

## Bioestimulantes no desenvolvimento da cana-de-açúcar

<sup>1</sup> Walleska Silva Torsian, <sup>2</sup> Ana Lúcia Pereira Kikuti, <sup>3</sup> Hamilton Kikuti, <sup>4</sup> Carlos Eduardo Pereira

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, Avenida Pádua Dias, n. 11, Vila Independência, CEP 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: walleskatorsian@usp.br

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Fazenda Sobradinho, s/nº, Cx. Postal 1020, Bairro Zona Rural, CEP 38400-970, Uberlândia, MG, Brasil. E-mail: anakikuti@iftm.edu.br

<sup>3</sup> Universidade Federal de Uberlândia, Rodovia BR 050, Km 78, *Campus* Glória, Bloco 1CCG, sala 314, CEP: 38410-337, Uberlândia, MG, Brasil. E-mail: kikuti@ufu.br

<sup>4</sup> Universidade Federal do Sul da Bahia; *Campus* Jorge Amado, Rodovia de Acesso para Itabuna, km 39, Ferradas, CEP 45613-204, Itabuna, BA, Brasil. E-mail: cepereira.ufsb@gmail.com

**Resumo:** A utilização mais recente de bioestimulantes pode proporcionar aumentos tanto qualitativos como quantitativos na produção da cana-de-açúcar. Neste sentido, o objetivo nesse trabalho foi avaliar a eficiência de bioestimulantes sobre o desenvolvimento da planta de cana-de-açúcar. A pesquisa foi realizada em área de campo localizada em Uberlândia/MG, safra 2016/2017. Foram utilizados quatro tratamentos, sendo: FH Cana Tolete®, Stimulate®, Tradecorp AZ® e testemunha, com doses de acordo com a recomendação de cada fabricante, com cinco repetições. A unidade experimental foi composta por quatro fileiras de plantas com cinco metros de comprimento e espaçamento de um metro entre fileiras de plantas. Aos 112, 154, 189, 210, 231, 278, 296 e 355 dias após o plantio foram realizadas avaliações quanto à altura de plantas, diâmetro do colo e número de brotações. Aos 17 meses após o plantio avaliou-se a produtividade utilizando o número de colmos por parcela, diâmetro de colmos, comprimento de entrenós, teor de sólidos solúveis e massa de colmos. Verificou-se que o bioestimulante FH Cana Tolete® estimula o crescimento em altura e diâmetro do colo da cana-de-açúcar nas fases iniciais de desenvolvimento das plantas sob estresse hídrico. A aplicação de FH Cana Tolete®, Tradecorp AZ® e Stimulate® não teve influência sobre as características relacionadas a produtividade da cana-de-açúcar que passou por estresse hídrico no início do desenvolvimento das plantas.

**Palavras chave:** Biometria, Reguladores vegetais, *Saccharum* spp.

### Biostimulants in the development of sugar cane

**Abstract:** The most recent use of biostimulants can provide both qualitative and quantitative increases in sugarcane production. Thus, the objective of this study was to analyze biostimulants on the development of the sugarcane. The research was carried out in a field area at Uberlândia/MG, 2016/2017 harvest. Four treatments were used: FH Cana Tolete®, Stimulate®, Tradecorp AZ® and control, with doses according to a manufacturer's specification, with five replicates. The experimental unit was measured by four rows of plants with five meters long and spaced one meter between rows of plants. At 112, 154, 189, 210, 231, 278, 296 and 355 days after planting were evaluated by plant height, stem diameter and shoot number. Productivity was evaluated at 17 months after planting using the number of stems per plot, stem diameter, internode length, soluble solids content and stem mass. The biostimulant FH Cana Tolete® stimulate growth in height and stem diameter of sugarcane in the initial stages of plants development grown under water stress. FH Cana Tolete®, Stimulate® and Tradecorp AZ® had no influence on the characteristics related to the sugarcane productivity under water stress at the beginning of plants development.

**Keywords:** Biometrics, Plant regulators, *Saccharum* spp.

## Introdução

A cana-de-açúcar é uma planta de origem asiática que encontrou condições ideais para o seu pleno desenvolvimento no Brasil (Brunini, 2010), de modo que atualmente é considerado o maior produtor mundial, com 630,7 milhões de toneladas estimadas para a safra 2020/21 segundo a Companhia Nacional de Abastecimento, [CONAB] (2020).

