

## CRESCIMENTO DE PLANTAS INDIVIDUAIS DE CANA-DE-AÇÚCAR SOB DIFERENTES DOSES DE AUXINA SINTÉTICA 2,4 D

### GROWTH OF INDIVIDUAL SUGARCANE PLANTS UNDER DIFFERENT DOSES OF SYNTHETIC AUXIN 2,4 D

**ALLAN DE MARCOS LAPAZ**

Biólogo pela Fundação Dracenense de Educação e Cultura  
allanlapaz60@gmail.com

**LUCAS APARECIDO MANZANI LISBOA**

Assistente de Suporte Acadêmico II da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas  
- UNESP - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de  
Dracena, Dracena (SP).  
lisboa@dracena.unesp.br

**CAMILA HATSU PEREIRA YOSHIDA**

Graduada em Licenciatura Química pela Universidade do Oeste Paulista  
camila.anjel@gmail.com

**RONALDO DA SILVA VIANA**

Docente da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - UNESP - Universidade  
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Dracena, Dracena (SP).  
ronaldodsv@hotmail.com

**PAULO ALEXANDRE MONTEIRO DE FIGUEIREDO**

Docente da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - UNESP - Universidade  
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Dracena, Dracena (SP).  
paulofigueiredo@dracena.unesp.br

**Resumo:** O presente trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento de plantas individuais de cana-de-açúcar sob diferentes doses de auxina sintética. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos de diferentes doses de auxina sintética 2,4 D: tratamento 1 – zero ml L<sup>-1</sup> (controle); tratamento 2 – 0,125 ml L<sup>-1</sup>; tratamento 3 – 0,25 ml L<sup>-1</sup> e tratamento 4 – 0,5 ml L<sup>-1</sup>, com cinco repetições. Foi utilizado um minirrebolo de cana-de-açúcar variedade RB 86-7515 contendo uma gema viável por parcela. Após 30 dias do plantio, foram determinadas as seguintes variáveis: peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA); peso de matéria seca da raiz (PMSR); área foliar total (AFT); diâmetro de perfilho (DP) e número de folhas (NF). O crescimento de plantas individuais de cana-de-açúcar foi influenciado positivamente entre as doses 0,125 e 0,25 ml L<sup>-1</sup> de auxina sintética nas seguintes variáveis: PMSPA; PMSR; DC e NF. Doses acima de 0,25 ml L<sup>-1</sup> de auxina sintética 2,4 D desencadeiam ação de herbicida na cultura da cana-de-açúcar. A AFT foi influenciada negativamente com o uso da auxina sintética 2,4 D. Recomenda-se o uso de auxina sintética 2,4 D em doses entre 1,25 a 0,25 ml L<sup>-1</sup> como promotor de crescimento.

**Palavras-chave:** Regulador vegetal, Crescimento, *Saccharum* spp.

**Abstract:** The objective of this work was to evaluate the growth of individual sugarcane plants under different doses of synthetic auxin. The experimental design was completely randomized (DIC) with four treatments of different doses of 2,4 D synthetic auxin: treatment 1 - zero ml L<sup>-1</sup> (control); Treatment 2 - 0.125 ml L<sup>-1</sup>; Treatment 3 - 0.25 ml L<sup>-1</sup> and treatment 4 - 0.5 ml L<sup>-1</sup>, with five replicates. A mini-tree of sugarcane variety RB 86-7515 containing a viable yolk per plot was used. After 30 days of planting, the following variables were determined: shoot dry matter weight (SDMW); dry matter weight of the root (DMWR); Total leaf area (TLA);

diameter of culm (DC) and number of leaves (NL). Growth of individual sugarcane plants was positively influenced between doses 0.125 and 0.25 ml L<sup>-1</sup> of synthetic auxin in the following variables: SDM<sub>W</sub>; DM<sub>W</sub>; TLA and DC. Doses above 0.25 ml L<sup>-1</sup> of synthetic auxin 2,4 D trigger herbicide action in the sugarcane crop. TLA was negatively influenced by the use of 2,4 D synthetic auxin. The use of 2,4 D synthetic auxin at doses between 1.25 and 0.25 ml L<sup>-1</sup> as a growth promoter is recommended.

