

Alterações morfológicas na cultura do algodão provocada por subdoses de 2,4-D na fase inicial de desenvolvimento da cultura

Dikson Pacheco de Oliveira¹; Saad Miranda Silva dos Santos²; Janderson de Jesus Lacerda³; Helrijesus Alves Lima⁴; Ricardo de Andrade Silva⁴

Resumo: O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de subdoses do herbicida 2,4-D, na fase de estabelecimento da cultura do algodão. O experimento foi realizado no Campo Experimental da Faculdade Arnaldo Horácio Ferreira, município de Luís Eduardo Magalhães, Bahia. A instalação ocorreu em agosto de 2014, com a semeadura das plantas em vasos com capacidade de armazenagem de 15 litros, organizados em delineamento de blocos inteiramente casualizados, com cinco repetições. A cultivar utilizada foi a TMG 41 RX WS, foram mantidas 3 plantas por vaso. Os tratamentos constituíram-se de uma testemunha, sem aplicação, e quatro subdoses de 2,4-D (0,45 0,90 1,35 e 1,80 g i.a. ha⁻¹), aplicadas quando as plantas apresentavam uma folha verdadeira. Foram avaliadas características relacionadas ao crescimento e acúmulo de massa como altura de plantas, número de folhas, diâmetro do caule, massa fresca de raízes, caules e folhas, e ainda a escala de fitotoxicidade das subdoses aplicadas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão polinomial. Verificou-se influência das subdoses para todos os fatores analisados, reduzindo as variáveis relacionadas ao crescimento vegetal e aumentando a fitotoxicidade à medida que foi aumentada as subdoses de 2,4-D.

Palavras-chave: Subdoses; *Gossypium hirsutum* L.; Hormese.

Morphological changes in cotton caused by doses of 2,4-D in the early stages of crop development

Abstract: The objective was to evaluate the effect of doses of herbicide 2,4-D, in the establishment phase of cotton growing. The experiment was conducted at the Experimental Field College Arnaldo Horacio Ferreira, municipality of Luis Eduardo Magalhães, Bahia. The installation took place in August 2014, with the planting of the plants in pots with 15 liters storage capacity, arranged in randomized complete block design with five repetitions. The grow used was GMT RX 41 WS, they were maintained three plants per pot. The treatment consisted of a witness without application and four doses of 2,4-D (0.45 0.90, 1.35 and 1.80 g ae ha⁻¹), applied when plants had a sheet true. Characteristics related to growth and mass accumulation were assessed as plant height, leaf number, stem diameter, fresh weight of roots, stems and leaves, and also the scale of phytotoxicity of the applied doses. Data were submitted to polynomial regression analysis. There was influence of doses for all the factors analyzed, reducing the variables related to plant growth and growing phytotoxicity to mediated which was increased to 2,4-D amounts.

¹ Graduando do Curso de Agronomia na Faculdade Arnaldo Horácio Ferreira – FAAHF, Luís Eduardo Magalhães, BA. Pr. dikson_pacheco@hotmail.com.

² Programa de pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/ UESB – Departamento de Fitotecnia e Zootecnia/ DFZ – Cx. P. 95-45031-900, Vitória da Conquista, BA. Pr. saadmiranda@yahoo.com.br.

³ Programa de pós-graduação em Agronomia - Fitotecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/ UESB – Departamento de Fitotecnia e Zootecnia/ DFZ – Cx. P. 95-45031-900, Vitória da Conquista, BA. Pr. Janderson.lacerda@gmail.com.

⁴ Professor do Curso de Agronomia da Faculdade Arnaldo Horácio Ferreira - FAAHF, Rua Pará, nº 2280 – 7 Mimoso I, Luís Eduardo Magalhães –BA. Pr. helrijesus@hotmail.com / ricardo_deandrade@yahoo.com.br.

Keywords: Subdoses. *Gossypium hirsutum* L. Hormesis.

Introdução

A cultura do algodão apresenta grande importância econômica, social e ambiental. Assim a realização de pesquisas que esgotem as lacunas referentes ao manejo fitossanitário é de fundamental importância para a melhoria do sistema produtivo, uma vez que o manejo equivocado ou ineficiente pode ocasionar prejuízos consideráveis. Dentre as diversas atividades que compõe o manejo do algodão, o controle químico de plantas daninhas é uma das mais importantes.