Buscando-se um melhor desempenho agrônomo das culturas, novas técnicas têm sido estudadas, dentre elas a aplicação de reguladores vegetais. Algumas substâncias têm sido utilizadas com essa finalidade desde a década de 1990, em aplicações foliares, e recentemente visando desenvolvimento mais vigoroso das plantas (Paradiković et al., 2019) e aumento na produtividade das culturas (Yakhin et al., 2017).

Bioestimulantes são constituídos por biorreguladores associados a outras substâncias químicas como aminoácidos, nutrientes, sais minerais, vitaminas entre outros compostos (Castro, Vieira, 2001 & Jardim, 2015). Alguns bioestimulantes podem conter hormônios, que atuam como moléculas sinalizadoras naturalmente presente nas plantas em baixas concentrações e capazes de induzir ou modificar o crescimento e desenvolvimento das mesmas (Taiz et al., 2017).

Os bioestimulantes tem a capacidade de atuar no controle hormonal das plantas, favorecendo o potencial genético, aumentando o crescimento e o desenvolvimento vegetal através da divisão celular (Castro, Vieira, 2001 & Bulgari et al., 2015), originando plantas mais vigorosas, melhorando o desenvolvimento radicular, assim como a produtividade (Silva et al., 2010, Oliveira et al., 2013a & Zilliani, 2015).

Quando os bioestimulantes são aplicados no início do desenvolvimento das culturas, ou em toletes como no caso da cana-de-açúcar, eles possuem a capacidade de promover maior crescimento radicular (Zilliani, 2015). Com isso, possibilitam às plantas uma maior resistência a

estresses bióticos e nutricionais e quando aplicados em diferentes doses, beneficiam o crescimento e desenvolvimento das plantas.

Os efeitos destes reguladores são dependentes da espécie vegetal (Macedo & Castro, 2015). Na cana-de-açúcar os bioestimulantes podem aumentar a produção, incrementando o teor de sacarose, assim como aumentar a produtividade da cana-de-açúcar (Silva et al., 2010 & Santos et al., 2020).

Atualmente o Stimulate® é o produto que contém biorreguladores mais utilizado no Brasil (Macedo & Castro, 2015). O uso deste bioestimulante, em algumas culturas, tem apresentado resultados positivos sobre a germinação de sementes, desenvolvimento de raízes, absorção de nutrientes e água e produtividade (Calvo, et al., 2014, Gonçalves et al., 2018 & Thiengo et al., 2020). Em alguns trabalhos tem sido relatados efeitos positivos da aplicação de Stimulate® em cana-de-açúcar, com ganhos significativos em crescimento e produtividade da cultura (Silva et al., 2010 & Celestrino et al., 2019), embora também haja relato de ausência de resposta (Silva et al., 2008a).

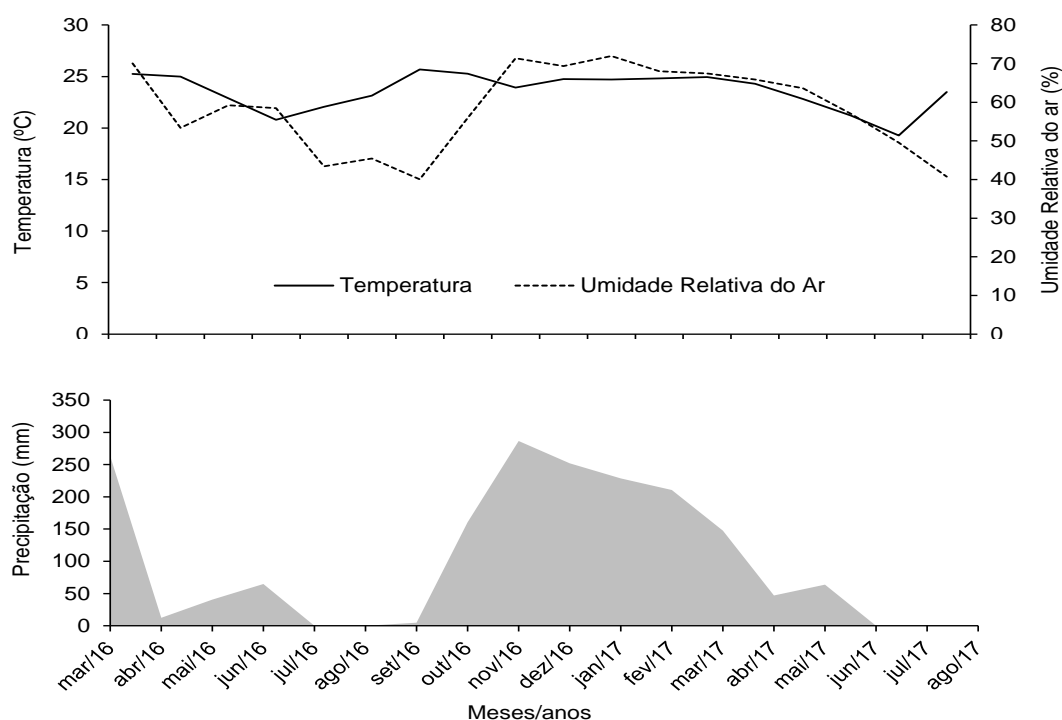
Dessa forma no presente trabalho buscou-se avaliar o crescimento e produtividade da cultura da cana de açúcar em função de da aplicação de diferentes bioestimulantes.