**Keywords:** Plant regulator; Growth, *Saccharum* spp.

## Introdução

A cana-de-açúcar é uma cultura de clima tropical e com potencial para a produção de etanol e açúcar e encontra-se entre as mais plantadas no mundo (MUDRY et al., 2013). O Brasil é o maior produtor mundial, abarcando uma área cultivada de aproximadamente 9,5 milhões de hectares, com uma produção média anual em torno de 678,3 milhões de toneladas (AGRIANUAL, 2015).

Os reguladores vegetais são compostos sintéticos, que tem por finalidade ao ser aplicado nas plantas, proporcionar respostas relacionadas aos efeitos de promoção, retardamento ou inibindo o crescimento vegetativo, sem que haja diminuição de sua produtividade (RADEMACHER, 2000).

A auxina sintética 2,4 D pode ser utilizada como regulador de crescimento vegetal ou como herbicida no controle de pós-emergência de plantas daninhas de folhas largas (MORTENSEN et al., 2012). Nas últimas décadas tem sido utilizado no controle de planta daninhas nas culturas de cana-de-açúcar, cereais, pomares, pastagens e reflorestamento (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

O 2,4 D é formulado através de sais de amina e éster. As formulações de aminas são prontamente absorvidas pelas raízes, enquanto as formulações de ésteres são absorvidas pela folhagem e pelo caule, já a volatilidade esta relacionada com a quantidade de carbonos, quanto menor for o número de carbonos contidos na fração do álcool da molécula, maior será sua volatilidade (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011; GONÇALVES et al., 2015).

Diante do exposto esse trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento de plantas individuais de cana-de-açúcar sob diferentes doses de auxina sintética 2,4 D.

## Material e Métodos

Em março de 2014 foi realizado um experimento em casa de vegetação coberta com plástico filme difusor de luz com 1000 micra de espessura, da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,

localizada no município de Dracena, estado de São Paulo, com coordenadas geográficas 21° 29' 10,24" S e 51° 31' 41,29" W, com altitude média de 411 m acima do nível do mar.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos, sendo diferentes doses de auxina sintética 2,4 D (Ácido diclorofenoxiacético), ou seja, zero ml L<sup>-1</sup> (controle); 0,125 ml L<sup>-1</sup>; 0,25 ml L<sup>-1</sup> e 0,5 ml L<sup>-1</sup>, com cinco repetições, totalizando 20 parcelas. Foi utilizado um minirrebolo de cana-de-açúcar variedade RB 86-7515 contendo uma gema viável por parcela.

Os minirrebolos foram plantados a cinco centímetros de profundidade, em vasos com capacidade de nove litros de solo peneirado e adubados segundo Raij et al. (1996). O solo foi classificado como Argissolo Vermelho amarelo (EMBRAPA, 2013) e apresentava as seguintes características químicas conforme apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Análise química do solo na profundidade de 0 – 20 antes da implantação do experimento

	Profundidade
	0 – 20 cm
pH CaCl <sub>2</sub>	4,5
MO g dm <sup>-3</sup>	4,5
P mg dm <sup>-3</sup> (resina)	6,0
K mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> (resina)	4,6
Ca mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> (resina)	10
Mg mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> (resina)	4,0
S (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ) mg dm <sup>-3</sup>	7,0
H + Al mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	18,0
Al mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,0
Soma de bases mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	15,6
CTC mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	33,6
Saturação por bases (V%)	46,4
Saturação Al (m%)	6,0

MO: matéria orgânica; CTC: capacidade de troca de cátions.

**Fonte:** Elaborada pelos Autores

No momento do plantio, foi aplicado diretamente sobre os minirrebolos 30 ml do inseticida Fipronil + Azadiractina na concentração de 0,05%. Após a aplicação do inseticida, novamente foram aplicados 30 ml de calda sobre os minirrebolos com suas respectivas doses de auxina sintética 2,4 D. Os vasos foram diariamente irrigados até atingir a capacidade de campo do solo.