O uso de herbicidas é prática consolidada na agricultura tecnificada, visa aumentar o rendimento das culturas e reduzir a competição intraespecífica entre plantas daninhas e a cultura (EDGE *et al.*, 2013), além de possibilitar a expansão do sistema de plantio direto de culturas como a soja e o algodão no Cerrado brasileiro. Herbicidas de uso comum como 2,4-D e glyphosine (antecessor do glyphosate), inicialmente foram trabalhados em baixas concentrações, como reguladores de crescimento, apresentando-se eficientes na estimulação da síntese de auxina (HALTER, 2009). A utilização de baixas dosagens de herbicida é definida como hormese, fenômeno caracterizado por estimular o crescimento vegetal a partir de baixas doses de produtos que em doses elevadas são tóxicos às plantas (CALABRESE; BALDWIN, 2003).

No cultivo do algodão é comum a ocorrência de efeitos fitotóxicos provocados pela deriva da dessecação de áreas vizinhas com o herbicida 2,4-D, uma vez o algodoeiro é uma planta sensível ao herbicida. Assim, é importante estudar um espectro de subdoses de 2,4-D, simulando a deriva, para verificar se esse produto em baixas concentrações é capaz de promover o crescimento do algodão. Entretanto, segundo Mancuso *et al.* (2011) o efeito residual deste herbicida está intimamente ligado às características do solo, do ambiente, do sistema de cultivo e processos envolvidos após a aplicação dos herbicidas como a retenção, transformação e transporte.

Neste intuito, Constantin *et al.* (2007) estudaram a tolerância do algodoeiro a diferentes dosagens de 2,4-D de até 24,0% daquelas recomendadas para o controle de plantas daninhas, e verificaram que independente a dosagem, o herbicida causou injúrias, redução da área foliar e de produtividade. Em estudo com subdoses de até 3,4 g i.a. ha⁻¹, Furlani Júnior *et al.* (2011) verificaram que o número de capulhos por planta aumentou com o aumento das subdoses em estudo e a produtividade de algodão em caroço obteve incremento na subdose de

2,72 g i.a. ha⁻¹. Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de subdoses do herbicida 2,4-D, na fase de estabelecimento da cultura do algodão.

Material e Métodos

O presente estudo foi realizado no campo experimental da Faculdade Arnaldo Horácio Ferreira (FAAHF) em Luís Eduardo Magalhães- BA, localizado a 2 km do centro da cidade na Latitude - 12°07'30"12 Sul e Longitude - 45°80'07"92 Oeste com uma altitude de 771 m.

O clima da região é classificado segundo Köppen (1936) como Aw (clima tropical com estação seca de inverno). O índice pluviométrico médio anual varia entre 1800 a 2000 mm, com temperaturas médias anuais de 26° C e umidade média relativa do ar entre 50 a 60%.

O solo da região, segundo o EMBRAPA (2013) é classificado como LATOSSOLO AMARELO Distrófico. Para mensurar os níveis de fertilidade do solo foi realizada análise química do solo nas camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade, os resultados para as análises estão descritos na tabela 1.

Tabela 1 - Características químicas do solo utilizado no experimento

pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ³⁺	Al ³⁺	H+Al	T	V	m	M.O.	P-rem
H ₂ O	--mg dm ⁻³ --		-----cmol _c dm ⁻³ -----					-----%-----		dag kg ⁻¹	mg L ⁻¹
6,5	84	109	4,20	1,40	0,00	0,80	6,68	88	-	2,0	-

Fonte: Análises realizadas no Laboratório de Análises Químicas de solo Agrolab.

A cultivar utilizada foi a TMG 41 WS RX, planta de porte médio apresentando entre 1,10 a 1,20m de altura, ciclo médio (aproximadamente 170 dias), resistente a Ramulária e a lagartas. A semeadura foi realizada no dia 18/08/2014 em vasos com capacidade para quinze litros, contendo solo retirado da camada correspondente aos horizontes O e A, coletado da área experimental da FAAHF. A emergência das plantas ocorreu sete dias após a semeadura.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco repetições, compostos por quatro subdoses de 2,4-D e a testemunha (0, 0,45, 0,90, 1,35 e 1,80 g i.a. ha⁻¹), cada parcela foi constituída por um vaso contendo 3 plantas. A aplicação ocorreu no dia 01 de setembro de 2014, quando as plantas apresentavam-se com uma folha. A aplicação foi realizada pela manhã, com ventos de 3 km h⁻¹ e temperatura ambiente de 26°C, utilizando um pulverizador costal pressurizado a CO₂ (2 kgf cm⁻²), acoplado a uma barra contendo dois bicos de jato plano 110.02 VS, com consumo de calda equivalente a 150 L ha⁻¹.