## Material e métodos

### Área experimental

O estudo foi realizado em Uberlândia/MG, em campo experimental localizado nas coordenadas 18°45'54,17" de latitude sul e 48°17'19,28" de longitude oeste, com altitude média de 660 m. A pluviosidade média é de aproximadamente 1200 mm, com chuvas concentradas entre os meses de novembro a março e temperatura média anual de 25 °C (**Figura 1**). O trabalho foi conduzido no período de março de 2016 a agosto de 2017.

**Figura 1** - Dados meteorológicos de temperatura média (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) no período de março de 2016 a agosto de 2017 na Fazenda Sobradinho em Uberlândia/MG.



O solo foi classificado conforme Embrapa (2013) como Latossolo Vermelho distrófico típico. Antes da instalação da cultura foi realizada amostragem do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm.

As amostras foram submetidas à análise química e na camada de 0-20 cm foram verificados os seguintes atributos: pH (H<sub>2</sub>O) 5,9; 3,5 dag kg<sup>-1</sup> de M.O.; 2,3 mg dm<sup>-3</sup> de P (Mehlich 1); 3,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de H+Al; 0,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K; 1,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca; 0,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg; 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Al; 6,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de T; 2,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de SB; 44% de saturação por bases (V); 0,19 mg dm<sup>-3</sup> de B; 4,7 mg dm<sup>-3</sup> de Cu; 17 mg dm<sup>-3</sup> de Fe; 12,3 mg dm<sup>-3</sup> de Mn e 0,9 mg dm<sup>-3</sup> de Zn, enquanto para a camada de 20-40 cm: pH (H<sub>2</sub>O) 5,6; 2,8 dag kg<sup>-1</sup> de M.O.; 1,0 mg dm<sup>-3</sup> de P (Mehlich 1); 3,10 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de H+Al; 0,09 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K; 1,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca; 1,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg; 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Al; 5,79 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de T; 2,69 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de SB; 46% de saturação por bases (V); 0,14 mg dm<sup>-3</sup> de B; 3,6 mg dm<sup>-3</sup> de Cu; 14 mg dm<sup>-3</sup> de Fe; 10 mg dm<sup>-3</sup> de Mn e 0,2 mg dm<sup>-3</sup> de Zn.

#### Implantação do experimento

Na preparação do solo utilizou-se aração, gradagem, abertura dos sulcos e adubação de

plântio. O espaçamento utilizado foi de um metro entre sulcos de plântio. Foi realizada a adubação de base, no sulco de plântio, considerando as características químicas do solo, sendo utilizados no plântio 30 kg ha<sup>-1</sup> de N; 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, com as fontes ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente.

A adubação de cobertura foi realizada com 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, aos 60 dias após o plântio (DAP). Não foi necessário a realização da calagem. Os cálculos de necessidade de adubação e calagem foram realizados conforme Sousa e Lobato (2003).

O plântio foi realizado no dia 22 de março de 2016. Foram utilizados toletes cortados manualmente com aproximadamente 40 cm de comprimento, com duas gemas. Foram utilizadas o equivalente a 12 gemas por metro linear de sulco. Utilizou-se a variedade RB867515, que ocupa a maior área de cana de açúcar plantada no Brasil (Braga et al., 2019).

Os tratamentos aplicados foram FH Cana Tolete® (9% de Zinco, 7% de Enxofre, 3% de Cobre, 3% de Manganês, 0,8% de Molibdênio, 3% de Boro e 7% de Ácidos fúlvicos), Tradecorp AZ® (7,5% de Ferro, 3,5% de Manganês, 0,7% de Zinco, 0,28% de Cobre, 0,65%

de Boro e 0,3% de Molibdênio), Stimulate® (ácido 4-indol-3-ilbutírico 0,05 g L<sup>-1</sup>; ácido giberélico 0,05 g L<sup>-1</sup> e cinetina 0,09 g L<sup>-1</sup>), além do tratamento controle sem bioestimulante. Foram empregadas as doses recomendadas pelos fabricantes para cultivos comerciais, equivalentes à 4 kg ha<sup>-1</sup> de FH Cana Tolete®, 2 kg ha<sup>-1</sup> de Tradecorp AZ® e 0,5 L ha<sup>-1</sup> de Stimulate®.

