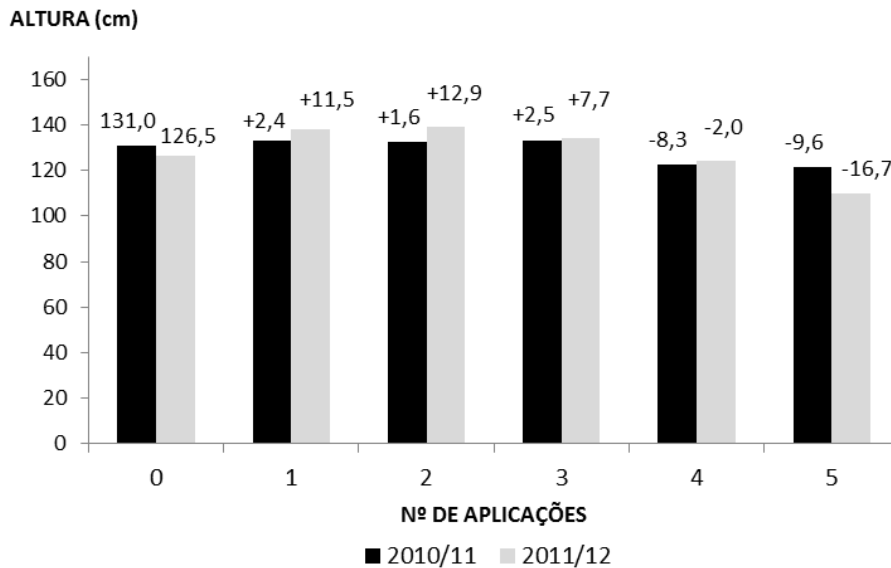
Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Estão apresentados nas Figuras 3 e 4 respectivamente os dados médios de variação de altura de plantas de parcelas que receberam ou não a aplicação do regulador de crescimento, de acordo com o número de aplicações da subdose do glifosato comparadas a não aplicação do produto, para os anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. Para os dois anos em estudo, verifica-se que, as parcelas que receberam o tratamento com regulador de crescimento (Figura 3), tiveram pequeno incremento em altura para até três aplicações da subdose do glifosato. O fato de se aplicar o regulador de crescimento, inibiu as plantas de expressarem o efeito de crescimento em altura proporcionado pelos estímulos da aplicação do glifosato. Tal afirmação pode ser verificada nas parcelas que não receberam o tratamento com regulador (Figura 4), onde as plantas apresentaram maiores valores de incremento em altura, pelas aplicações da subdose do glifosato comparadas à testemunha, sendo que, as parcelas que receberam duas aplicações da subdose foi a que apresentou maior incremento, cerca de 24 e 25 cm para o primeiro e segundo ano agrícola respectivamente.

A partir de quatro aplicações da subdose do glifosato, as parcelas que tiveram o tratamento com regulador de crescimento apresentaram variação de ordem negativa em relação à testemunha (Figura 3). Essa tendência se dá pelo fato das plantas sofrerem um

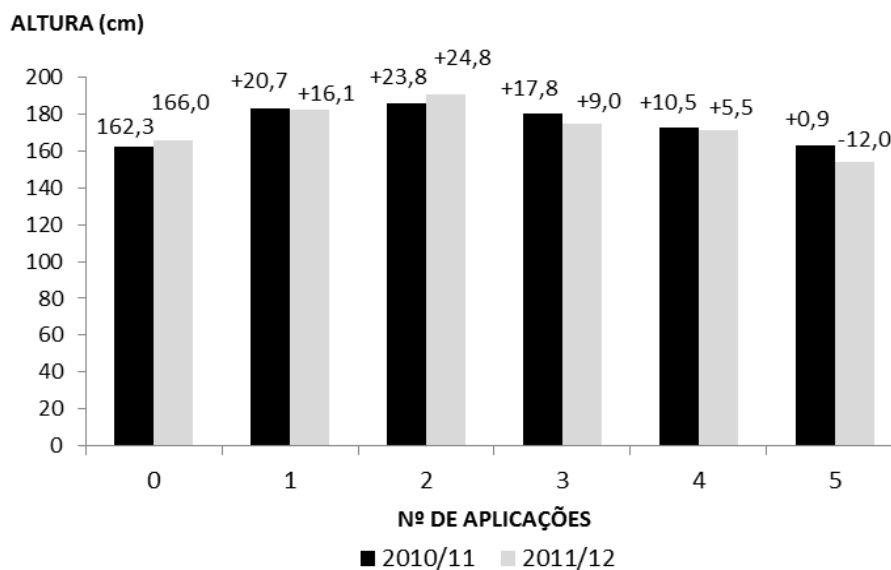
estresse hormonal elevado pelo alto número de aplicações da subdose aliado ao controle de crescimento em altura provocado pela utilização do regulador.

**Figura 3-** Variação de altura de plantas (cm), no momento da colheita em relação à testemunha para número de aplicações da subdose de glifosato em plantas que receberam aplicação de regulador de crescimento, Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.



Fonte: Dados do próprio autor

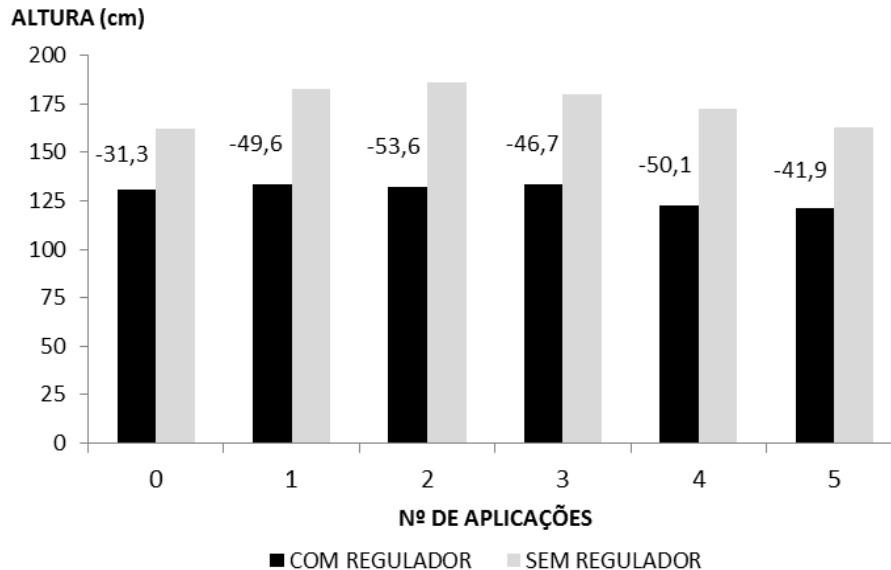
**Figura 4-** Variação de altura de plantas (cm), no momento da colheita em relação à testemunha para número de aplicações da subdose de glifosato em plantas que não receberam aplicação de regulador de crescimento, Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.



Fonte: Dados do próprio autor

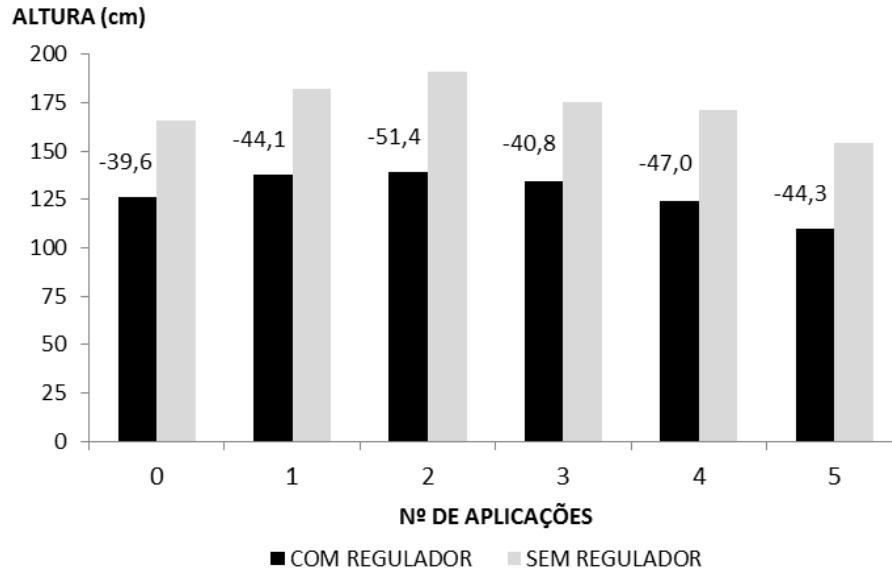
Nas Figuras 5 e 6, estão apresentadas as médias que comparam o incremento de altura de plantas das parcelas que receberam a aplicação do regulador em relação àquelas que não receberam o produto, para os anos agrícolas 2010/11 e 2011/12 respectivamente. Verifica-se que o regulador de crescimento foi efetivo no controle de altura de plantas para todos os números de aplicações da subdose estudados. No entanto destaca-se um controle maior para os tratamentos que apresentaram maior estímulo para o crescimento em altura, no caso duas aplicações da subdose, sendo que, controlou o crescimento em altura em aproximadamente 54 cm para o primeiro ano agrícola e 51 cm para o segundo ano. Tal resultado pode ser importante para caracterizar o produto como agente atuante para o desvio de rota de fotoassimilados gerados pelo aumento do metabolismo das plantas que receberam estímulo da subdose do glifosato, direcionando suas reservas para formação dos ramos reprodutivos, das estruturas reprodutivas, dentre outros órgãos da planta.