Aos 03, 12 e 21 dias após a aplicação (DAA) do herbicida, as plantas foram avaliadas, coletando dados referentes às seguintes variáveis:

- a) Altura de plantas (cm) – será obtida pela medição no sentido vertical da base da haste principal da planta até o ápice terminal da planta, utilizando-se uma régua graduada;
- b) Diâmetro do caule - medido com paquímetro no terceiro internódio do ramo principal;
- c) Número de folhas - observadas através da contagem das folhas em cada planta;
- d) Massa fresca de raízes, caules e folhas - determinada pela pesagem de cada estrutura individual após a secção das partes para obtenção da massa fresca;
- e) Escala de fitotoxicidade - adotando-se uma escala proposta pela EWRC (European Weed Research Council), que varia de um a nove, em que: 1 - ausência de sintomas de toxicidade; 2 - sintomas de toxicidade muito leves; 3 - sintomas de toxicidade leves; 4 – sintomas de toxicidade considerados moderados; 5 - sintomas classificados como duvidosos, em que o avaliador não tem certeza se eles causarão toxicidade ao gramado; 6 - sintomas que aparentam causar toxicidade leve; 7 – com toxidade forte; 8 - com toxicidade muito forte; e 9 - morte das plantas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e médias comparada pelo teste de Tukey através do software SigmaPlot 12.0.

Resultados e Discussão

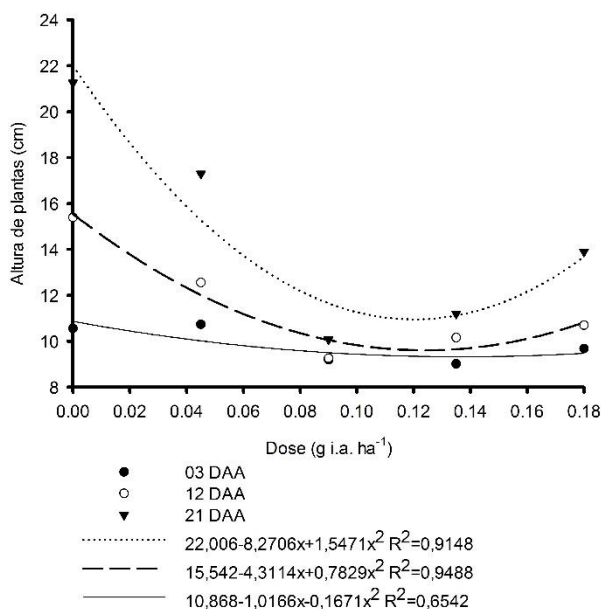
As subdoses do herbicida 2,4-D influenciaram diretamente na altura de plantas na cultura do algodão. Verificou-se aos 03 DAA que a amplitude de variação entre os tratamentos para altura foi considerada pequena, com coeficiente de variação de 2,48%, esse fato dar-se pela não manifestação dos efeitos fitotóxicos do herbicida nas plantas, uma vez que o mesmo ainda estava em processo de metabolização (Figura 1).

Para as avaliações de altura aos 12 e 21 DAA é verificada a mesma tendência de comportamento dos modelos traçados, porém, com amplitude de variação maior na avaliação aos 21 DAA. Aos 12 DAA, observou-se uma tendência de decréscimo da altura de plantas entre as doses de 0,0 e 0,1273 g i.a. ha⁻¹, a partir desse ponto há uma tendência a retomada do crescimento por parte das plantas, até a dose de 0,180 g i.a. ha⁻¹. Aos 21 DAA, o decréscimo na curva ocorre no intervalo de doses entre 0,0 e 0,1202 g i.a. ha⁻¹, seguindo a mesma

tendência da avaliação anterior a partir desse ponto há um acréscimo nos valores observados para a altura de plantas (Figura 1).

A amplitude de variação observada entre a avaliação dos 12 e 21 DAA tende a diminuir nas doses intermediárias estudadas, isso expressa a existência de uma faixa em que ocorra redução do crescimento pelo efeito do 2,4-D em subdoses, no entanto, a tendência de aumento na altura de planta a partir dos pontos mínimos é uma questão expressa pelos efeitos dose-resposta, onde o conteúdo biológico influencia diretamente na curva de resposta de estudos dessa natureza, esse efeito é amplamente caracterizado por hormese.

Figura 1 - Altura de plantas de algodão (cm) aos 03, 12 e 21 DAA de subdoses de 2 4-dinitrofenilhidrazina em condições de casa de vegetação. Luís Eduardo Magalhães –BA, 2014.

