

Alterações morfológicas na cultura do algodão em função da aplicação de paclobutrazol

R. A. Silva¹; L. S. Oliveira²; J. J. N. L. Fogaça³; M. P. R. Faria⁴; S. N. Matsumoto²

¹Professor no curso de agronomia/Laboratório de solos, Faculdade Arnaldo Horácio Ferreira, CEP: 47.805-000, Luís Eduardo Magalhães-BA, Brasil

²Departamento de Fitotecnia e Zootecnia/DFZ/Laboratório de Fisiologia Vegetal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, CEP: 45.031-900, Vitória da Conquista-BA, Brasil

³Mestrando em Agronomia/Laboratório de Melhoramento e Produção Vegetal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, CEP: 45.031-900, Vitória da Conquista-BA, Brasil

⁴Química/Laboratório de solos, Faculdade Arnaldo Horácio Ferreira, CEP: 47.805-000, Luís Eduardo Magalhães-BA, Brasil

ricardo_deandrade@yahoo.br

(Recebido em 05 de maio de 2014; aceito em 27 de agosto de 2014)

O uso de reguladores de crescimento é a prática mais eficiente no controle do dossel de plantas do algodoeiro, possibilitando a colheita mecanizada e maiores produtividades. Sendo assim, objetivou-se, com este trabalho, avaliar as alterações morfofisiológicas na cultura do algodão em função da aplicação de Paclobutrazol. O experimento foi realizado no período de fevereiro a maio de 2013, em casa de vegetação, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, campus de Vitória da Conquista - Bahia. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, compostos por quatro doses de paclobutrazol e a testemunha (0, 25, 50, 75 e 100 g i.a. ha⁻¹). A aplicação do regulador de crescimento ocorreu quando as plantas apresentavam de 20 a 25 cm de comprimento de caule, com um pulverizador costal pressurizado a CO₂ (2 kgf. cm⁻²). Foram avaliadas as seguintes variáveis: diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, índice SPAD, número de botões florais e massa seca de raiz, caule e folhas, aos 30 dias após a aplicação. Para análise de dados foi utilizado o teste de análise de variância e quando significativo foi aplicada a regressão polinomial. Verificou-se que a aplicação de paclobutrazol culminou no aumento de medidas para todas as variáveis, exceto número de botões florais. A faixa de dose considerada ótima para o incremento foi entre as doses de 50 e 55 g i.a ha⁻¹.

Palavras-chave: Regulador de crescimento, Hormônios vegetais, Crescimento vegetal.

Morphological changes in cotton depending on application of paclobutrazol.

The use of growth regulators is the most efficient practice in the control of the cotton plant canopy, allowing mechanized harvest and higher yields. Thus, the aim of, with this work was to evaluate the morphological and physiological changes in cotton depending on application of Paclobutrazol. The experiment was conducted from February to May 2013 in a greenhouse at the Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB campus of Vitoria da Conquista - Bahia. The experimental design was a randomized complete block design with four replications, comprising four doses of paclobutrazol and control (0, 25, 50, 75 and 100 g ai ha⁻¹). The application of the growth regulator occurred when the plants were 20-25 cm long stem, with a CO₂ pressurized backpack sprayer (2 kgf. cm⁻²). Stem diameter, number of leaves, leaf area, SPAD index, number of flower buds and root dry weight, stem and leaves at 30 days after application: The following variables were evaluated. For data analysis, the analysis of variance test was used and when significant polynomial regression was applied. It was found that the Paclobutrazol resulted in increasing steps for all variables except the number of flower buds. The dose range considered optimal for growth was between doses of 50 and 55 g a.i. ha⁻¹.

Keywords: Growth regulator. Plant hormones. Plant growth.

1. INTRODUÇÃO

Reguladores de crescimento são substâncias químicas sintéticas que tem efeito sobre o metabolismo vegetal [13], tendo como objetivo reduzir o crescimento vegetativo da planta, de forma que os metabólitos sejam direcionados para as estruturas reprodutivas nas quais estão os produtos de importância econômica [14]. Estes compostos químicos são muito utilizados na

cultura do algodão, por se tratar de uma planta naturalmente de crescimento indeterminado, isto é, emitindo sucessivos ramos terminais, a não ser que seja interrompido por fatores endógenos ou exógenos [2], contudo, é cultivada como planta de crescimento determinado e ciclo anual.