**Figura 5-** Diferença de altura de plantas (cm), que receberam tratamento com regulador de crescimento, em relação àquelas que não receberam o produto, de acordo com o número de aplicações da subdose do glifosato, Jales - SP, ano agrícola 2010/11.



**Fonte:** Dados do próprio autor

**Figura 6-** Diferença de altura de plantas (cm), que receberam tratamento com regulador de crescimento, em relação àquelas que não receberam o produto, de acordo com o número de aplicações da subdose do glifosato, Jales - SP, ano agrícola 2011/12.



**Fonte:** Dados do próprio autor

#### 4.3 DIÂMETRO DO CAULE

Ao analisar os dados referentes a diâmetro do caule para os dois anos agrícolas em estudo (Tabelas 8 e 9), verifica-se que o número de aplicações da subdose do glifosato não interfere nos valores obtidos nas avaliações ao longo do ciclo da cultura, implicando na capacidade do algodoeiro em se desenvolver em diâmetro mesmo com elevado número de repetições de aplicação da subdose do herbicida. Porém ao se utilizar o regulador de crescimento, observa-se que nas avaliações de final de ciclo as plantas apresentaram maiores valores quando comparadas às que não receberam aplicação do produto. Ao controlar o crescimento em altura, as plantas podem também redirecionar suas reservas para outros órgãos das plantas, como por exemplo o desenvolvimento em diâmetro. Silva et al. (2014), também encontraram aumento no diâmetro do caule do algodoeiro com a utilização do regulador de crescimento em todas as doses estudadas, quando comparadas à testemunha.

**Tabela 8-** Diâmetro do caule em relação a sistemas de aplicação de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R) em algodoeiro em dias após emergência (d.a.e.), Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.

Teste F	30 d.a.e.		50 d.a.e.		70 d.a.e.	
	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12
<b>Sistemas (S)</b>	0,9034	0,9617	0,9928	0,4727	0,9188	0,3419
<b>Regulador (R)</b>	0,3772	0,6074	0,6304	0,9531	0,6886	0,1193
<b>S*R</b>	0,8443	0,4440	0,9915	0,7539	0,9605	0,6715
	<b>(mm)</b>					
<b>Sem aplicação</b>	6,97	6,41	14,42	15,12	16,35	17,24
<b>1 aplicação</b>	6,73	6,61	14,06	14,22	17,56	16,72
<b>2 aplicações</b>	6,89	6,43	14,60	16,05	17,20	17,85
<b>3 aplicações</b>	7,42	6,50	14,65	15,82	16,79	17,16
<b>4 aplicações</b>	7,26	6,92	14,33	15,96	17,16	18,56
<b>5 aplicações</b>	6,99	6,34	14,77	15,35	16,37	17,13
<b>C.V. %</b>	18,25	20,45	16,51	13,10	15,31	9,81
<b>D.M.S.</b>	1,94	2,02	3,61	3,05	3,91	2,59
<b>Com regulador</b>	6,88	6,63	14,30	15,40	17,05	17,84
<b>Sem regulador</b>	7,21	6,43	14,64	15,44	16,75	17,05
<b>C.V. %</b>	18,25	20,45	16,51	13,10	15,31	9,81
<b>D.M.S.</b>	0,75	0,78	1,40	1,19	1,52	1,00

\*\*, \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 9-** Diâmetro do caule em relação à sistemas de aplicação de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R) em algodoeiro em dias após emergência (d.a.e.), Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.

Teste F	100 d.a.e.		158 d.a.e.	
	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12
<b>Sistemas (S)</b>	0,6947	0,9449	0,5341	0,3937
<b>Regulador (R)</b>	0,0102*	0,2358	0,0004**	0,0003**
<b>S*R</b>	0,3236	0,8257	0,0598	0,1574
	<b>(mm)</b>			
<b>Sem aplicação</b>	19,42	20,17	22,68	23,21
<b>1 aplicação</b>	19,63	18,96	22,04	22,44
<b>2 aplicações</b>	20,88	19,71	23,54	23,35
<b>3 aplicações</b>	19,99	19,71	22,90	24,05
<b>4 aplicações</b>	20,26	19,69	22,83	22,79
<b>5 aplicações</b>	18,08	18,97	20,96	21,21
<b>C.V. %</b>	17,45	14,30	12,25	11,58
<b>D.M.S.</b>	5,20	4,22	4,17	4,00
<b>Com regulador</b>	21,06 a	20,02	24,06 a	24,40 a
<b>Sem regulador</b>	18,36 b	19,05	20,93 b	21,29 b
<b>C.V. %</b>	17,45	14,30	12,25	11,58
<b>D.M.S.</b>	2,02	1,64	1,62	1,55

\*\*, \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.4 NÚMERO DE NÓS DO CAULE

Na Tabela 10, constam os valores médios de número de nós do caule em duas épocas de avaliações, de acordo com os tratamentos com subdose de glifosato e com ou sem utilização do regulador de crescimento, para os anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. Constata-se que não houve diferenças significativas para os dois anos agrícolas em função dos tratamentos. Apesar do incremento em altura estimulado pelas aplicações da subdose do glifosato e do controle pela utilização do regulador de crescimento (Tabelas 6 e 7), o número de nós permaneceu constante, desta forma, o que variou foi a distância dos internódios caulinar, e por atuar principalmente no meristema apical das plantas, os produtos testados influenciaram diretamente na produção do ácido giberélico, responsável pelo alongamento celular, alterando o comprimento dos internódios, e não na síntese das auxinas, atuantes na divisão celular. Tais resultados se mostram pertinentes com aqueles encontrados por Souza et al. (2005) que estudando as cultivares BRS 201 e BRS Camaçari na cidade de Barbalha CE, não encontraram diferença no número de nós do caule ao fazer uso de regulador de forma única, parcelada e sem aplicação do produto e também com os de McCarty e Hedin (1994) que encontraram apenas diferenças no comprimento dos internódios caulinares.

**Tabela 10-** Número de nós do caule em relação à sistemas de aplicação de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R) em algodoeiro em dias após emergência (d.a.e.), Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.

Teste F	100 d.a.e.		160 d.a.e.	
	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12
<b>Sistemas (S)</b>	0,4472	0,7012	0,5866	0,2394
<b>Regulador (R)</b>	0,4519	0,8699	0,3078	0,6100
<b>S*R</b>	0,7351	0,9678	0,4943	0,9876
	Nº			
<b>Sem aplicação</b>	16,91	17,84	23,83	23,19
<b>1 aplicação</b>	17,01	17,75	20,99	23,50
<b>2 aplicações</b>	16,39	17,44	23,70	24,15
<b>3 aplicações</b>	16,50	17,52	23,37	22,58
<b>4 aplicações</b>	15,87	17,07	22,83	22,79
<b>5 aplicações</b>	15,94	15,94	21,49	22,04
<b>C.V. %</b>	8,29	14,84	17,10	7,58
<b>D.M.S.</b>	2,06	3,87	5,87	2,64
<b>Com regulador</b>	16,29	17,20	22,12	22,91
<b>Sem regulador</b>	16,59	17,32	23,28	23,17
<b>C.V. %</b>	8,29	14,84	17,10	7,58
<b>D.M.S.</b>	0,80	1,50	2,28	1,03

\*\* , \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 4.5 COMPRIMENTO DE RAMOS REPRODUTIVOS

Ao analisar o comprimento dos ramos reprodutivos do algodoeiro (Tabela 11), nota-se que, de forma geral, as parcelas que receberam cinco aplicações da subdose do glifosato apresentaram menor comprimento dos ramos reprodutivos. O efeito do alto número de aplicações do herbicida pode ser contrário à justificativa de utilização do produto como forma de estimular a planta ao crescimento, neste caso reduziu o crescimento destes ramos. O fato de apresentar ramos reprodutivos mais compactos, pode ser interessante para o pegamento e desenvolvimento de estruturas reprodutivas. Porém foi observado neste estudo, que cinco aplicações da subdose do glifosato interferiu de forma negativa no número de capulhos por planta e conseqüentemente na produtividade do algodão em caroço (Tabela 12), implicando em prejuízos para o produtor. A análise destes ramos é importante, pois mais de 80% da produção é oriunda de frutos localizados nos ramos reprodutivos que estão entre o 7º e o 15º nó (ROSOLEM, 2012). Uma forma de permitir a formação de plantas mais compactas é a utilização do regulador de crescimento, haja visto que, o mesmo não interfere na produtividade da cultura (Tabela 12). Para o presente estudo, a ação do produto diminuiu o comprimento tanto do nono como do décimo primeiro ramo reprodutivo.