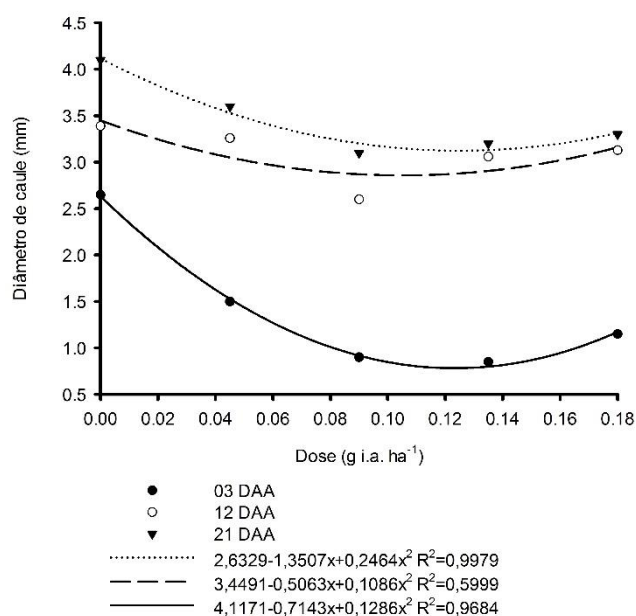


Silva *et al.* (2012) descreve tais comportamentos e explica que as tendências observadas para as datas de avaliação são semelhantes, com amplitudes que se alteram em função do dano causado pela aplicação do herbicida utilizado e que os resultados, concordantes e discordantes aos observados, provam que os princípios do efeito dose-resposta são conhecidos, mas a base de sustentação da teoria é frágil, uma vez que há variação muito grande de resultados em função de resultados e da espécie estudada.

A influência das subdoses de 2,4-D sob o diâmetro do caule foi mais efetivo na avaliação dos 03 DAA que nas avaliações dos 12 e 21 DAA, essa diferença é expressa pela observação da amplitude de variação que ocorre entre os pontos máximos e mínimos de cada data de avaliação (Figura 2). Para a avaliação aos 03 DAA é observado o ponto de mínima na

dose de 0,1301 g i.a. ha⁻¹ com diâmetro de 0,7901 mm e ponto de máxima na dose 0,0 g i.a. ha⁻¹ com diâmetro de 2,6329 mm. Na avaliação dos 12 DAA é observado o ponto de mínima na dose de 0,105 g i.a. ha⁻¹ com diâmetro de 2,8599 mm e ponto de máxima na dose 0,0 g i.a. ha⁻¹ com diâmetro de 3,4491 mm. Para a avaliação dos 21 DAA é observado o ponto de mínima na dose de 0,1245 g i.a. ha⁻¹ com diâmetro de 3,1251 mm e ponto de máxima na dose 0,0 g i.a. ha⁻¹ com diâmetro de 4,1171 mm (Figura 2).

Figura 2 - Diâmetro do caule de plantas de algodão (mm) aos 03, 12 e 21 DAA de subdoses de 2 4-dinitrofenilhidrazina em condições de casa de vegetação. Luís Eduardo Magalhães –BA, 2014.



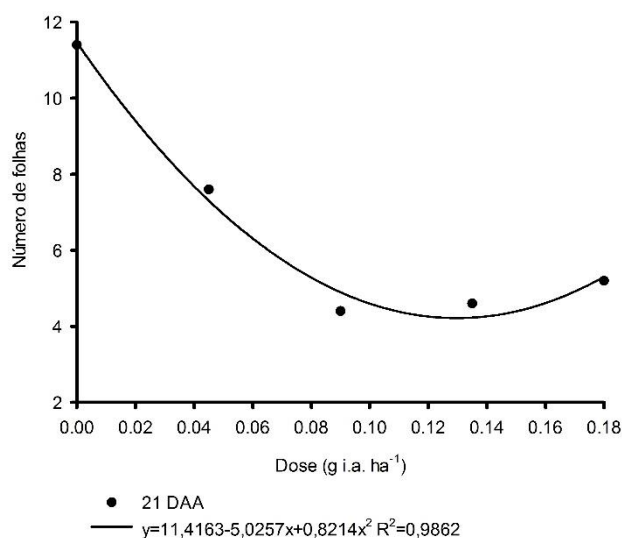
Kappes *et al.* (2012) utilizam o diâmetro do caule como parâmetro para avaliar a suscetibilidade da cultura da soja a subdoses de glyphosate, esses não observaram efeito sobre a cultura, no entanto a soja apresenta uma tolerância maior ao glyphosate que o algodão. Em trabalhos com plantas daninhas, Meschede *et al.* (2008) observaram efeito positivo para aplicação de doses de 0,0 a 25 g i.a. ha⁻¹, corroborando com os resultados obtidos, nos quais doses diluídas em mais de dez vezes são capazes de impedir aumento no diâmetro do caule de plantas de *Commelina benghalensis*.