Dessa forma, o gerenciamento energético do algodoeiro mediante a utilização de reguladores de crescimento torna-se a estratégia fitotécnica mais moderna e viável para o controle do crescimento exagerado, e, conseqüentemente, melhora na produtividade [16]. Dentre os produtos encontrados no mercado e passíveis de utilização com finalidade de controle do desenvolvimento vegetal, destacam-se o cloreto de mepiquat, o cloreto de chlormequat e o paclobutrazol que atuam na rota da síntese de ácido giberélico, controlando de forma positiva o crescimento vegetativo do algodão, ou seja, equalizando a equação do crescimento reprodutivo e vegetativo.

O Paclobutrazol é um regulador de crescimento vegetal passivo de uso em diversas culturas e com amplo potencial de utilização. A fórmula empírica do produto é $C_{15}H_{20}ClN_3O$ e quimicamente nomeado como (2RS, 3RS) 1(4 clofenil) 4,4 dimetil-2-(1H-1,2,4 triazol-1y1) pentam-3-ol [3]. Onde seu efeito consiste na diminuição da altura, distribuição dos metabólitos pelas estruturas reprodutivas, facilitando os tratos culturais e colheita mecanizada.

Segundo Christianson *et al* [4] o algodoeiro é uma planta superior, de complexidade morfológica, fisiológica e de plasticidade fenotípica elevada, possui crescimento alométrico primoroso entre as partes aéreas e sistema radicular. O algodoeiro herbáceo possui mecanismos de defesa que o protege das condições estressantes do ambiente, sejam abióticos ou bióticos, criadas a partir de componentes da biocenose. Esta cultura cresce de forma irreversível, bem como a sua fitomassa, existindo assim, uma competição por fotoassimilados, tanto pela parte vegetativa quanto pela parte reprodutiva, com relação constante entre as razões de crescimento das diferentes partes da planta e o desenvolvimento destas [1].

É grande o número de estudos com regulador de crescimento na cultura do algodão, visto sua importância para a manutenção do dossel das plantas, homogeneidade da altura e arquitetura favorável à colheita mecanizada, além, de favorecer a maiores produtividades. Os reguladores atuam na redistribuição dos fotossintatos, quebra da dominância apical e mudança de orientação, passando de vegetativa para reprodutiva [7]. No entanto, mesmo sendo bem estabelecidos os conceitos e efeitos do uso de reguladores de crescimento em algodão, novas pesquisas devem ser realizadas, no intuito de verificar o comportamento das plantas a cada ciclo, dado o efeito edafoclimático sobre a ação dos reguladores.

Retratado os efeitos fisiológicos do paclobutrazol na cultura do algodão e as particularidades ecofisiológicas da cultura, outros fatores que influenciam na ação deste produto são as concentrações utilizadas, número de aplicações, local (solo ou foliar) e época de aplicação [20], podendo causar redução drástica no crescimento quando aplicado em altas concentrações ou estimular o crescimento quando aplicado em concentrações insuficientes para inibir a rota de síntese do ácido giberélico.

Em face do exposto, objetivou-se, com este trabalho, avaliar as alterações morfofisiológicas na cultura do algodão em função da aplicação de Paclobutrazol.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de fevereiro a maio de 2013, em casa de vegetação, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, *campus* de Vitória da Conquista - Bahia. O município está localizado na Região Sudoeste do Estado, localizada a 900 m de altitude, temperatura média de 20,7 °C e precipitação média anual de 733,9 mm.

A cultivar utilizada foi a Delta Opal, de ciclo médio e tida como padrão de cultivo no Estado da Bahia. A semeadura foi realizada no dia 10 de fevereiro de 2013 e a emergência ocorreu 12 dias após a semeadura. As plantas foram cultivadas em vasos com capacidade para vinte litros, contendo solo retirado da camada arável da área de pesquisa da UESB.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, compostos por quatro doses de paclobutrazol e a testemunha (0, 25, 50, 75 e 100 g i.a. ha⁻¹). Cada parcela foi constituída por quatro vasos, contendo duas plantas em cada, sendo realizado rodízio semanal,

alternando a posição dos vasos, para fins de casualização. Foram realizadas adubações com 4,0 g por vaso, utilizando formulado 18-14-48 de NPK, aos 10 e 30 dias após a emergência.