**Tabela 11-** Comprimento de ramos em relação à sistemas de aplicação de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R) em algodoeiro em dias após emergência (d.a.e.), Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.

Teste F	5º Ramo		7º Ramo		9º Ramo		11º Ramo	
	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12
<b>Sistemas (S)</b>	0,3812	0,0250*	0,0034**	0,0053**	0,0001**	0,0002**	0,0090**	0,6897
<b>Regulador (R)</b>	0,2361	0,5292	0,0585	0,1623	0,0100**	0,0075**	0,0455*	0,3869
<b>S*R</b>	0,8073	0,6519	0,9696	0,9534	0,6752	0,9468	0,8067	0,9783
	<b>(cm)</b>							
<b>Sem aplicação</b>	40,36	38,08 ab	34,39 abc	34,41 ab	33,03 ab	32,56 ab	26,22 a	26,15
<b>1 aplicação</b>	41,58	41,85 ab	36,98 a	37,25 a	33,50 ab	32,50 ab	25,44 a	24,71
<b>2 aplicações</b>	42,70	42,31 a	36,51 ab	36,88 a	34,96 a	34,15 a	25,62 a	25,24
<b>3 aplicações</b>	40,69	37,98 ab	33,75 abc	34,36 ab	32,79 ab	31,12 abc	25,40 a	25,36
<b>4 aplicações</b>	39,43	36,10 ab	30,64 bc	31,89 ab	29,98 bc	29,85 bc	23,59 ab	25,91
<b>5 aplicações</b>	37,63	33,93 b	29,39 c	29,29 b	26,85 c	27,52 c	19,26 b	22,44
<b>C.V. %</b>	11,74	13,86	12,26	12,45	9,56	8,07	15,77	19,35
<b>D.M.S.</b>	7,17	8,04	6,23	6,40	4,61	3,82	5,78	7,30
<b>Com regulador</b>	39,57	37,89	32,44	33,14	30,65 b	30,25 b	23,11 b	24,36
<b>Sem regulador</b>	41,23	38,86	34,78	34,89	33,05 a	32,32 a	25,40 a	25,58
<b>C.V. %</b>	11,74	13,86	12,26	12,45	9,56	8,07	15,77	19,35
<b>D.M.S.</b>	2,79	3,12	2,42	2,49	1,79	1,48	2,25	2,84

\*\* , \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.6 NÚMERO DE CAPULHOS POR PLANTA, MASSA DE 20 CAPULHOS E PRODUTIVIDADE

Analisando-se a Tabela 12, verifica-se que o número de aplicações da subdose do glifosato influenciaram diretamente o número de capulhos por planta. Para o primeiro ano agrícola em estudo, as parcelas que receberam cinco aplicações da subdose do herbicida apresentaram menor número, em média 3,22 e 3,40 capulhos a menos por planta comparados àquelas que receberam uma e duas aplicações, respectivamente. Como observado anteriormente na Tabela 7, o total de cinco aplicações apresenta um efeito fitotóxico, reduzindo a taxa de crescimento em altura das plantas. Da mesma forma, esse efeito acarreta também num menor número de capulhos comparados àquelas plantas que receberam uma e duas aplicações. Portanto, à partir de quatro aplicações da subdose antes do florescimento pleno da cultura influi diretamente na formação e pegamento das estruturas reprodutivas da planta. Para o segundo ano agrícola nota-se que houve interação entre o número de aplicações da subdose do herbicida com ou sem aplicação do regulador apresentada na Tabela 13. Também foi observado o efeito da interação entre os fatores para os valores médios de produtividade de algodão em caroço (Tabela 14).

**Tabela 12-** Número de capulhos por planta, massa de 20 capulhos e produtividade de algodão em caroço em relação à sistemas de aplicações de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R), Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.

Teste F	Nº de Capulhos		Massa de 20 capulhos		Produtividade	
	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12
<b>Sistemas (S)</b>	0,0170*	0,0009**	0,4673	0,3611	0,0001**	0,0004**
<b>Regulador (R)</b>	0,0769	0,2375	0,3616	0,5330	0,1358	0,7548
<b>S*R</b>	0,6497	0,0032**	0,9865	0,9998	0,0447*	0,0206*
	Nº		(g)		(kg ha <sup>-1</sup> )	
<b>Sem aplicação</b>	14,25 ab	13,49 ab	129,00	128,34	3098 ab	2903 a
<b>1 aplicação</b>	15,50 a	14,97 a	131,63	131,70	3220 ab	3065 a
<b>2 aplicações</b>	15,68 a	14,67 a	132,85	130,14	3285 a	3144 a
<b>3 aplicações</b>	14,66 ab	13,74 ab	129,58	128,09	3027 ab	2976 a
<b>4 aplicações</b>	13,42 ab	12,54 ab	127,17	125,10	2767 bc	2791 ab
<b>5 aplicações</b>	12,28 b	11,28 b	123,97	126,12	2524 c	2516 b
<b>C.V. %</b>	14,17	12,40	7,19	5,06	10,26	8,78
<b>D.M.S.</b>	3,06	2,52	14,03	9,82	463	385
<b>Com regulador</b>	14,83	13,16	130,27	127,66	3054	2910
<b>Sem regulador</b>	13,76	13,74	127,79	128,84	2919	2888
<b>C.V. %</b>	14,17	12,40	7,19	5,06	10,26	8,78
<b>D.M.S.</b>	1,19	0,98	5,45	3,81	180	150

\*\* , \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao se fazer o uso do regulador de crescimento, verifica-se que para o ano agrícola 2011/12, duas aplicações da subdose de glifosato apresentou maior número de capulhos por planta comparados à testemunha, três, quatro e cinco aplicações. Observa-se também que para duas aplicações do herbicida a utilização do regulador proporcionou maior número de capulhos comparados a não aplicação do produto. Tais resultados implicam na importância do manejo do regulador de crescimento na cultura pelo produtor, principalmente quando o mesmo fizer a utilização de aplicações da subdose do glifosato. Neste aspecto, duas aplicações da subdose do herbicida se torna interessante do ponto de vista de aumentar o número de capulhos por planta, desde que, o produtor utilize o regulador de crescimento.

**Tabela 13-** Desdobramento da interação sistemas de aplicações de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R) para número de capulhos por planta, Jales - SP, ano agrícola 2011/12.

Fatores (S) * (R)	Número de Capulhos por Planta (Nº)					
	Sem	1	2	3	4	5
Com regulador	12,59 BC	15,58 AB	16,51 Aa	12,86 BC	11,44 C	9,97 Cb
Sem regulador	14,39	14,35	12,83 b	14,63	13,63	12,59 a
C.V. (%)			14,17			
D.M.S. (S) dentro (R)			3,57			
D.M.S. (R) dentro (S)			2,40			

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas (S) dentro de (R) e minúsculas nas colunas (R) dentro de (S), não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Para os dois anos agrícolas em estudo, verifica-se que, nas parcelas onde foi aplicado o regulador de crescimento, os tratamentos que receberam uma e duas aplicações da subdose do glifosato apresentaram produtividades maiores comparados aos tratamentos que receberam quatro e cinco aplicações. Ainda, observa-se que a testemunha (sem aplicação da subdose) apresentou maiores valores de produtividade quando comparado com cinco aplicações da subdose. Tais resultados ressaltam a hipótese de que uma dose considerada positiva para a cultura pode causar efeito fitotóxico quando forem aplicadas por diversas vezes durante o ciclo da mesma, principalmente em plantas em que já tiveram um controle de crescimento em altura. Com a inibição da produção do ácido giberélico, causado pela aplicação do cloreto de mepiquat, aliado a inibição da síntese de três aminoácidos essenciais – triptofano, fenilalanina e tirosina estimulada pela ação herbicida derivado do alto número de aplicações da subdose do glifosato (ZABLOTOWICZ; REDDY, 2004), as plantas responderam negativamente à interação dessas duas moléculas e diminuíram sua capacidade produtiva. Ao analisar os

tratamentos que não tiveram aplicação do regulador de crescimento, as mesmas não apresentaram tais diferenças significativas entre o número de aplicações de glifosato.

Outro resultado significativo apresentado na Tabela 14 está relacionado a influência da utilização do regulador de crescimento nas parcelas que tiveram incremento de produtividade com a utilização da subdose de glifosato, especificamente nas parcelas que receberam duas aplicações da subdose. Verificou-se que nessas parcelas a produtividade do algodão em caroço foi significativamente maior quando comparadas àquelas em que não foram utilizadas o regulador de crescimento, caracterizando possivelmente o desvio de rota de fotoassimilados para formação dos capulhos.

**Tabela 14-** Desdobramento da interação sistemas de aplicações de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R), para produtividade de algodão em caroço, Jales - SP, ano agrícola 2010/11.