O 2,4-D por ser um herbicida mimetizador da síntese de auxina age diretamente nas zonas de crescimento, onde há maior concentração destes hormônios. Isso é verificado na figura 3, na avaliação do número de folhas onde há um modelo polinomial quadrático, onde o

ponto máximo ocorreu na dose 0,0 g i.a. ha⁻¹ com 11,4629 folhas por planta e o ponto de mínima ocorre na dose 0,1294 g i.a. ha⁻¹ com 4,2168 folhas por planta.

Essa tendência é amplamente difundida em trabalhos científicos. Saad (1978) já havia descrito que o 2,4-D é seletivo a plantas de folhas estreitas, tendo maior fitotoxicidade quando aplicado em plantas de folha larga e que tal seletividade ocorre por mecanismos fisiológicos. Onde nas dicotiledôneas essa auxina sintética não é metabolizada tão rapidamente quanto à auxina endógena, enquanto monocotiledôneas podem rapidamente inativar auxinas sintéticas por conjugação (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Figura 3 - Número de folhas em plantas de algodão (cm) aos 21 DAA de subdoses de 2 4-dinitrofenilhidrazina em condições de casa de vegetação. Luís Eduardo Magalhães –BA, 2014.



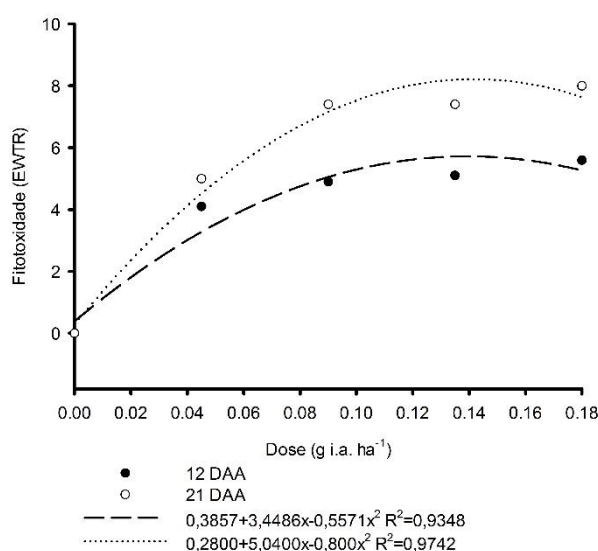
Outra observação é a caracterização da fitointoxicação, onde as plantas sob efeito do 2,4-D emitem novas folhas encarquilhadas, que são incapazes de se desenvolver naturalmente, e se tornarem fonte, sendo que em maior parte do ciclo são consideradas dreno, outra característica também interessante de intoxicação de 2,4-D é o branqueamento das nervuras do limbo foliar (SILVA, SANTOS e KARAM, 2008).

A fitotoxicidade foi avaliada aos 12 e 21 DAA, sendo traçados modelos polinomiais quadráticos com tendência crescente à medida que a dose do herbicida 2,4-D foi crescendo. Aos 12 DAA foi observado que o ponto máximo ocorreu na dose 0,1364 g i.a. ha⁻¹ com 5,7199 na escala EWTR e o ponto de mínima ocorre na dose 0,0 g i.a. ha⁻¹ com 0,3857 na escala EWTR. Aos 21 DAA foi observado que o ponto máximo ocorreu na dose 0,1420 g i.a.

ha⁻¹ com 8,2180 na escala EWTR e o ponto de mínima ocorre na dose 0,0 g i.a. ha⁻¹ com 0,2800 na escala EWTR (Figura 4).

Os valores observados para a fitotoxicidade do herbicida são inversamente proporcionais à altura de planta, número de folhas e diâmetro de caule, isso evidencia a tendência deletéria das subdoses de 2,4-D sobre o algodão, onde à medida que se aumenta a intoxicação pelo produto na planta, diminui-se o crescimento vegetal.

Figura 4 - Fitotoxicidade do herbicida em plantas de algodão (cm) aos 12 e 21 DAA de 2 4-dinitrofenilhidrazina em condições de casa de vegetação. Luís Eduardo Magalhães –BA, 2014.