O regulador de crescimento foi aplicado quando as plantas apresentavam de 20 a 25 cm de comprimento de caule (26 dias após a emergência), com pulverizador costal pressurizado a CO₂ (2 kgf. cm⁻²) e acoplado a uma barra contendo duas pontas de jato plano 110.02 VS, com consumo de calda equivalente a 80 L ha⁻¹. A aplicação foi realizada na parte da manhã, com ventos de 1 km h⁻¹ e temperatura ambiente de 26 °C.

A avaliação ocorreu aos 30 dias após a aplicação (DAA), procedendo da seguinte forma: Diâmetro do caule, medido com paquímetro no terceiro internódio do ramo principal; Número de botões florais, determinado a partir da contagem das estruturas na planta; Índice SPAD, as leituras foram realizadas na mesma folha das leituras de trocas gasosas, tomando-se quatro leituras por folha. Foi utilizado um clorofilômetro portátil, modelo SPAD 502, Minolta, Japão; Número de folhas, contando as folhas de todas as plantas de cada parcela e calculando a média por planta; Área foliar total da planta, determinada após a coleta de todas as folhas das plantas avaliadas, a área foi determinada por um integrador de área, modelo LI-3100, LI-COR, USA; Massa seca de folhas, caule e raízes: o material vegetal foi seco em estufa de circulação de ar forçado à temperatura de 60°C, por 48 horas, decorrido este período as plantas foram pesadas novamente para obter a biomassa das diferentes partes.

Os dados foram submetidos a uma análise de variância, e as médias comparadas pelo teste F e análise de variância da regressão, através do software Sigma Plot, versão 12.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O paclobutrazol por não ser um produto bem difundido entre os produtores de algodão, o seu estudo e o comportamento morfológico das plantas submetidas ao tratamento com o mesmo, uma vez que dada sua baixa especificidade com a cultura, o ajuste de dose é o fator crucial para que os resultados sejam os esperados, ou seja, regular o crescimento das plantas. Contrário aos resultados descritos por [23], onde a aplicação de regulador de crescimento reduziu o diâmetro do caule quando comparado a tratamento controle, verificou-se que a aplicação de paclobutrazol causou aumento no diâmetro do caule das plantas de algodão em todas as doses estudadas, quando comparadas à testemunha, sendo a dose de 51,81 g i.a. ha⁻¹ o ponto de máxima com diâmetro de 10,30 mm, a maior dose estudada, 100,0 g i.a. ha⁻¹ com diâmetro de 9,61 mm, também foi superior à testemunha, 51,81 g i.a. ha⁻¹ com diâmetro de 9,18 mm (Figura 1). A tendência polinomial quadrática gerada evidência que as doses estudadas foram insuficientes para diminuição das medidas de diâmetro do caule.

Os reguladores que reduzem o crescimento de plantas são normalmente, inibidores da síntese de giberelinas e agem modificando o metabolismo destas, no entanto em níveis de concentrações adequados [18]. Em estudo similar realizado por Kappes *et al.* [9], os autores verificaram que o diâmetro do caule foi afetado pela aplicação de reguladores de crescimento e doses de aplicação, nas quais não se constatou diferença entre os reguladores de crescimento, no tratamento testemunha e nas doses de 150 g i.a. ha⁻¹ e 225 g i.a. ha⁻¹, quando associados ao espaçamento da cultura. Este resultado não corrobora com o verificado, no entanto, não é um resultado oposto, dando margem para o comportamento observado para dosagens inferiores a 100 g i.a. ha⁻¹, ou seja, estímulo ao alongamento do caule.

Em conformidade com os resultados verificados, Linzmeyer [11] observaram resposta polinomial quadrática do diâmetro de caule ao aumento da dose do regulador de crescimento aplicada na cultura da soja, os mesmos atribuíram esse resultado ao fato de que o paclobutrazol inibe a síntese de giberelina, ou seja, as giberelinas sintetizadas se tornam menos eficientes, reduzindo o alongamento celular, sem causar deformação morfológica do caule.