Fatores	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )					
	2010/11					
(S) * (R)	Sem	1	2	3	4	5
Com regulador	3065 AB	3425 A	3563 Aa	3195 AB	2726 BC	2353 C
Sem regulador	3129	3015	3008 b	2860	2808	2694
C.V. (%)	10,26					
D.M.S. (S) dentro (R)	655					
D.M.S. (R) dentro (S)	441					
(S) * (R)	2011/12					
(S) * (R)	Sem	1	2	3	4	5
Com regulador	2904 AB	3223 A	3347 Aa	3022 AB	2643 BC	2325 Cb
Sem regulador	2903	2906	2941 b	2930	2940	2706 a
C.V. (%)	8,78					
D.M.S. (S) dentro (R)	544					
D.M.S. (R) dentro (S)	366					

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas (S) dentro de (R) e minúsculas nas colunas (R) dentro de (S), não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

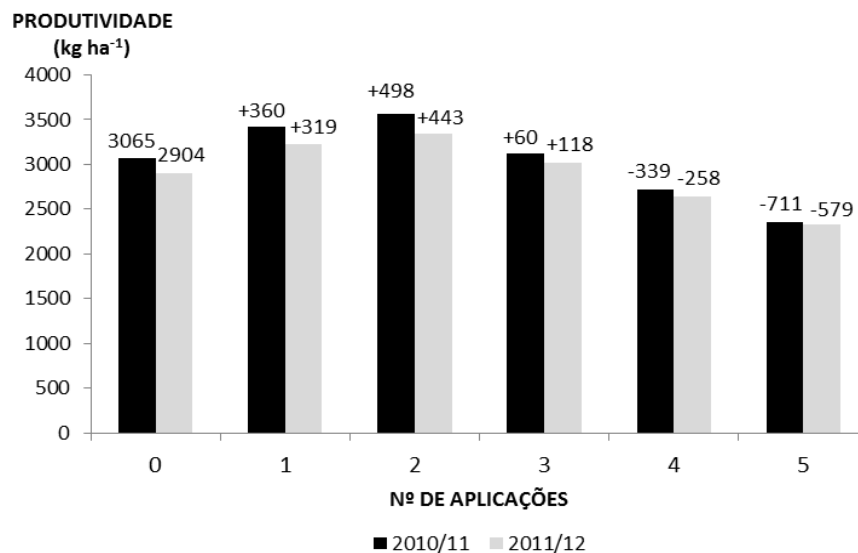
As Figuras 7 e 8 apresentam valores referentes ao incremento de produtividade do algodoeiro com e sem a aplicação do regulador de crescimento respectivamente, de acordo com o número de aplicações da subdose do glifosato em comparação à testemunha (sem aplicação da subdose), para os anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.

Ao se analisar os dados contidos na Figura 7, verifica-se que nas parcelas onde foi aplicado o regulador de crescimento houve incremento de produtividade de ordem positiva com até três aplicações da subdose do glifosato comparados a testemunha, destacando as parcelas que receberam duas aplicações, com incremento de 498 e 443 kg ha<sup>-1</sup>, aumento de 16 e 15 %, para o primeiro e segundo ano agrícola respectivamente. A partir de quatro aplicações

da subdose do herbicida, houve decréscimo na produtividade em relação a não aplicação do produto, indicando que o alto número de aplicações da subdose do glifosato aliado à ação do cloreto de mepiquat pode provocar na planta um estresse hormonal capaz de reduzir a produtividade da cultura.

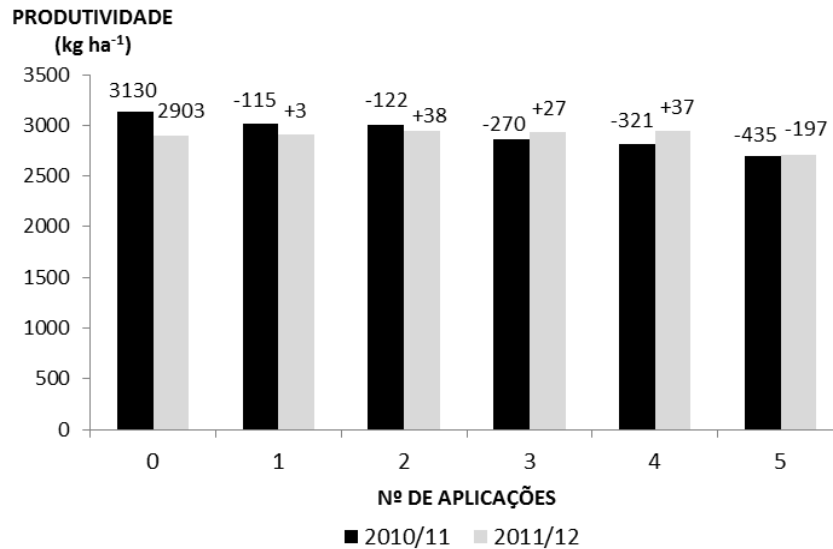
Nas plantas que não receberam a aplicação do regulador de crescimento (Figura 8), observa-se que os valores de produtividade se mostraram inconstantes para os anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. Para o primeiro ano agrícola, a produtividade diminuiu de forma linear de acordo com que se vai aumentando o número de aplicações da subdose do glifosato. O efeito hormese provocado pela ação da subdose do herbicida (Tabela 7) aliado ao não controle do crescimento em altura pelo regulador e ao alto índice pluviométrico registrado para os meses de dezembro e janeiro, acarretou em um crescimento vegetativo excessivo das plantas, tendo menor translocação dos fotoassimilados para a parte reprodutiva, conseqüentemente menores produtividades foram encontradas. Já para o segundo ano agrícola, houve decréscimo na produtividade para cinco aplicações da subdose do glifosato.

**Figura 7-** Variação de produtividade de algodão em caroço em  $\text{kg ha}^{-1}$ , em relação à testemunha para número de aplicações da subdose de glifosato em plantas que receberam aplicação de regulador de crescimento, Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.



Fonte: Dados do próprio autor

**Figura 8-** Variação de produtividade de algodão em caroço em  $\text{kg ha}^{-1}$ , em relação à testemunha para número de aplicações da subdose de glifosato em plantas que não receberam tratamentos com regulador de crescimento, Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.



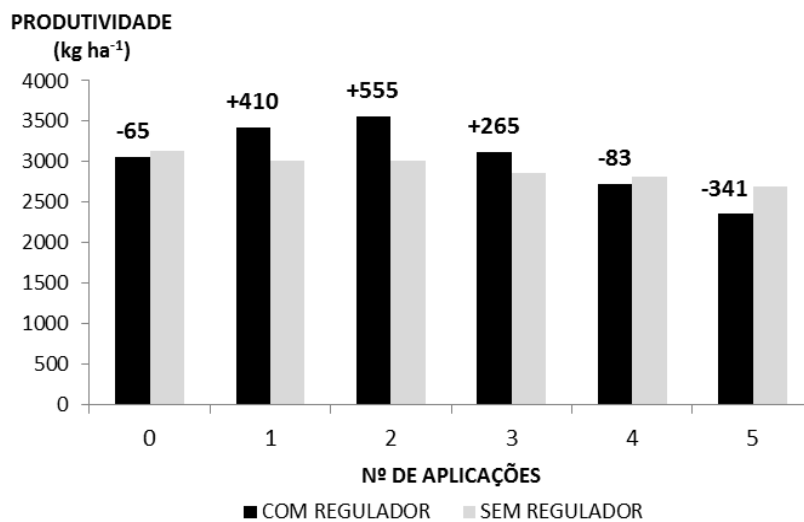
**Fonte:** Dados do próprio autor

A importância do manejo do regulador de crescimento em função do número de aplicações da subdose do glifosato, fica evidente nas Figuras 9 e 10, onde são apresentadas a diferença de produtividade das plantas que receberam a aplicação do regulador comparadas às testemunhas, para os anos agrícolas 2010/11 e 2011/12 respectivamente.