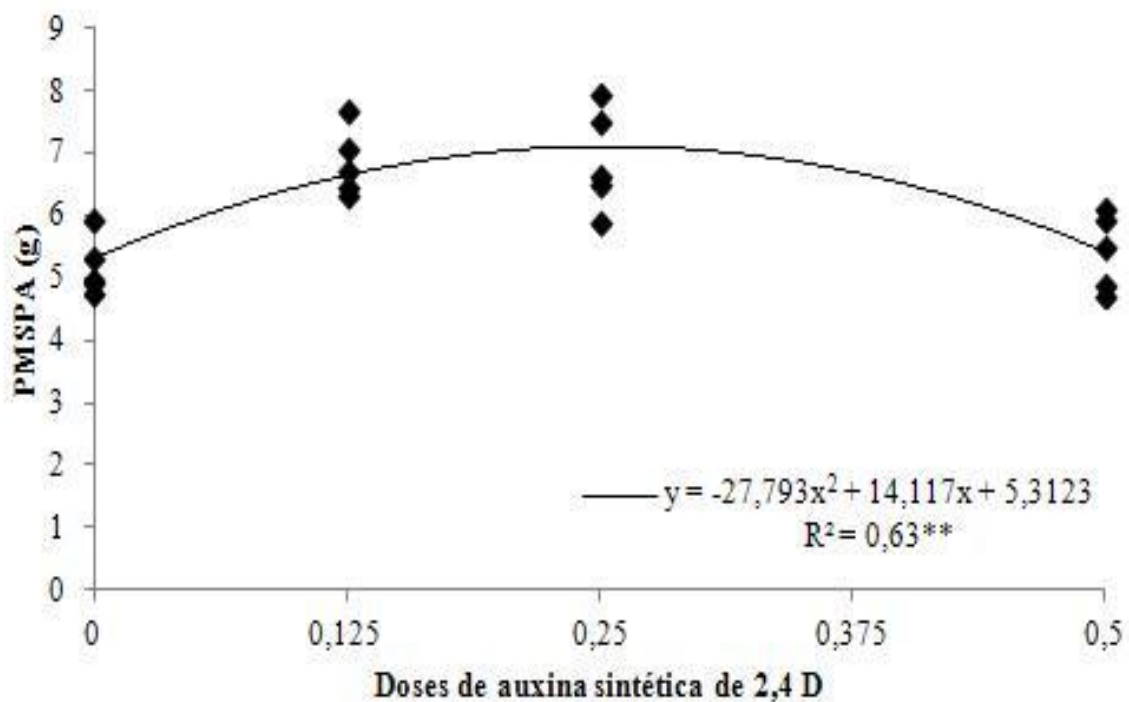
Após 30 dias do plantio, foram determinadas as seguintes variáveis: peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA) em gramas; peso de matéria seca da raiz (PMSR) em gramas; área foliar total (AFT) seguindo a seguinte fórmula: AFT: (C x L x FC), onde, C: comprimento do limbo foliar; L: largura do limbo foliar e FC: fator de correção de 0,75 (HERMANN; CÂMARA, 1999); diâmetro de perfilho (DP) determinado através da leitura

direta com o uso de um paquímetro graduado em milímetros a um centímetro acima do nível do solo e número de folhas (NF) determinado através de leitura direta.

A análise estatística dos dados consistiu na realização de análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ) e de regressão polinomial de ordem 1, 2 e 3, utilizando o programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009).

## Resultados e Discussão

Na Figura 1 foi observado um efeito quadrático para PMSPA em função da dose de auxina sintética 2,4 D, onde o ponto de máxima foi obtido na dose de  $0,253 \text{ ml L}^{-1}$ , facultando um incremento de 32,61% em relação ao controle. As doses acima do ponto de máxima produziram um efeito negativo, atuando similarmente a um herbicida.