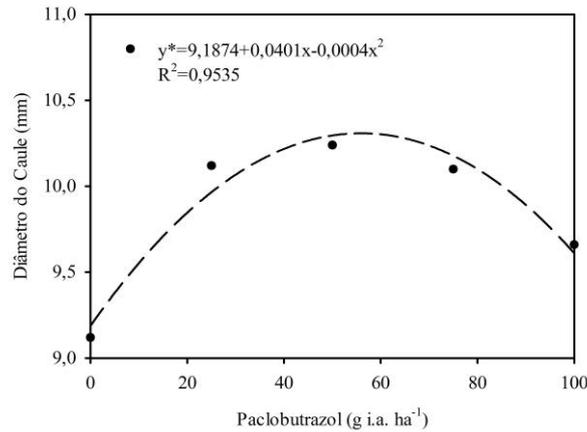


Figura 1: Diâmetro do Caule (mm) de plantas de algodão 30 DAA de Paclobutrazol.

Para o número de folhas em plantas de algodão, foi delineada uma tendência polinomial quadrática, com ponto máximo na dose de 31,89 g i.a. ha⁻¹ (28,31 folhas por planta), ponto de mínima registrado na maior dose 100 g i.a. ha⁻¹ (23,99 folhas por plantas) e o ponto onde o incremento na dosagem do regulador passa a ser inferior a testemunha, foi verificado para a dose 75,78 g i.a. ha⁻¹ (30,79 folhas por plantas), ou seja, a aplicação de doses de paclobutrazol superiores a 75 g i.a. ha⁻¹ (30,94 folhas por plantas) começam a interferir negativamente no aumento da área foliar em plantas de algodão (Figura 2).

Okuda, Kihara e Iwagaki [15] observaram redução no número de folhas após a aplicação do regulador de crescimento em plantas de citros, isso provavelmente ocorreu devido à redução no comprimento dos brotos, porém em concentrações muito superiores às estudadas. Apesar da não similaridade entre resultados, a comparação dos mesmos se faz válida em função do modo diferenciado de resposta observada quando se aplica o paclobutrazol em culturas diferentes.

Em estudo com aplicação de paclobutrazol em concentrações de 0,06 a 0,24 mL L⁻¹ Ribeiro *et al.* [17] não observaram redução no número de folhas, no entanto, os mesmos verificaram menor crescimento das plantas, evidenciando que a maior interferência do regulador de crescimento é no alongamento celular e não na diminuição de emissão de estruturas vegetativas na cultura do girassol.

Para a variável área foliar, foi delineada uma tendência polinomial quadrática, com ponto máximo na dose de 46,92 g i.a. ha⁻¹ (1984,5 cm²), ponto de mínima registrado na maior dose 100 g i.a. ha⁻¹ (1727,94 cm²) e o ponto onde o incremento na dosagem do regulador passa a ser inferior a testemunha foi verificado para a dose 90,23 g i.a. ha⁻¹, ou seja, a aplicação de doses de paclobutrazol superiores a 90 g i.a. ha⁻¹ começam a interferir negativamente no aumento da área foliar em plantas de algodão (Figura 2).

Os valores verificados para a área foliar estão de acordo com os observados para os números de folhas, logo, pode-se inferir que a aplicação do paclobutrazol não influencia no tamanho da folha ou no aumento da área foliar propriamente dita, mas sim no aumento do número de folhas, o que culmina em maior área foliar. Os resultados observados não corroboram com os obtidos por Fletcher *et al.* [6] os mesmos observaram queda linear na área foliar e do sistema radicular em plantas de laranja. Resultados semelhantes foram descritos por Moraes *et al.* [12] para a cultura do eucalipto, onde o mesmo cita que a aplicação de paclobutrazol em clones híbridos de *Eucalyptus* sp. proporciona a redução da área foliar superficial, atuando, tanto no comprimento como na largura das folhas.