As parcelas que receberam uma, duas e três aplicações da subdose do glifosato apresentaram respostas positivas para produtividade do algodão em caroço com a utilização do regulador de crescimento. Tais parcelas ao terem seu metabolismo acelerado, provocado pela aplicação da subdose, apresentaram uma tendência para maior crescimento em altura (Figura 4), porém, como três dias após este estímulo, a altura foi controlada pela aplicação do regulador, essa energia acumulada pode ter sido deslocada para os ramos reprodutivos, proporcionando maiores produtividades. O incremento de produtividade gerado pela combinação de duas aplicações da subdose do glifosato com a utilização do regulador de crescimento chega a ser de 555 e 406  $\text{kg ha}^{-1}$  superior ao mesmo número de aplicações da subdose, porém, sem o controle de altura de plantas realizado pelo regulador. No entanto o efeito sinérgico entre os tratamentos em estudo não são válidos para os tratamentos que receberam quatro e cinco aplicações da subdose do glifosato, onde parcelas que não tiveram aplicação do regulador apresentaram produtividades maiores. Neste sentido, como se faz necessário a utilização do regulador de crescimento para otimização da colheita mecanizada,

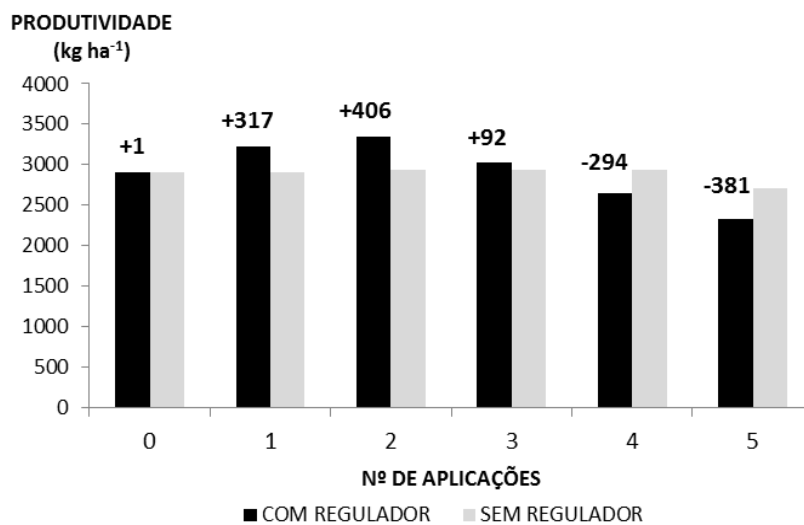
se torna interessante a sua combinação com até três aplicações da subdose do glifosato, no sentido de aumento da produtividade do algodão em caroço.

**Figura 9-** Diferença de produtividade de algodão em caroço em  $\text{kg ha}^{-1}$ , em plantas que receberam tratamento com regulador de crescimento, em relação àquelas que não receberam o produto, de acordo com o número de aplicações da subdose do glifosato, Jales - SP, ano agrícola 2010/11.



Fonte: Dados do próprio autor

**Figura 10-** Diferença de produtividade de algodão em caroço em  $\text{kg ha}^{-1}$ , em plantas que receberam tratamento com regulador de crescimento, em relação àquelas que não receberam o produto, de acordo com o número de aplicações da subdose do glifosato, Jales - SP, ano agrícola 2011/12.



Fonte: Dados do próprio autor

#### 4.7 ANÁLISE TECNOLÓGICA DE FIBRA

Estão contidos nas Tabelas 15 e 16, valores médios de índices referentes à qualidade tecnológica da fibra do algodoeiro, em relação ao número de aplicações da subdose do glifosato e com ou sem utilização do cloreto de mepiquat.

Segundo os dados apresentados, a utilização do cloreto de mepiquat como regulador de crescimento não influenciou nos índices de qualidade de fibra do algodoeiro. Na literatura vários autores observaram tal resultado, como York (1983), Laca Buendia (1989), Cia et al. (1996) e Athayde e Lamas (1999) que em diversos estudos realizados com diferentes condições de cultivo não encontraram diferenças significativas para índices de Micronaire dentre outras características tecnológicas da fibra. Porém a interação entre a utilização do número de aplicações da subdose do glifosato com ou sem a utilização do regulador proporcionou diferenças significativas para os índices de Micronaire (Mic) nos dois anos agrícolas e para alongamento à ruptura (Elg) para o agrícola 2010/11, Tabelas 17 e 18 respectivamente.

Para a utilização da subdose do glifosato, no ano agrícola 2011/12, foi encontrado maior maturidade das fibras (Mat), nas parcelas que receberam três aplicações da subdose do herbicida comparados à testemunha e cinco aplicações. O índice de fiabilidade (Csp), também apresentaram alterações nos resultados de acordo com o número de aplicações realizadas. Para o primeiro ano agrícola em estudo, quatro e cinco aplicações mostraram menores índices de fiabilidade quando comparados a uma aplicação da subdose e para o segundo ano agrícola as parcelas que tiveram três aplicações da subdose do herbicida apresentaram maiores índices comparados à testemunha e cinco aplicações. Pelos resultados obtidos, nota-se que, quando submetidas a estímulos hormonais provocados por três aplicações da subdose do glifosato, as plantas podem reverter este estímulo em aumento de maturidade de fibras, da mesma forma para aumento do índice de fiabilidade com uma aplicação da subdose do herbicida. Diante do exposto, fica evidente a eficácia da utilização de subdosagens do herbicida para alguns índices de qualidade de fibra, desde que, haja o manejo correto de número de aplicações, aliado ao manejo do regulador de crescimento.

**Tabela 15-** Índices de micronaire (Mic), maturidade de fibras (Mat), fiabilidade (Csp) e uniformidade das fibras (Unf) em relação a sistemas de aplicação de subdoses de glifosato (S) e regulador do crescimento (R) em algodoeiro, Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.

Teste F	Mic		Mat		Csp		Unf	
	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12
<b>Sistemas (S)</b>	0,2610	0,2104	0,0793	0,0002**	0,0018**	0,0019**	0,3912	0,3485
<b>Regulador (R)</b>	0,8297	0,4520	0,1227	0,7816	0,7717	0,3132	0,2689	0,3155
<b>S*R</b>	0,0274*	0,0389*	0,1062	0,9520	0,4353	0,8406	0,4447	0,8057
	Mic		Mat (%)		Csp		Unf (%)	
<b>Sem aplicação</b>	5,30	5,18	0,88	0,87 b	2124 ab	2111 bc	86,00	85,56
<b>1 aplicação</b>	5,34	5,25	0,89	0,90 ab	2161 a	2125 abc	85,73	85,88
<b>2 aplicações</b>	5,35	5,28	0,89	0,90 ab	2133 ab	2152 ab	86,07	85,93
<b>3 aplicações</b>	5,32	5,30	0,88	0,92 a	2128 ab	2159 a	85,71	85,92
<b>4 aplicações</b>	5,24	5,23	0,88	0,89 ab	2088 b	2132 abc	74,71	85,68
<b>5 aplicações</b>	5,20	5,11	0,88	0,87 b	2100 b	2103 c	85,29	85,32
<b>C.V. %</b>	2,64	3,12	0,93	2,32	1,56	1,34	14,69	0,67
<b>D.M.S.</b>	0,21	0,25	0,01	0,03	50	43	18,64	0,87
<b>Com regulador</b>	5,30	5,24	0,88	0,89	2121	2126	85,92	85,80
<b>Sem regulador</b>	5,29	5,21	0,88	0,89	2124	2134	81,92	85,63
<b>C.V. %</b>	2,64	3,12	0,93	2,32	1,56	1,34	14,69	0,67
<b>D.M.S.</b>	0,08	0,10	0,01	0,02	19	17	7,24	0,34

\*\* , \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 16-** Comprimento da fibra (Uhm), alongamento à ruptura (Elg), reflectância (Rd) e resistência (Str), em relação a sistemas de aplicação de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R) em algodoeiro, Jales - SP, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.

Teste F	Uhm		Elg		Rd		Str	
	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12
<b>Sistemas (S)</b>	0,4986	0,3835	0,2431	0,9322	0,3289	0,3411	0,1964	0,8833
<b>Regulador (R)</b>	0,9588	0,6028	0,5852	0,9683	0,4016	0,9224	0,2442	0,5430
<b>S*R</b>	0,9796	0,9998	0,0299*	0,8460	0,4536	0,7338	0,3797	0,9926
	(mm)		(% )		(% )		(gf tex <sup>-1</sup> )	
<b>Sem aplicação</b>	29,49	28,70	6,99	7,01	71,44	70,87	32,17	31,80
<b>1 aplicação</b>	29,82	29,56	7,01	7,05	71,26	71,33	32,01	32,28
<b>2 aplicações</b>	30,07	29,95	7,03	7,05	72,55	71,41	32,40	32,04
<b>3 aplicações</b>	29,42	29,20	6,98	7,03	71,99	72,04	33,12	32,31
<b>4 aplicações</b>	29,09	28,66	6,94	6,96	72,04	71,64	31,14	31,45
<b>5 aplicações</b>	29,06	28,12	6,93	6,95	71,41	71,00	27,38	31,73
<b>C.V. %</b>	4,04	6,22	1,39	3,60	1,78	1,56	14,82	5,07
<b>D.M.S.</b>	1,80	2,73	0,15	0,38	1,93	1,69	7,03	2,45
<b>Com regulador</b>	29,50	29,17	6,97	7,01	71,63	71,36	32,17	31,79
<b>Sem regulador</b>	29,48	28,90	6,99	7,01	71,94	71,40	30,57	32,08
<b>C.V. %</b>	4,04	6,22	1,39	3,60	1,78	1,56	14,82	5,07
<b>D.M.S.</b>	0,70	1,06	0,06	0,15	0,75	0,66	2,73	0,95

\*\* , \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao se analisar as parcelas que receberam o regulador de crescimento, observa-se que três aplicações da subdose do glifosato para o primeiro ano agrícola em estudo e duas e três aplicações para o segundo ano agrícola, apresentaram maiores índices de micronaire, diferenciando estatisticamente de cinco aplicações do produto.