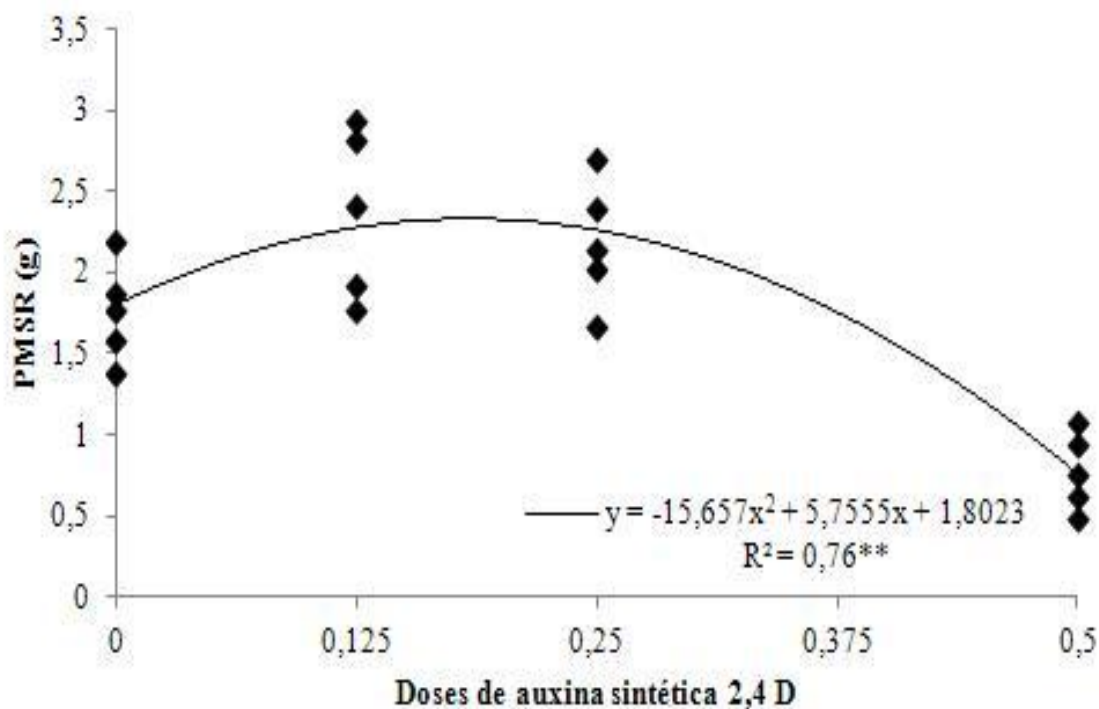
**Figura 1-** Peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA) da cana-de-açúcar quando submetida a diferentes doses de auxina sintética 2,4 D.

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Dessa forma, ao provocar a ação de herbicida, os canais presentes nos feixes vasculares reduzem de tamanho, dificultando o transporte via xilema e a translocação de fotoassimilado (FRANCO et al., 2015), refletindo negativamente em seu desenvolvimento ou até mesmo causando a morte nos organismos mais sensíveis.

Para o peso de matéria seca da parte aérea, Reis et al. (2010) observaram uma resposta similar ao encontrado neste trabalho, porém para a cultura de milho, tanto na pré-emergência, como na pós-emergência, onde em ambas as épocas de aplicações houve uma tendência de um aumento inicial no incremento, seguido de um decréscimo.

Na Figura 2 observa-se efeito quadrático para PMSR em função da dose de auxina sintética 2,4 D, onde o ponto de máxima obtido foi na dose de 0,183 ml L<sup>-1</sup>. Entre as doses de 0,25 ml L<sup>-1</sup> e 0,5 ml L<sup>-1</sup>, ocorreu uma redução drástica em seu volume, proporcionado, assim, um decréscimo de 55,94% na maior dose em relação ao controle.



**Figura 2** - Peso de matéria seca da raiz (PMSR) da cana-de-açúcar quando submetida a diferentes doses de auxina sintética 2,4 D.