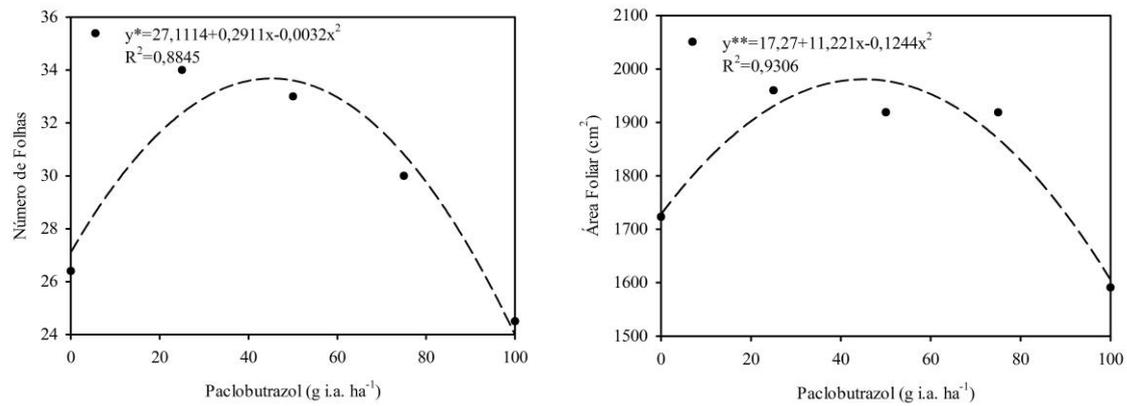


Figura 2: Número de folhas em plantas de algodão e área foliar (cm²) por planta aos 30 DAA de paclobutrazol.

O teor de clorofila nas folhas das plantas é um dos parâmetros morfológicos não destrutivos mais utilizados para fazer inferências sobre o estado nutricional da planta, principalmente com relação ao teor de nitrogênio contido nas folhas. Para essa variável, analisada pelo índice SPAD, verificou-se aumento linear crescente nos valores à medida que a dose do paclobutrazol foi aumentada (Figura 3). Esse resultado corrobora com os observados por Moraes *et al.* [12] e Tambarussi *et al.* [21], os mesmos justificam essa elevação nos valores do índice SPAD em função da diminuição na área foliar, aumentando as concentrações de clorofila nas folhas.

Contudo Delgado *et al.* [5] constataram que o aumento nos teores de clorofila não se reflete na produção total de fotoassimilados pelas plantas. Também observaram o aumento dos teores de clorofila, da espessura das folhas e do crescimento do sistema radicular, o que justifica os efeitos morfológicos e fisiológicos causados pelo paclobutrazol às plantas, redução do consumo de água, atrasando a senescência foliar e condicionando as plantas a passar por estresses ambientais [6].

Dentre as muitas alterações descritas na literatura para o efeito do paclobutrazol na cultura do algodão, o aumento da massa dos frutos paira entre as mais importantes, juntamente com a possibilidade de colheita mecânica. Sendo assim, a avaliação da emissão de botões florais pode elucidar os questionamentos sobre como o regulador de crescimento aumenta a massa dos frutos. Para o número de botões florais emitidos 30 DAA do regulador de crescimento, verificou-se tendência linear de decréscimo de emissão de botões florais à medida que a dose do paclobutrazol foi aumentada (Figura 3).

Tal comportamento remota a função básica dos reguladores de crescimento, que é a redistribuição de fotoassimilados, ou seja, mesmo em estágio reprodutivo a manutenção do estágio nutricional e do crescimento mais homogêneo se torna mais importante para a planta nesse terminado momento, contrário de plantas mal reguladas que muitas vezes ao se depararem com estresses abióticos abortam toda a carga reprodutiva.

O efeito do incremento do paclobutrazol em número de estruturas reprodutivas é descrito para várias culturas, Kappes *et al.* [9] aplicando doses de 150 a 300 g ha⁻¹ de paclobutrazol observaram maior número de vagens de soja por planta, ocasionando aumento linear no número de vagens por planta. Contudo, não corroborando aos resultados citados, Greenberg *et al.* [8] observaram resultados opostos aos do ensaio, onde os mesmos verificaram redução significativa no tamanho dos frutos de laranja, resultando em menor produtividade, assim, para o tamanho e número de frutos o caráter de especificidade com a cultura é um fator importante para a aplicação do regulador de crescimento.