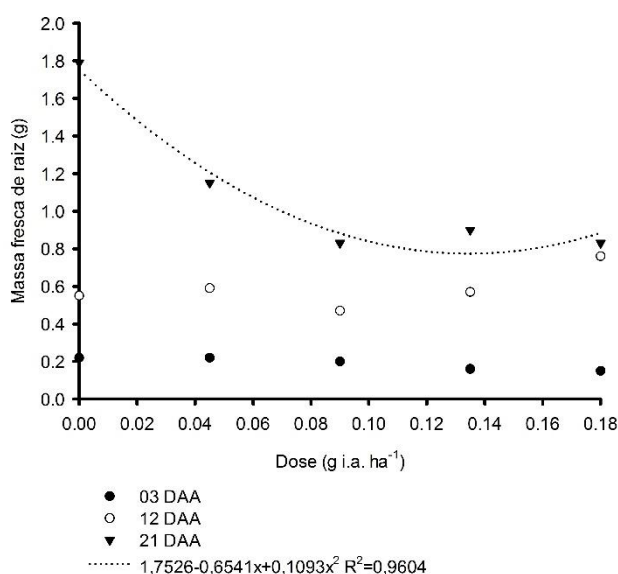


Silva, Santos e Karan (2008) ao estudarem os efeitos de fitotoxicidade de nicosulfuron e 2,4-D em plântulas de milho e algodão, observaram fitointoxicação semelhante, acarretando lesões às plântulas, com necrose, amarelecimento e raquitismo. Plântulas de milho e algodão são intolerantes à doses dos herbicidas nicosulfuron e 2,4-D em solução. Os autores descreveram que as variedades de algodão EPMG Redenção C-L e milho BRS 1035, oferecem alta susceptibilidade aos herbicidas estudados, suportando nesta fase intoxicação letais, ainda que em subdoses.

Para a massa fresca de raiz (MFR) foi verificado que não houve efeito das subdoses de 2,4-D nas avaliações realizadas aos 03 e 12 DAA, evidenciando que o sistema radicular é uma estrutura em que a manifestação dos sintomas de fitointoxicação é retardada quando comparada com folhas e caules (Figura 5). Na avaliação dos 21 DAA é observado que o ponto de mínima para a MFR ocorreu na dose de 0,1287 g i.a. ha⁻¹ com 0,7757 g e ponto de máxima na dose 0,0 g i.a. ha⁻¹ com 1,7526 g (Figura 5).

Silva *et al.* (2012 e 2014) verificaram que as subdoses de glyphosate apresentaram efeito deletério, atuando como herbicida. O autor também relata que mesmo sendo amplamente citada que aplicação de subdoses no aumento na massa em diversas espécies, o efeito dose-resposta é muito depende da característica fenotípica individual de cada organismo.

Figura 5 - Massa fresca de raiz (MFR) de plantas de algodão (cm) aos 03, 12 e 21 DAA de 2 4-dinitrofenilhidrazina em condições de casa de vegetação. Luís Eduardo Magalhães –BA, 2014.



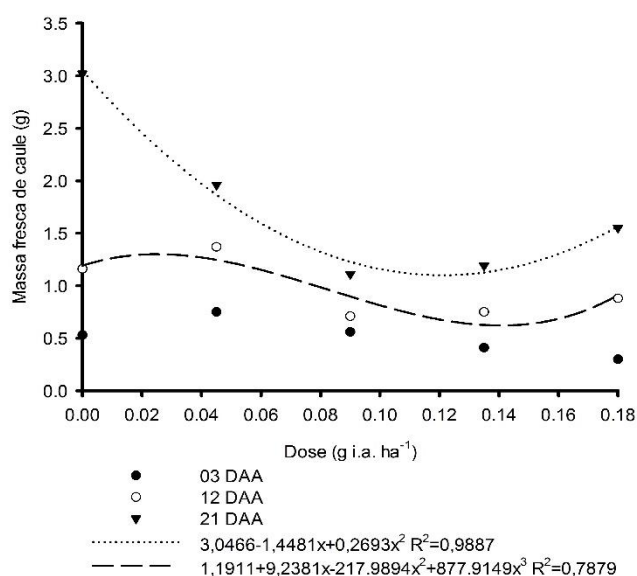
Silva *et al.* (2010) estudando efeito residual de 2,4-D em soja, verificou maior fitointoxicação e redução da biomassa seca quando as plantas foram cultivadas em solo de textura média. Nas condições em que o estudo foi realizado, os mesmos concluíram que a dessecação com 2,4-D muito próxima da semeadura da soja, pode acarretar efeitos fitotóxicos à cultura em decorrência do residual deste herbicida. Ou seja, a dessecação com 2,4-D pode ser tóxica a plantas como o algodão, uma vez que o residual de um produto se assemelha a uma subdose do mesmo.