**Fonte:** Elaborado pelos autores

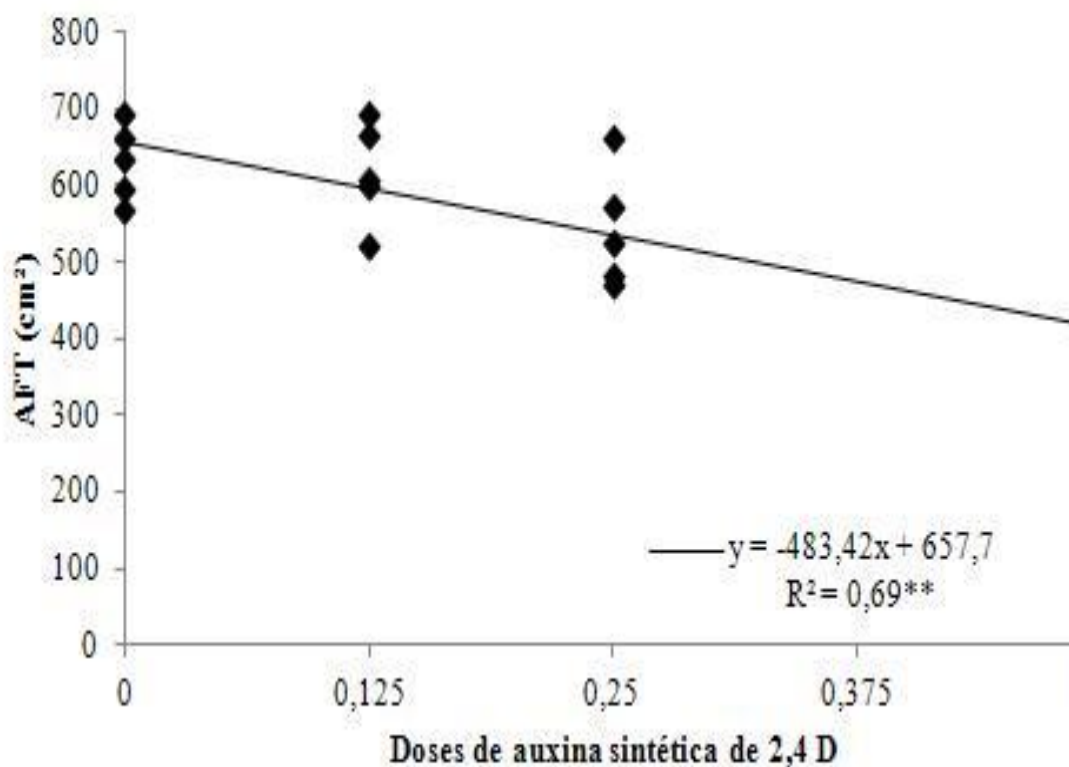
Presume-se que está redução drástica também está associada ao fato de o peso matéria seca da parte aérea (Figura1), ter diminuído nas maiores doses testadas, dessa forma há uma diminuição de fotoassimilado, desencadeando uma menor oferta de nutriente e, conseqüentemente, interferindo na síntese de novos compostos necessários para o desenvolvimento da plântula.

Esse comportamento também foi constatado em outras espécies. De acordo com Reis et al. (2010), avaliando a matéria seca da raiz do milho, na aplicação do 2,4 D em pré-emergência, observaram também uma drástica diminuição, alcançando 38% entre as doses 2,0

e 3,0 L ha<sup>-1</sup> i.a., porém na aplicação em pós-emergência não foi observado efeito significativo. Resultado similar foi obtido por Santos et al. (2013), avaliando a matéria seca total de plantas de beterraba, tomate e pepino em areia e solo, obtiveram uma resposta negativa quando empregado o 2,4 D.

Segundo Taiz; Zeiger (2009), os herbicidas mimetizadores de auxina quando utilizados em doses elevadas em espécies sensíveis originam um aumento acentuado da enzima celulase, principalmente no sistema radicular (Figura 2), causando o alongamento celular desordenado.

Na Figura 3 foi observado que a AFT diminuiu linearmente em função do aumento da dose de auxina sintética 2,4 D, obtendo um decréscimo na dose de 0,5 ml L<sup>-1</sup> de 36,13% em relação ao controle.