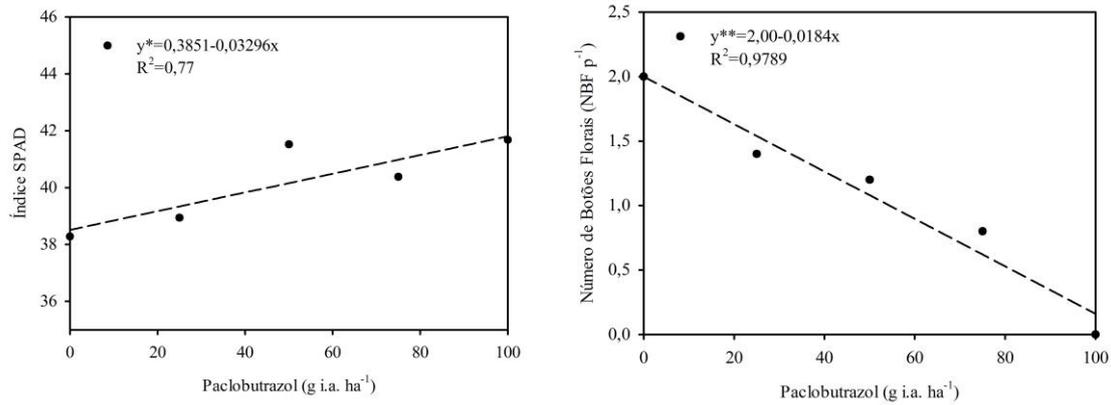


Figura 3: Índice SPAD e Número de botões florais por plantas (NBF pl⁻¹) aos 30 DAA de Paclobutrazol.

A MSR foi amplamente influenciada pela aplicação de paclobutrazol, com curva polinomial de segunda ordem, com ponto máximo na dose de 79,29 g i.a. ha⁻¹ (17,60 g) e ponto de mínima registrado na dose 0,0 g i.a. ha⁻¹ (15,22 g), com menor variação entre médias máxima e mínima que MSC e MSF (Figura 4). Essa variação é amplamente descrita na literatura, partindo do pressuposto que os reguladores de crescimento induzem as rotas hormonais responsáveis pela adaptação das plantas [19].

Yelenoski *et al.* [22] verificaram que a aplicação de paclobutrazol em laranja causou redução na massa seca, produção de entrenós mais curtos, raízes curtas e finas e diminuição nos teores de nutrientes minerais nas folhas de diversos porta-enxertos. Estes resultados não similares aos observados são reflexos dos mecanismos de adaptação expressos por cada espécie em resposta a estímulos exógenos, como a aplicação de fitorreguladores. Lindón *et al.* [10] verificaram resultados que corroboraram com os encontrados, e mencionaram a dependência do resultado em função da espécie estudada, para *Citrus macrophylla* os mesmos observaram aumento na massa seca das raízes, enquanto que para *Citrus aurantium* não observaram mesmo comportamento.

O incremento em MSC possibilita maior sustentação à planta e associada à maior MSR pode tornar as plantas mais tolerantes a estresses abióticos, esse comportamento é retratado na figura 4, onde é traçado um modelo polinomial de segunda ordem, com ponto máximo na dose de 50,00 g i.a. ha⁻¹ (26,31 g) e ponto de mínima registrado na dose 0,0 g i.a. ha⁻¹ (18,22 g), a partir do ponto de máxima há diminuição no incremento da MSC, no entanto, as dose utilizadas não apresentaram tendência inferior à observada na testemunha.

A variação positiva verificada para a MSF, expressa em modelo polinomial de segunda ordem, com ponto máximo registrado na dose de 56,25 g i.a. ha⁻¹ (17,97 g) e ponto de mínima na dose 0,0 g i.a. ha⁻¹ (11,33 g), a partir do ponto de máxima há diminuição no incremento da massa seca foliar, no entanto, não inferior à testemunha (Figura 4). Tal comportamento retrata ao aspecto de que, a aplicação de regulador de crescimento pode conferir às plantas maior tolerância ao estresse hídrico, através do aumento do sistema radicular, melhor redistribuição dos fotossintatos, compactação da parte vegetativa da planta, aumento da taxa fotossintética [19], consequentemente maior MSF.