Ainda em relação a três aplicações do glifosato, para o primeiro ano agrícola, as parcelas que receberam o regulador de crescimento apresentaram maiores índices de micronaire quando comparados a não aplicação do produto. Já em relação a cinco aplicações da subdose do herbicida, nota-se efeito contrário, onde maiores índices são encontrados nas parcelas que não receberam o regulador. Tais resultados indicam que o desvio de rota de fotoassimilados com a utilização do regulador de crescimento é favorável para índices de micronaire para estímulos gerados nas plantas com três aplicações do glifosato. Ao se fazer o uso de cinco aplicações o regulador inibe o complexo de finura mais maturidade das fibras (micronaire), resultando em menor qualidade produto.

**Tabela 17-** Índices de micronaire em função da interação entre sistemas de aplicação de subdose de glifosato (S) com ou sem aplicação de regulador do crescimento (R), Jales-SP, ano agrícola 2010/11 e 2011/12.

Fatores	Micronaire (Mic)					
	2010/11					
(S) * (R)	Sem	1	2	3	4	5
Com regulador	5,29 AB	5,33 AB	5,34 AB	5,47 Aa	5,25 AB	5,10 Bb
Sem regulador	5,30	5,34	5,37	5,16 b	5,24	5,31 a
C.V. (%)	2,64					
D.M.S. (S) dentro (R)	0,30					
D.M.S. (R) dentro (S)	0,20					
(S) * (R)	2011/12					
(S) * (R)	Sem	1	2	3	4	5
Com regulador	5,20 AB	5,29AB	5,36 A	5,41 A	5,23 AB	4,95 Bb
Sem regulador	5,15	5,20	5,19	5,20	5,23	5,27 a
C.V. (%)	3,12					
D.M.S. (S) dentro (R)	0,35					
D.M.S. (R) dentro (S)	0,23					

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas (S) dentro de (R) e minúsculas nas colunas (R) dentro de (S), não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação aos índices de alongamento da fibra para sua ruptura (Elg), verifica-se que, para o ano agrícola 2010/11, nas parcelas onde não foi aplicado o regulador de crescimento, cinco aplicações da subdose do glifosato proporcionaram menor alongamento das fibras comparado à testemunha. O alto número de aplicações pode ter exercido na cultura, efeito herbicida, diminuindo a capacidade da planta em sintetizar aminoácidos diminuindo a

elongação das fibras. Também foi encontrado menor índice de alongamento a ruptura das fibras para as plantas que tiveram aplicação do regulador de crescimento comparadas a não aplicação do produto nas parcelas que não foram submetidas aos tratamentos com subdose de glifosato.

**Tabela 18-** Alongamento a ruptura (Elg) em função da interação entre sistemas de aplicação de subdoses de glifosato (S) com ou sem aplicação do regulador de crescimento (R), Jales-SP, ano agrícola 2010/11.

Fatores (S) * (R)	Elg (%)					
	Sem	1	2	3	4	5
Com regulador	6,90 b	7,02	7,04	6,99	6,89	6,99
Sem regulador	7,09 Aa	6,09 AB	7,02 AB	6,97 AB	6,99 AB	6,86 B
C.V. (%)				1,39		
D.M.S. (S) dentro (R)				0,21		
D.M.S. (R) dentro (S)				0,14		

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas (S) dentro de (R) e minúsculas nas colunas (R) dentro de (S), não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## 5 CONCLUSÕES

1 - Duas aplicações da subdose do glifosato estimula o crescimento em altura do algodoeiro e também proporciona maior concentração de Mg foliar, maior número de capulhos por planta e maiores produtividades de algodão em caroço quando associado ao cloreto de mepiquat.

2 - A utilização do regulador de crescimento proporciona aumento do diâmetro do caule, concentração de N e Mg foliar e índice SPAD de clorofila, e diminui o comprimento do nono e décimo primeiro ramo reprodutivo;

3 - Cinco aplicações da subdose de glifosato associado a utilização do cloreto de mepiquat determinam redução de altura, produtividade e índice de micronaire no algodoeiro.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, P. H.; SIQUERI, F. V.; FARIAS, F. J. C. Ensaio com reguladores de crescimento: 1998/99. In: BELOT, J. L.; VILELA, P. A. **Mato Grosso: liderança e competitividade**. Campina Grande: EMBRAPA - CNPA, 1999. p. 150-156. (Boletim, 3).
- ALLENDER, W. J. Effect of trifluoperazine and verapamil on herbicide stimulated growth of cotton. **J. Plant Nutrition**, Athens, Georgia, v. 20, n. 20, p. 69-80, 1997.
- AMHREIN, N.; DEUS, B.; GEHRKE, P.; STEINRUCKEN, H.C. The site of the inhibition of the shikimate pathway by glyphosate. **Plant Physiology**. Rockville, v. 66, n.1, p. 830-834, 1980.
- ARTECA, R. N. **Plant growth substances: principles and applications**. New York: Champman & Hall, 1995. 332 p.
- ATHAYDE, M. L. F.; LAMAS, F.M.; FORTUNA, P.A., BUSOLI, A.C. Aplicações de Cloreto de Mepiquat no Algodoeiro CNPA-ITA 90: 2: efeitos sobre as estruturas produtivas na colheita. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 8., 1995, Londrina. **Resumos...**, Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1995. p.70.
- ATHAYDE, M. L. F.; LAMAS, M. F. Aplicação seqüencial de cloreto de mepiquat em algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 369-375, mar. 1999.
- AZEVEDO, D. M. P. de; NÓBREGA, L. B. da; VIEIRA, D. J.; BEZERRA, J. R. C.; ALVES, I.; PEREIRA, J. R. Efeito do parcelamento do cloreto de mepiquat no crescimento e na produção do algodoeiro irrigado no sertão do Estado da Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., 2001, Campo Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. v.1, p.491-493.
- AZEVEDO, D. M. P. de; BEZERRA, J. R. C.; SANTOS, J. W. dos; DIAS, J. M.; BRANDÃO, Z. N. Efeito do parcelamento do cloreto de mepiquat em algodoeiro irrigado no Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.8, n. 2-3, p.823-830, 2004.
- AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M.; NÓBREGA, L. B.; LEÃO, A. B.; CARDOSO, G. D.; VIEIRA, D. J. Reguladores de crescimento, desfolhantes e dessecantes. In: BELTRÃO, N. E.; AZEVEDO, D. M. P. (Ed). **O agronegócio do algodão no Brasil**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2008. cap. 25, v. 2, p.130-180.
- BARBOSA, L. M.; CASTRO, P. R. C. Alguns efeitos de reguladores de crescimento na morfologia do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. IAC – 17). **Hoehnea**, São Paulo v. 11, n. 2, p. 59-65, 1984.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. P. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 48 p. (Boletim Técnico, 78).
- BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de; VIEIRA, D. J.; NÓBREGA L. B. da. **Recomendações técnicas e considerações gerais sobre o uso de herbicidas, desfolhantes e**

**reguladores de crescimento na cultura do algodão.** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1997. 32 p. (Documentos, 48).

BELTRÃO, N. E. de M.; SOUZA, J. G.; GUERRA, J. S.; TAKIZAWA, E. Manejo cultural do algodoeiro herbáceo na região do cerrado. In: BELOT, J. L.; VILELA, P. A. **Mato Grosso: liderança e competitividade.** Campina Grande: EMBRAPA - CNPA, 1999. p. 82. (Boletim, 3).

BELZ, R.G.; CEDERGREEN, N.; DUKE, S.O. Herbicide hormesis: can it be useful in crop production? **Weed Research**, Oxford, v. 51, n. 2, p. 321-332, 2011.

BELZ, R. G.; LEBERLE, C. Low dose responses of different glyphosate formulations on plants. In: GERMAN CONFERENCE ON WEED BIOLOGY AND WEED CONTROL, 25., Braunschweig. **Anais...** Braunschweig: Langenscheidt, 2012, p. 13-15.

BOLONHEZI, A. C.; VALÉRIO FILHO, W. V.; JUSTI, M. M.; BOLONHEZI, D. Cloreto de mepiquat em duas variedades de algodão herbáceo, semeadas em dois espaçamentos entre fileiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2., 1999, Ribeirão Preto. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 1999. p. 67-69.

BOLONHEZI, A. C.; FREITAS, H. A. S. Desempenho de variedades de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* raça latifolium) com e sem cloreto de mepiquat. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., 2001, Campo Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. v. 1, p. 469-471.

CALABRESE, E. J.; BALDWIN, L. A.; HOLLAND, C. D. Hormesis: A highly generalizable and reproducible phenomenon with important implications for risk assessment. **Risk Analysis**, New York, v. 19, n. 2, 261-281, 1999.

CALABRESE, E. J.; BALDWIN, L. A. Defining hormesis. **Human Experimental Toxicology**, Hampshire, v. 21, n. 1, p. 91-97, 2002.

CARVALHO, L. H.; CHIAVEGATO, E. J.; CIA, E.; KONDO, J. I.; SABINO, J. C.; PETTINELII JUNIOR, A.; BORTOLETO, N.; GALLO, P. B. Fitorreguladores de crescimento e capação na cultura algodoeira. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n. 2, p. 247 – 254, 1994.