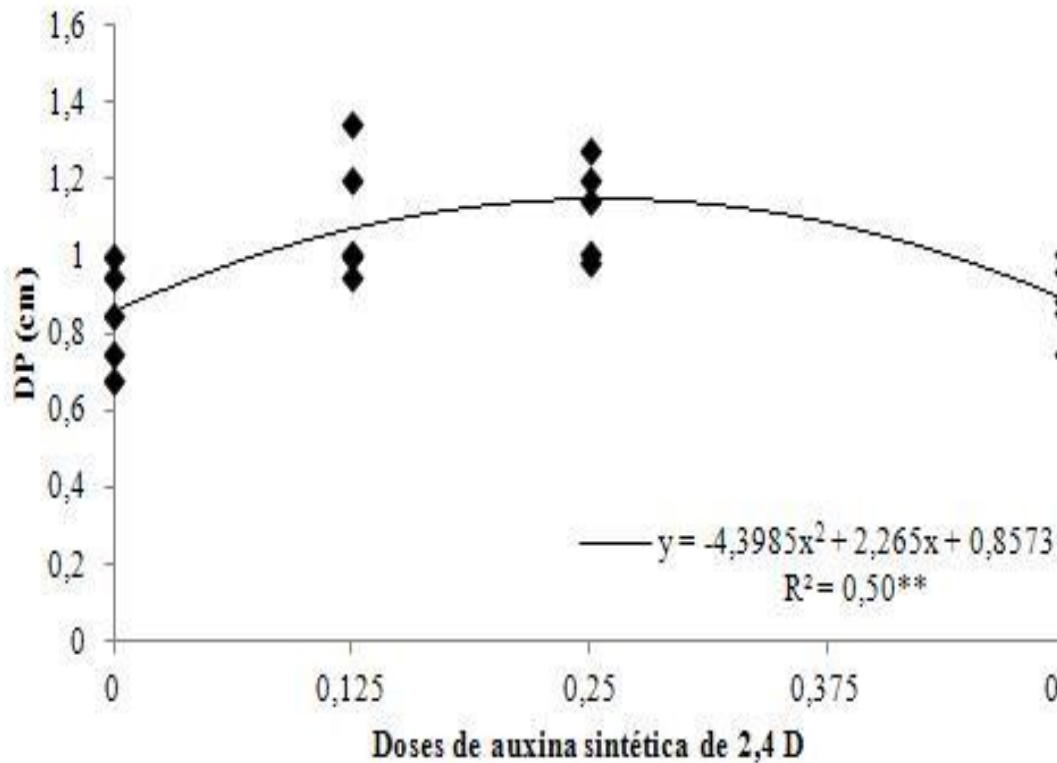


**Figura 3** - Área foliar total (AFT) da cana-de-açúcar quando submetida a diferentes doses de auxina sintética 2,4 D.

**Fonte:** Elaborado pelos autores

Segundo Silva; Santos (2007), o uso do 2,4 D causa na folha o encurtamento do tecido internerval e a epinastia, porém esses sintomas são mais evidentes em dicotiledôneas. Resultados semelhantes foram encontrados por Fiore et al. (2016), onde constataram que a maioria das espécies arbóreas pesquisadas em seu trabalho quando comparadas ao seus respectivos controles apresentaram menores valores para área foliar sob efeito 2,4 D.

Na Figura 4 foi observado um efeito quadrático para DP em função da dose de auxina sintética 2,4 D, onde o ponto de máxima obtido foi na dose de 0,257 ml L<sup>-1</sup>, facultando um incremento de 33,09% em relação ao controle.