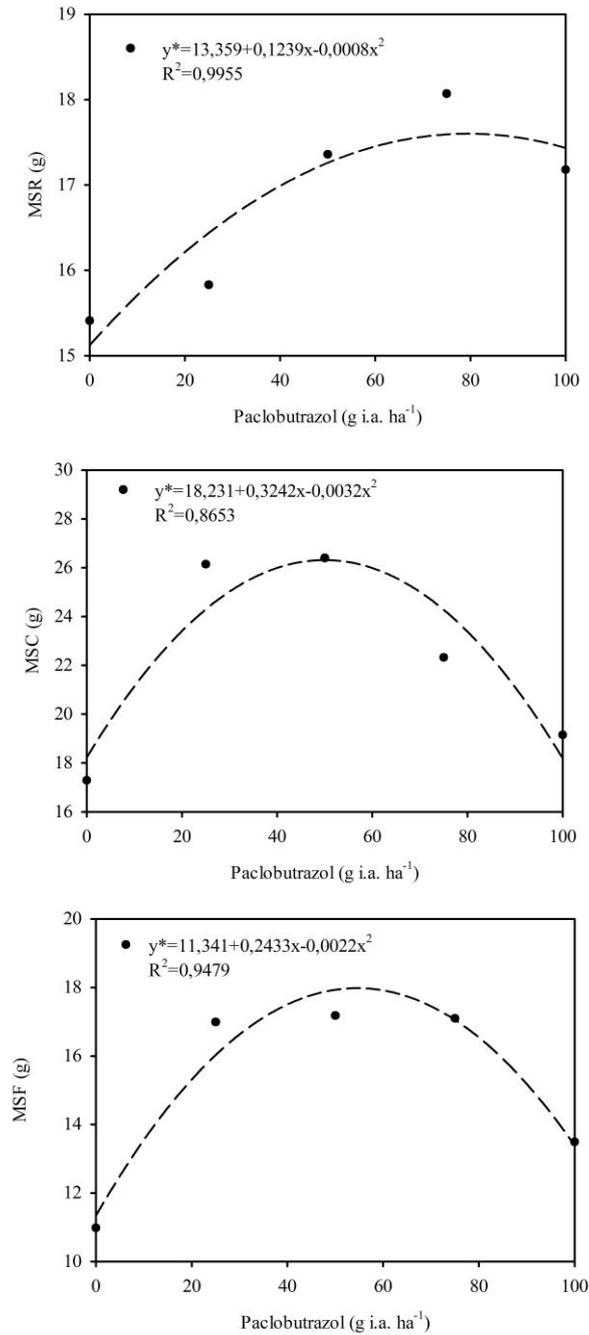


Figura 4: Massa Seca de Raiz (MSR), Massa Seca de Caule (MSC) e Massa Seca Foliar (MSF) aos 30 DAA de Paclobutrazol.

4. CONCLUSÃO

O maior incremento para diâmetro do caule, área foliar, número de folhas, massa seca do caule e massa seca de folha ocorre na aplicação de doses entre 50 e 55 g i.a. ha⁻¹ de paclobutrazol.

O maior incremento na massa seca de raiz ocorre na de 79 g i.a. ha⁻¹.

O índice SPAD varia positivamente à medida que as doses de paclobutrazol é aumentada e para número de botões florais varia negativamente à medida que as doses de paclobutrazol é aumentada.