Para a massa fresca de caule (MFC) verificou-se que não houve influência das subdoses de 2,4-D na avaliação realizada aos 03 DAA (Figura 6). Aos 12 DAA foi delineado um modelo polinomial cúbico em que ocorre uma variação entre as médias, sendo observado que o ponto de mínima para a MFC ocorreu na dose de 0,1406 g i.a. ha⁻¹ com 0,6208 g e ponto de máxima na dose 0,021 g i.a. ha⁻¹ com 1,297 g. Aos 21 DAA foi delineado um modelo polinomial quadrático em que ocorre uma variação entre as médias, sendo observado

o ponto de mínima para a MFC ocorreu na dose de 0,1209 g i.a. ha⁻¹ com 1,0996 g e ponto de máxima na dose 0,0 g i.a. ha⁻¹ com 3,0466 g.

Os resultados obtidos não corroboram Carbonari *et al.* (2007) e Silva *et al.* (2012) que, ao estudarem diversas espécies, observaram aumento de massa a partir do uso do glyphosate em subdoses, sendo o benefício apresentado condicionado à dose e à espécie vegetal. O 2,4-D causa drástico estrangulamento do câmbio, e isso se deve principalmente à inibição da elongação do ramo principal, a qual resulta na diminuição da formação e elongação de nós (GUEVARA,1998).

Figura 6 - Massa fresca de caule (MFC) de plantas de algodão (cm) aos 03, 12 e 21 DAA de 2 4-dinitrofenilhidrazina em condições de casa de vegetação. Luís Eduardo Magalhães –BA, 2014.

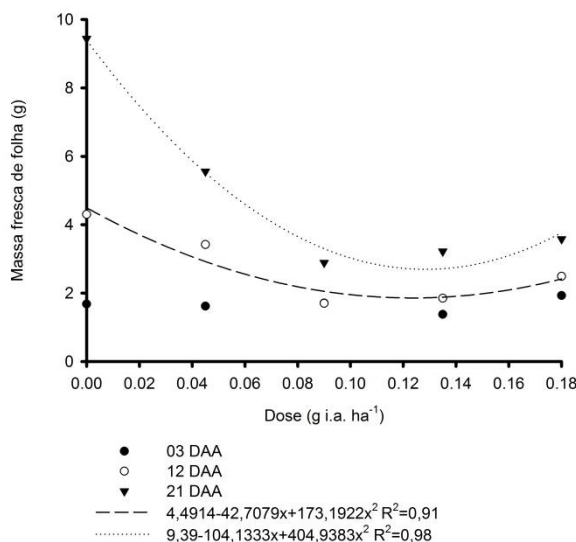


Para a massa fresca de folha (MFF) verificou-se que não houve influência das subdoses de 2,4-D na avaliação realizada aos 03 DAA (Figura 7). Aos 12 DAA foi delineado um modelo polinomial quadrático em que ocorre uma variação entre as médias, sendo observado que o ponto de mínima para a MFF ocorreu na dose de 0,123 g i.a. ha⁻¹ com 1,858 g e ponto de máxima na dose 0,0 g i.a. ha⁻¹ com 4,4914 g. Aos 21 DAA foi delineado um modelo polinomial quadrático em que ocorre uma variação entre as médias, sendo observado o ponto de mínima para a MFF ocorreu na dose de 0,1285 g i.a. ha⁻¹ com diâmetro de 2,69 g e ponto de máxima 9,5080 g na dose 0,0 g i.a. ha⁻¹

Para os resultados observados Silva *et al.* (2015) remete a diversos estudos que analisam o efeito fitotóxico do glyphosate e outros herbicidas em subdoses o efeito da baixa especificidade à cultura, sendo então deletérias, fato contrário ao algodão e o 2,4-D.

Melhorança Filho e outros (2010) observaram que a fitotoxicidade de baixas doses de herbicidas aplicadas em desiguais partes da planta, constatando que os órgãos mais injuriados são caules e folhas, com sintomas mais evidentes na primeira quinzena após a aplicação.

Figura 7 - Massa fresca de folha (MFF) de plantas de algodão (cm) aos 03, 12 e 21 DAA de 2,4-dinitrofenilhidrazina em condições de casa de vegetação. Luís Eduardo Magalhães –BA, 2014.



Conclusões

A aplicação de subdoses de 2,4-D influenciou negativamente, a cultura do algodão para os parâmetros, altura de plantas, diâmetro de caule, número de folhas e massas frescas de caule, raiz e parte aérea;

A fitotoxicidade de aplicação de 2,4-D aumenta à medida que se aumenta a dose do herbicida até a dose de 0,14 g i.a. ha⁻¹, desse ponto em diante, é visto que há uma tendência à morte das plantas.