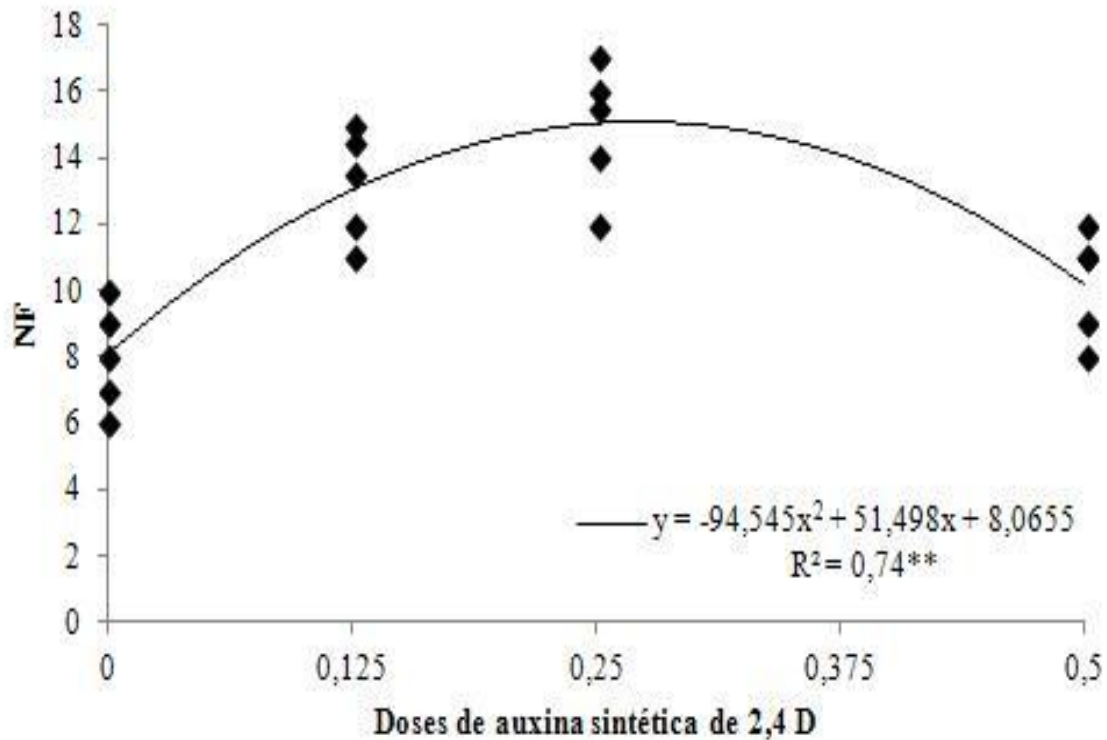


**Figura 4** - Diâmetro de perfilho (DP) da cana-de-açúcar quando submetida a diferentes doses de auxina sintética 2,4 D.

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Porém, esse comportamento não foi constatado por Américo et al. (2016), na cultura do algodoeiro, onde o diâmetro de perfilho da planta não foi afetado pela aplicação de 2,4D na dose de 50 g ha<sup>-1</sup>i.a.. Como o 2,4 D possui efeito similar a da auxina endógena, é de se esperar esse aumento nas menores doses, visto que a auxina participa principalmente na promoção do crescimento de caules de plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Na Figura 5 observou-se um efeito quadrático para NF em função da Dose de auxina sintética 2,4 D, onde o ponto de máxima obtido foi na dose de 0,272 ml L<sup>-1</sup>. Entre as doses 0,125 e 0,25 ml L<sup>-1</sup>, ocorreu um aumento acentuado, proporcionado, assim, um incremento de 86,26% entre o controle.



**Figura 5** - Número de folhas (NF) da cana-de-açúcar quando submetida a diferentes doses de auxina sintética 2,4 D.

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Fiore et al. (2016), trabalhando com crescimento e análise nutricional de espécies arbóreas em substrato contaminado por herbicidas lixiviáveis, observaram baixos valores de número de folha sob efeito do 2,4 D em relação ao controle (100%) na maioria das amostras estudadas, com média de 6% para os menos afetados e 95% para os mais afetados. Já Américo et al. (2016), verificaram que ramos reprodutivos do algodoeiro não apresentaram diferenças significativas na utilização de subdoses do 2,4D.