1. Calixto FH, Lira WS, Cândido GA, Vasconcelos ACNF de. A tecnologia do algodão colorido como alternativa para o Desenvolvimento sustentável no setor agrícola. EMBRAPA - [atualizada em 20 jan; citado em 06 mai 2014]. Disponível em: http://www.cnpma.embrapa.br/boaspraticas/download/Tecnologia_Algodao_Colorido_Alternativa_Desenvolvimento.pdf.
2. Carvalho LH. Efeito de regulador de crescimento em variedades de algodoeiro com diferentes portes e ciclos produtivos. Reunião Nacional do Algodão, 4, 1986, Belém. Resumos. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1986, p. 55.
3. Chatzivagiannis MAF. Aplicação de diferentes concentrações de Paclobutrazol no florescimento e produção de mangueiras das variedades Bourbon, Palmer e Rosa. Vitória da Conquista – BA: UESB (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia); 2008. 76 p.
4. Chistianson JA, Llewellyn DJ, Dennis ES, Wilson LA. Global Gene Expression Responses to Waterlogging in Roots and Leaves of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Plant Cell Physiology*. 2010;51(1):21–37.
5. Delgado RR, Rodriguez R, Casamayor R. Empleo de paclobutrazol em plantas de Lima persa sobre naranjo trifoliado ‘Rubdoux’ a altas densidades. *Agrícola Vergel*, p.121-125, 1995.
6. Fletcher RA, Gilley A, Sankla N, Davis TD. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. *Horticultural Reviews*. 2000;24:55-138.
7. Freire EC. Algodão no cerrado do Brasil. Brasília, ABRAPA, 2007. p. 689-703.
8. Greenberg J, Goldschmidt EE, Goren R. Potential and limitations of the use of paclobutrazol in citrus orchards in Israel. *Acta Horticulturae*. 1993;329:58-61.
9. Kappes C, Arf O, Arf, MV, Gitti DC, Alcalde AM. Uso de reguladores de crescimento no desenvolvimento e produção de Crotalaria. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 2011;41(4):508-518.
10. Lidón AG, Bernal IM, Martínez AC, Fernández FJB, Castillo IP. Influencia del paclobutrazol em patrones de cítricos *Invest. Agr. Prod. Prot. Veg*. 2001;16:59-69.
11. Linzmeyer Júnior R, Guimarães VF, Santos D, Bencke MH. Influência de retardant vegetal e densidades de plantas sobre o crescimento, acamamento e produtividade da soja. *Acta Scientiarum Agronomy*. 2008;30(3):373-379.
12. Moraes CB, Moru ES, Rodrigues JD. Indução de florescimento em espécies florestais por meio de reguladores vegetais. Relatório Final de Iniciação Científica da Fapesp, Processo n° 03/04144-5, 2004.
13. Nagashima GT, Miglionanza E, Marur CJ, Yamaoka RS, Barros ASR, Marchiotto F. Qualidade fisiológica de sementes de algodão embebidas em solução de cloreto de mepiquat. *Ciência e Agrotecnologia*. Lavras. 2010;34(3):681-687.
14. Nóbrega LB, Vieira DJ, Beltrão NEM, Azevedo DMP. Hormônios e reguladores do crescimento e do desenvolvimento. In: Beltrão NEM (Org.). *O agronegócio do algodão no Brasil*. Campina Grande: 1999. p. 587-602.
15. Okuda H, Kihara T, Iwagaki I. Effects of paclobutrazol application to soil at the beginning of maturation on sprouting, shoot growth, flowering and carbohydrate contents in roots and leaves of Satsuma mandarine. *Journal of Horticultural Science*. 1996;71:785-789.
16. Pazzetti GA, Carvalho CL, Cardoso L, Menezes CCE. Altura de plantas e produtividade do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* var. *latifolium* HUTCH) sobre aplicação de diferentes doses e moléculas reguladoras de crescimento. *Anais: V Congresso Brasileiro do Algodão*, Salvador, BA – 2005.
17. Ribeiro MCC, Gurgel Júnior CA, Mendes VHC, Benedito CP, Oliveira GL, Nunes TA, Figueiredo ML. Utilização do Retardante de crescimento Paclobutrazol em Girassol (*Helianthus annuus*). *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre. 2007;5(2):1104-1106.
18. Rodrigues O, Didonet AD, Teixeira MCC, Roman ES. Redutores de crescimento. Passo Fundo: Embrapa Trigo (Circular técnica, 14), 2003. 18p. html. (Embrapa Trigo. Circular Técnica Online; 14) - [Citado em 06 mai 2014]. Disponível: http://www.cnpq.embrapa.br/biblio/ci/p_ci14.htm
19. Salisbury FB, Ross CW. *Fisiologia das Plantas*. Tradução da 4ª edição americana; 2013. 792 p.
20. Siqueira DL, Salomão LCC. Efeitos do paclobutrazol no crescimento e florescimento dos citros. *Laranja*. 2002;23(2):355-369.
21. Tambarussi EV, Moraes CB, Mori ES. Alterações nos tecidos juvenis de Jatobá e Canafístula. In: 3º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 2005, Gramado-RS. *Anais do 3º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas*. 2005.
22. Yelenoski G, Vu JCV, Wutscher HK. Influence of paclobutrazol in the soil on growth, nutrient elements in the leaves, and flood/freeze tolerance of citrus rootstock seedlings. *Journal Plant Growth Regulator*. 1995;14:129-134.

23. Zanon CD. Manejo de cultivares de algodoeiro em densidades populacional variável com uso de regulador de crescimento. Dissertação (Mestrado em Agronomia), ESALQ – USP, Piracicaba – SP; 2002. 75 p.