CARVALHO, L. H.; FURLANI JUNIOR, E. Sistema de produção do algodão mecanizado. In: SEMINÁRIO ESTADUAL COM A CULTURA DO ALGODOEIRO EM MATO GROSSO, 3., 1996, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: EMPAERMT, 1996, p. 105 – 113. (Documentos 21).

CARVALHO, L. B. **Interferência de *Digitaria insularis* em *Coffea arabica* e respostas destas espécies ao glyphosate.** 2011. 119f. (Tese de Doutorado)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias- FCAV, Universidade Estadual Paulista- UNESP, Jaboticabal, 2011.

CARVALHO, L.B.; ALVES, P.L.C.A.; DUKE, S.O. Hormesis with glyphosate depends on coffee growth stage. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 85, n. 2, p. 813-821, 2013.

CASELEY, J. C.; COUPLAND, D. Environmental and plant factors affecting glyphosate uptake movement and acidity. In: GROSSBARD, E.; ATKINSON, D. A. (Ed.). **The herbicide glyphosate**. London: Butterworths, 1985. p. 92-123.

CASTRO, P. R. C. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. Piracicaba: Esalq, 2006. 46 p.

CEDERGREEN, N.; RITZ, J.C.; STREIBIG, B. Improved empirical models describing hormesis. **Environ. Toxicol. Chem.**, Bruxelas, v. 2, n. 24, p. 3166-3172, 2005.

CEDERGREEN, N.; STREIBIG, J. C.; KUDSK, P.; MATHIASSEN, S. K.; DUKE, S. O. The occurrence of hormesis in plants and algae. **Dose-response**, Rockville Pike, v. 1, n. 5, p. 150-162, 2007.

CEDERGREEN, N.; OLESEN, C.F. Can glyphosate stimulate photosynthesis? **Pesticide Biochemistry and Physiology**, Massachusetts, v. 96, n. 3, p. 140-148, 2010.

CIA E; ALLEONI, L.R.F.; FERRAZ, C.A.M.; FUZATTO, M.G.; CARVALHO, L.H.; CHIAVEGATO, E.J.; SABINO, E.P. Densidade de plantio associada ao uso de regulador de crescimento na cultura do algodoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 55, n. 2, p. 309-316, 1996.

CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS- CIAGRO. **Registros diários**. Campinas: Instituto agrônomo de Campinas, 2015. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/dados/entrada.htm>>. Acesso em: 10 Abr. 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: algodão, nono levantamento, junho 2015**. Brasília: Conab, 2015. 31p.

CONCEIÇÃO, M. Z. da. Segurança na aplicação de herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Palestras...** Foz do Iguaçu: SBCPD, 2000. p. 46-91.

COOK, D.R.; KENNEDY, C.W. Early flower bud loss and mepiquat chloride effects on cotton yield distribution. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 6, p.1678-1684, 2000.

CORDÃO SOBRINHO, F. P.; ARAÚJO, J. M. de; SILVA, M. B. da. Avaliação do sistema de cultivo do algodoeiro herbáceo integrado a indústria de beneficiamento ano 2002. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: Embrapa, 2003. 1CD-ROM

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.

DALLEY, C.D.; RICHARD JUNIOR, E.P. Herbicides as ripeners for sugarcane. **Weed Science**, Lawrence, v. 58, n. 3, p. 329-333, 2010.

DAVIES, P. J. The plant hormone concept: concentration, sensitivity and transport. In: DAVIES, P. J (Ed). **Plant hormones**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995. p. 13-38.

DAYAN, F.E.; DUKE, S.O.; Grossmann, K. Herbicides as probes in plant biology. **Weed Sci**, Washington, v. 58, n. 3, p.340–350, 2010.

DUKE, S. O.; CEDERGREEN, N.; VELINI, E. D.; BELZ, R. **Hormesis: is it an important factor in herbicide use and allelopathy?**. New York: Outlooks on Pest Management, 2006. p. 29-33.

EL-SHAHAWY, F. A.; SHARARA, F. A. A. Hormesis influence of glyphosate in between increasing growth, yield and controlling weeds in faba bean. **Journal of American Science**, New York, v. 7, n. 2, p. 139-144, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: 1999b. 370 p.

FERNANDEZ, C. J.; COTHREN, J. T.; McINNES, K. J. Partitioning of biomas in well-watered and water-stressed cotton plants treated with mepiquat chloride. **Crop Sci**, Madison, v. 31, n. 5, p. 1224 – 1228, 1991.

FERRARI, S.; FURLANI JÚNIOR, E.; FERRARI, J. V.; SANTOS, M. L.; SANTOS, D. M. A. dos. Desenvolvimento e produtividade do algodoeiro em função de espaçamentos e aplicação de regulador de crescimento. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n.1, p. 365-371, 2008.

FERRAZ, C. T.; LAMAS, F. M. **Diretrizes técnicas para o cultivo do algodoeiro em Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: EMPAER, 1988. 94 p. (Circular Técnica, 4).

FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2013.

FIGUEIREDO, R. O. **Influência de reguladores vegetais na produção de biomassa, teor de óleos essenciais e de citral em *Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf, em diferentes épocas do ano**. 1998. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

FUNDAÇÃO MATO GROSSO – FMT. **Sementes**. [S.l.: s.n., 2006?]. Disponível em: <<http://www.fmt-algodao.com.br>>. Acesso em: 21 mar. 2007.

FURLANI JUNIOR, E.; NEVES, D. C.; VALÉRIO FILHO, W. V.; MARINHO, J. F.; SILVA, P. R. T.; RINCÃO, T. Efeito de subdoses de glifosato na produtividade do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 1295-1300.

GALLI, A. J. B.; MONTEZUMA, M. C. **Alguns aspectos da utilização de glyphosate na agricultura**. São Paulo: ACADCOM Gráfica e Editora, 2005. 66 p.

GOMES, P. F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. ver. e ampl. Piracicaba: Nobel, 2000. 460 p.

GITTI, D. de C.; ARF, O.; PERON, I. B. G.; PORTUGAL, J.R.; CORSINI, D. C.; RODRIGUES, R. A. F. Glyphosate como regulador de crescimento em arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 500-507, 2011.

GODOY, M. C. **Efeitos do glyphosate sobre o crescimento e absorção de fósforo pela soja**. 2007. 53 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdades de Ciências Agrárias- FCA, Universidade Estadual Paulista- UNESP, Botucatu, 2007.

GUTHRIE, D.; LANDIVAR, J.; MUNIER, D.; STICHLER, C.; WEIR, B. Pix application strategic. **Cotton Today Physiology**, USA, v. 6, n. 4, p. 4, 1995.

HELDT, H. W. **Plant biochemistry**. 3rd. ed. San Diego: Elsevier Academic, 2005. 5 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, 1991.

HOFFMANN, G. R. A perspective on the scientific, philosophical, and policy dimensions of hormesis. **Dose-Response**, Massachusetts, v. 7, n. 2, p. 1-51, 2009.

HOLDEN, J.; CONSTABLE, G; KERBY, T.; HAKE, K. **The use of Pix as a cotton management tool**. Narrabri: Australian Cotton CRC, 2004. Disponível em: <<http://www.cotton.crc.org/au/publicat/agro/pix.htm>>. Acesso em: 12 set. 2006.

JSMONE. **Mepiquat chloride**: summary of product. Jiangsu: Institute of Ecomones, 2004. Disponível em: <http://www.jsmon.com/english/mepiquat.htm>. Acesso em: 12 set. 2006.

KRUSE, N. D.; TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Herbicidas inibidores da EPSPs: revisão de Literatura. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Brasília, v. 1, n. 2, p. 139-146, 2000.

LACA-BUENDIA, J.P. Efeitos de doses de regulador de crescimento no algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 1, n.1, p. 109-113, 1989.

LAMAS F.M. **Interação entre doses de cloreto de mepiquat, thidiazurom e ethephon, aplicados na cultura do algodoeiro**. 1998. 192 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista- UNESP, Jaboticabal, 1998.

LAMAS, F. M.; ATHAYDE, M. L. F.; BANZATTO, D. A. Reações do algodoeiro CNPA-ITA 90 ao cloreto de mepiquat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 507-516, mar., 2000.

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

LAMAS, F. M. Reguladores de crescimento na cultura do algodoeiro: Comparação entre produtos e formas de fracionamento de doses. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., 2001, Campo Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. v. 1, p.514-518.

LAMAS, F.M.; STAUT, L.A.; FERNANDES, F.M.; ANDRADE, P.J.M.; ANJOS, C.R. dos. Efeito do espaçamento e densidade de plantas sobre o comportamento do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Resumos...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 1CD-ROM.

LAMAS, F. M. Fitorreguladores bem manejados equilibram crescimento da planta. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 6, p. 81-84, jul/dez. 2006.