## Conclusões

O crescimento de plantas individuais de cana-de-açúcar é influenciado positivamente entre as doses de 0,125 a 0,25 ml L<sup>-1</sup> de auxina sintética 2,4 D nas seguintes variáveis: peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA); peso de matéria seca da raiz (PMSR); diâmetro de perfilho (DP) e número de folhas (NF).

Doses acima de 0,25 ml L<sup>-1</sup> de auxina sintética desencadeiam ação de herbicida na cultura da cana-de-açúcar.

A área foliar total (AFT) é influenciada negativamente com o uso da auxina sintética.



Recomenda-se o uso de auxina sintética 2,4 D em doses entre 1,25 a 0,25 ml L<sup>-1</sup> como promotor de crescimento.

## Referências

AMERICO, G. H.; FURLANI JUNIOR, E.; PINHEIRO, J. H. P. A.; SANTOS, D. M. A. Desenvolvimento e produtividade do algodoeiro em função da aplicação de subdoses de ácido diclorofenoxiacético e cloreto de mepiquat. **Revista de Agricultura**, Ilha Solteira, v. 2, n. 91, p.117-129, 2016.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA AGRICULTURA – **AGRIANUAL**. São Paulo: FNP, n. 3 2015. 472p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. 2013. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 353p.

IORE, R. A.; SANTOS, J. B. dos; FERREIRA, E. A.; CABRAL, C. M.; PEREIRA, I. M. Growth and nutritional analysis of tree species in contaminated substrate by leachable herbicides. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 40, n. 4, p.585-594, ago. 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622016000400002>

FRANCO, M. H. R.; LEMOS, V. T.; AGUIAR, L. M.; FRANÇA, A. C.; FERREIRA, E. A.; SILVA, D. V. Características fisiológicas do feijoeiro cultivado em solos após fitorremediação do picloram. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 14, n. 4, p.315-325, 10 dez. 2015. *Revista Brasileira de Herbicidas*.<http://dx.doi.org/10.7824/rbh.v14i4.454>.

GONÇALVES, G. S.; ANDRADE, L. A. de; XAVIER, K. R. F.; SILVA, J. F. da. Métodos de controle de *Prosopis juliflora* (sw.) dc. (fabaceae) em áreas invadidas no semiárido do Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 645-653, 2015.

HERMANN, E. R.; CÂMARA, G. M. S. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar. **Revista STAB**, Piracicaba, v. 17, p. 32-34, 1999.

MORTENSEN, D. A.; EGAN, J. F.; MAXWELL, B. D.; RYAN, M. R.; SMITH, R. G. Navigating a critical juncture for sustainable weed management. **Bioscience**, Oxford University Press, v. 62, n. 1, p. 7584, 2012.<http://dx.doi.org/10.1525/bio.2012.62.1.12>.

MUDRY, C. S.; KATAYAMA, D. K.; DIBAX, R.; ALCÂNTARA, G. B. de; BESPALHOK FILHO, J. C. Embriogênese somática da cultivar RB966928 e do clone RB986419 de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 3, p.1023-1032, 24 jun. 2013. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n3p1023>.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. ISBN 3-900051-07-0, <http://www.R-project.org>, 2009.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.51, p.501-531. 2000. DOI: 10.1146/annurev.arplant.51.1.501

RAIJ, B. van. CANTARELA, H., QUAGGIO, J. A., FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. 285p. Boletim Técnico, 100.

REIS, T. C.; SANTOS, T. de S.; ANDRADE, A. P.; NEVES, A. F. Efeitos de fitotoxicidade do herbicida 2,4-D no milho em aplicações pré e pós-emergência. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba, v. 10, n. 1, p.25-33, 2010.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 6 ed. Londrina: RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. (Eds), 2011. 694p.

SANTOS, D. P. dos; BRAGA, R. R.; GUIMARÃES, F.A.R.; PASSOS, A.B.R. de J.; SILVA, D. V.; SANTOS, J. B. dos; NERY, M. C. Determinação de espécies bioindicadoras de resíduos de herbicidas auxínicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 3, p.354-362, jun. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-737x2013000300008>.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R. Herbicidas: classificação e mecanismo de ação. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. p. 83-148.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2006. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 918p.