Referências

- CALABRESE, E. J.; BALDWIN, L. A. Hormesis: the dose-response revolution. **Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.** 43, 175–197, 2003.
- CARBONARI, C. A.; MESCHADE, D. K.; VELINI, E. D. Efeitos da aplicação de glyphosate no crescimento inicial de mudas de eucalipto submetidas a dois níveis de adubação fosfatada. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE, 1., 2007, Botucatu-SP. **Anais...** Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, v.1. 342p. p. 68-70, 2007.
- CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S; FAGLIARI, J. R.; PAGLIARI, P. H.; ARANTES, J. G. Z. A. D. CAVALIERI, S. D.; FRAMESQUI, V. P; GONÇALVES, D. A.

Efeito de subdoses de 2,4-D na produtividade do algodão e suscetibilidade da cultura em função de seu estágio de desenvolvimento. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal. v. 27, n. spe, p. 24-29 Jan. 2007.

EDGE, C. B.; GAHL, M. K.; THOMPSON, D. G.; HOULAHAN, J. E. Laboratory and field exposure of two species of juvenile amphibians to a glyphosate-based herbicide and *Batrachochytrium dendrobatidis*. **Science of the Total Environment**. Vol. 444, p. 145-152, 2013.

FURLANI JÚNIOR, E.; ROSA, C. E.; FERRARI, S.; FERRARI, J. V.; SANTOS, D. M. A.; LUQUES, A. P. P. G.; VIEIRA, H. S. S. Efeito de subdoses de 2,4-d sobre componentes da produção do algodoeiro. In **Anais...** CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 8.; COTTON EXPO, 1., 2011, São Paulo. Evolução da cadeia para construção de um setor forte: Anais. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2011. p.599-604. (CD-ROM)

GUEVARA, G. Efecto del 2,4-D sobre el algodón. Saenz Peña: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária. 1998. 12 p. (**Boletim Técnico**, 12).

HALTER, S. História do herbicida agrícola phyphosate. In: VELLINI, E. D. e outros. **Glyphosate**. Botucatu: Fepaf, 2009, p. 11-16.

KAPPES, C.; ARF, M. V.; GITTI, D. C.; FERREIRA, J. P. Resposta da crotalaria à épocas e subdoses de aplicação de glifosato. **Biosc. J.** Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 373-383, maio/junho, 2012.

MANCUSO, M. A. C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Efeito residual de herbicidas no solo (“Carryover”). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.2, p.151-164, mai./ago. 2011.

MELHORANÇA FILHO, A. L.; MARTINS, D.; PEREIRA, M. R. R.; ESPINOSA, W. R. Efeito de glyphosate sobre características produtivas em cultivares de soja transgênica e convencional. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 26, n. 3, p. 322-333, May/June 2010.

MESCHEDE, D. K.; VELINI, E. D.; CARBONARI, C. A. Baixas doses de glyphosate e seus efeitos no crescimento de *Commelina benghalensis*. **Revista Brasileira de Herbicidas**. V. 7, n. 2, p. 53-58, jul/dez, 2008.

SAAD, O. **A vez dos herbicidas**. 2.ed. São Paulo: Nobel, 1978. 267p.

SILVA, F.M.L., CAVALIERI, S.D., SÃO JOSÉ, A.R., ULLOA, S., VELINI, E.D. **Efeito residual de 2,4-D sobre a emergência de soja em solos com texturas distintas**. XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas 19 a 23 de julho de 2010 - Centro de Convenções - Ribeirão Preto – SP, 2010.

SILVA, J. A. A., SANTOS, S. A., KARAM, D. Efeito de fitointoxicação dos herbicidas nicosulfuron e 2,4-D em plântulas de milho e algodão. **Anais...** Congresso Brasileiro de Resíduos Orgânicos. 2008.

SILVA, R. A.; MATSUMOTO, S. N.; BARBOSA, G. M.; COSTA, R. Q.; OLIVEIRA, M. N. Aplicação de subdoses de glyphosate na fase de estabelecimento da cultura da soja e do

milho. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 140-149 2012.

SILVA, R. A.; MATSUMOTO, S. N.; OLIVEIRA, L. S.; BRITO, C. L. L.; COSTA, A. A. Interferência de subdoses de glyphosate nas trocas gasosas em picão-preto e trapoeraba. **Gl. Sci Technol**, Rio Verde, v.08, n.01, p.31 – 39, jan/abr. 2015.

SILVA, R. A.; MATSUMOTO, S. N.; SANTOS, J. L.; OLIVEIRA, L. S.; OLIVEIRA, M. N. Development of beggar-ticks (*Bidens pilosa*) in response to the application of low doses of Glyphosate. **Applied Research & Agrotecnology**, v. 7, n. 1. p. 63-69, jan/apr 2014

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.