MAGALHÃES, P. C.; SILVA, J. B.; DURÃES, F. O. M.; KARAM, D.; RIBEIRO, L. S. Efeito de doses reduzidas de glyphosate e paraquat simulando deriva na cultura do milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, n. 2, p. 247-253, 2001.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARINHO, R. L. S.; AVELAR, M.; CORÊA, J. M.; SOUZA, B. P.; SCHIAVON, N. C.; FRANÇA, A. C. Efeito do glyphosate no acúmulo de matéria seca de cultivares de café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 2011, Araxá. **Anais...** Araxá: Araxá, 2011. 4 p.

MARQUES, F. **Investimentos no setor fez com que o país se tornasse segundo maior exportador mundial de algodão**. Piracicaba: Natural Webstore, 2008. Disponível em: <[http://www.algodao.agr.br/cms/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1624&Itemid=96](http://www.algodao.agr.br/cms/index.php?option=com_content&task=view&id=1624&Itemid=96)>. Acesso em: 14 maio 2010.

MARTINS, M. B. G.; CASTRO, P. R. C. Reguladores vegetais e a anatomia da folha de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Ângela Gigante. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 693-703, 1999.

MARUR, C. J. Fotossíntese e translocação de carboidratos em algodoeiros submetidos a déficit hídrico após aplicação de cloreto de mepiquat. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 10, n.1, p. 59-64, 1998.

MATTSON, M. P.; CALABRESE, E. J. Hormesis: a revolution in biology, toxicology and medicine. **Humana Press**, New York, v.68, n. 1, p. 208, 2009.

MCCARTY JUNIOR, J.C.; HEDIN, P.A. Effects of 1,1-dimethylpiperidinium chloride on the yields, agronomic traits and allelochemicals of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), a nine year study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 42, n. 10, p.2302-2304, 1994.

MCDONALD, L.; MORGAN, T.; JACKSON, P. The effect of ripeners on the CCS of 47 sugarcane varieties in the burdekin. **Proc. Conf. Austral. Soc. Sugar Cane Technologists**, San Diego, v. 75, n. 23, p. 102-108, 2001.

MINOLTA CAMERA. **Manual for chlorophyll meter SPAD 502**. Osaka: Minolta, Radiometric Instruments divisions, 1989. 22 p.

MORAES, J. R. C. V.; PAZZETTI, G. A.; MARTELLETTO, L. O.; MOURA, E. Impacto de cloreto de mepiquat (PIX) sobre o algodoeiro cv DELATPINE-Ácala 90, cultivado sob três densidades populacionais diferentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., 1999, Ribeirão Preto. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA – CNPA, 1999. p. 80-82.

NICHOLS, S. P.; SNIPES, C. E.; JONES, M. A. Evaluation of row spacing and mepiquat chloride in cotton. **Journal of Cotton Science**, Memphis, v. 7, n. 4, p. 148-155, 2003.

NEVES, D. C. **Efeito da aplicação de subdoses de glifosato em algodoeiro**. 2009. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2009.

PEREIRA, A. I. A.; COELHO, R. R.; RAMALHO, F. S., ZANUNCIO, J. C. Efeito hormético de doses subletais de Gamma Cyhalothrin na reprodução de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae), predador do curuquerê-do-algodoeiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 2 p. 1-6, 2005.

PURÍSSIMO, C. Classificação de herbicidas quanto ao mecanismo de ação. In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DA UFV, 2., 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1999, p. 73-110.

RADEMACHER, W. Growth retardants: Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Molec. Biol.**, Germany, v. 51, n. 1, p. 501-531, 2000.

RAIJ, B. V.; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análises de solos para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 31 p. (Boletim Técnico, 81).

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, 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, 1992.

REDDY, K. R.; BOONE, M. L., REDDY, A. R.; HODGES, H. F.; TURNER, B.; Mc KINION, J. Developing and validating a model for a plant growth regulator. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, n. 6, p. 1100-5, 1995.

REDDY, A. R., REDDY, K. R., HODGES, H. F. Mepiquat chloride (PIX)-induced changes in photosynthesis and growth of cotton. **Plant Growth Regulation**, New York, v. 20, n. 3, p. 179-183, 1996.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. de. **Guia de herbicidas**. 4. ed. Londrina: IAPAR, 1998. 648 p.

RODRIGUES, J.D. Biorreguladores, aminoácidos e extratos de algas: verdades e mitos. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 1, n. 122, p.15-18, 2008.

ROSA, C.E. **Efeito da aplicação de subdoses dos herbicidas glyphosate, 2,4-d e paraquat em algodoeiro**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho- UNESP, Ilha Solteira, 2010.

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

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

RUUHOLA, T.; JULKUNEN-TIITTO, R. Trade-off between synthesys of salicylates and growth of micropropagated *Salix pentandra*. Fargo-ND: **J. Chem. Ecol.**, Oxford, v. 29, n. 7, p. 1565-1588, 2003.

SALISBURY, F. B., ROSS, C. W. **Fisiologia vegetal**. México: Iberoamérica, 1994. 759 p.

SAMPAIO, E. S. de. **Fisiologia vegetal: teoria e experimentos**. Ponta Grossa: UEPG, 1998. 190 p.

SANTOS, W. J. dos. Planejamento e manejo integrado de pragas do algodoeiro. In: ENCONTRO SOBRE A CULTURA DO ALGODOEIRO, 1., 1998, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1998. p. 27-64.

SCHABENBERGER, O.; KELLS, J. J.; PENNER, D. Statistical test for hormesis and effective dosage in herbicide dose-response. **Agron. J.** Madison, v. 91, n. 4, p. 713-721, 1999.

SILVA, R. J. M. **Observações preliminares do comportamento do cloreto de mepiquat em algodoeiro herbáceo no Estado de Goiás**. Goiânia: Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária. 1981. 4 p. (Comunicado Técnico-Científico, 5).

SILVA, N. M.; RAIJ, B. van. Fibrosas. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico Fundação- IAC, 1997. p. 107-111. (Boletim Técnico, 100).

SILVA, N. M. Nutrição mineral e adubação do algodoeiro no Brasil. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. dos. **Cultura do Algodoeiro**. Piracicaba: POTAFÓS, 1999. p. 57-92.

SILVA, M. A.; ARAGÃO, N. C.; BARBOSA, M. A.; JERONIMO, E. M.; CARLIN, S. D. Efeito hormótico de glyphosate no desenvolvimento inicial de cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 4, p. 973-978, 2009.

SILVA, J. C.; ARF, O.; GERLACH, G. A. X.; KURYIAMA, C. S.; RODRIGUES, R. A. F. Efeito hormese de glyphosate em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 295-302, 2012.

- 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**, Sergipe, v. 10, n. 9, p. 58-67, 2014.
- SOUTHAM, C.M.; ERLICH, J. Effects of extracts of western red-cedar heartwood on certain wood-decaying fungi in culture. **Phytopathology**, Salinas, v. 33, n. 6, p. 517-524, 1943.
- SOUZA, R. N.; PEREIRA, J. R. LIMA, S. V.; ALVES, J. C. M.; ALENCAR, S. B.; BEZERRA, J. R. C.; SANTOS, J. W. Modos de aplicação do cloreto de mepiquat em duas variedades de algodoeiro herbáceo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Resumos...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 1CD-ROM.
- SPRANKLE, P.; MEGGITT, W. F.; PENNER, D. Absorption, mobility and microbial of degradation of glyphosate in the soil. **Weed Science**, Champaign, v. 23, n. 3, p. 229-234, 1975.
- STUART, B. L.; ISBELL, V. R.; WENDT, C. W.; ABERNATY, J. R. Modification of cotton relations and growth with mepiquat chloride. **Agronomy Journal**, Madison, v. 76, n. 4, p. 651-655, 1984.
- VIDAL, R. A. **Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre: UFRGS, 1997. 165 p.
- VELINI, E. D.; ALVES, E.; GODOY, M. C.; MESCHEDE, D. K.; SOUZA, R. T.; DUKE, S. O. Glyphosate applied at low doses can stimulate plant growth. **Pest. Manag. Sci.**, Rockville Pike, v. 4, n. 64, p. 489-496, 2008.
- WAGNER, R.; KOGAN, A. M. Parada phytotoxic activity of root absorbed glyphosate in corn seedlings (*Zea mays* L.). **Weed boil. Manag.**, Malden, v. 3, n. 4, p. 228-232, 2003.
- WIEDMAN, S. J.; APPLEBY, A.P. Plant growth stimulation by sublethal concentrations of herbicides. **Weed Res.** Oxford, v. 12, n. 12, p. 65-74, 1972.
- YORK, A.C. Cotton cultivar response to mepiquat chloride. **Agronomy Journal**, Madison, v. 75, n. 4, p. 663-667, jul/aug. 1983.
- ZABLOTOWICZ, R. M.; REDDY, K. N. Impact of glyphosate and *Bradyrhizobium japonicum* symbiosis;with glyphosate-resistant transgenic soybean: a minireview. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 33, n. 3, p. 825-831, 2004.
- ZANON, G. D. **Manejo de cultivares de algodoeiro em densidade populacional variável com o uso de regulador de crescimento**. 2002. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.