As doses foram ajustadas para 5 metros lineares de sulco. FH Cana Tolete® e Tradecorp AZ® foram pesados em balança semi-analítica e Stimulate® pipetado utilizando-se pipeta graduada. Os produtos foram transferidos separadamente para beakers, sendo adicionada água destilada até completar o volume de 500 mL. As aplicações dos bioestimulantes foram realizadas sobre os toletes imediatamente após a deposição desses no sulco do plantio.

Após a aplicação dos bioestimulantes, foi aplicado diretamente no sulco do plantio e sobre os toletes o inseticida Fipronil Nortox® 800 WG (i.a. fipronil 800 g kg<sup>-1</sup>) utilizando-se 500 g ha<sup>-1</sup> em 300 L de calda e, em seguida cobrindo imediatamente os toletes com aproximadamente 10 cm de solo.

Utilizou-se o delineamento de blocos completos ao acaso (DBC), com cinco repetições. Cada parcela foi composta por quatro linhas com cinco metros de comprimento. Como área útil da parcela foram utilizadas duas fileiras de plantas centrais, deixando-se as demais como bordadura e 0,5 m em cada extremidade das fileiras.

### **Avaliações**

A partir do período de maior crescimento da cana de açúcar foram realizadas avaliações do desenvolvimento das plantas. Para tanto, aos 112, 154, 189, 210, 231, 278 e 296 dias após o plantio (DAP) foram realizadas as seguintes determinações:

Altura de plantas: seis plantas escolhidas aleatoriamente em cada repetição foram marcadas e medidas novamente a cada época de avaliação. Utilizou-se fita métrica, medindo da base da planta até o colar da folha +1 (folha mais jovem do colmo, completamente expandida, fotossinteticamente ativa);

Diâmetro do colo: seis plantas, como descrito para a avaliação da altura, foram medidas na base da planta, rente ao solo com o auxílio de um paquímetro digital; Número de brotações ou perfilhos: foram contabilizados os brotos

emergidos nas linhas centrais da área útil da parcela.

Durante a colheita, aos 17 meses após o plantio, foram avaliadas as seguintes características:

Altura de plantas: realizado do mesmo modo descrito para avaliação do desenvolvimento das plantas;

Número de colmos: foi contado o número de colmos das duas linhas centrais de cada parcela;

Diâmetro do colo: realizado do mesmo modo descrito para avaliação do diâmetro de colo no desenvolvimento das plantas;

Comprimento de entrenós: foram medidos três entrenós do terço médio do colmo, com auxílio de régua milimetrada, em 6 plantas por parcela;

Teor de sólidos solúveis: avaliou-se o grau brix utilizando-se um refratômetro digital de campo, tomando-se o caldo no terço médio da planta, em 6 plantas por parcela; para tanto, realizou-se a medição no caldo de cada plantas e em seguida calculou-se a média da parcela.

Massa de colmos: avaliou-se a massa dos colmos industrializáveis das linhas centrais de cada parcela e calculou-se a produtividade em toneladas por hectare.

### **Análise estatística**

As avaliações iniciais de crescimento foram realizadas considerando um esquema fatorial 4 x 7 (sendo bioestimulantes e épocas de avaliação) com parcelas subdivididas no tempo. Já nas avaliações finais na colheita foi considerado apenas o fator bioestimulantes.

Os dados foram submetidos à análise de variância e utilizou-se o teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade para comparação dos bioestimulantes e análise de regressão para estudo da variação ao longo das diferentes épocas de avaliação, quando significativo, por meio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

## **Resultados e discussão**

Pelo resumo da análise de variância verificou-se interação significativa de épocas e bioestimulantes para altura e diâmetro do colo de plantas de cana-de-açúcar, enquanto para número de perfilhos houve efeito significativo apenas para épocas (Tabela 1).

**Tabela 1** - Resumo da ANAVA dos dados de altura de plantas (AP), diâmetro do colo (DC) e número de perfilhos (NP) de cana-de-açúcar submetidas ao tratamento com bioestimulantes e diferentes épocas de avaliação das plantas.

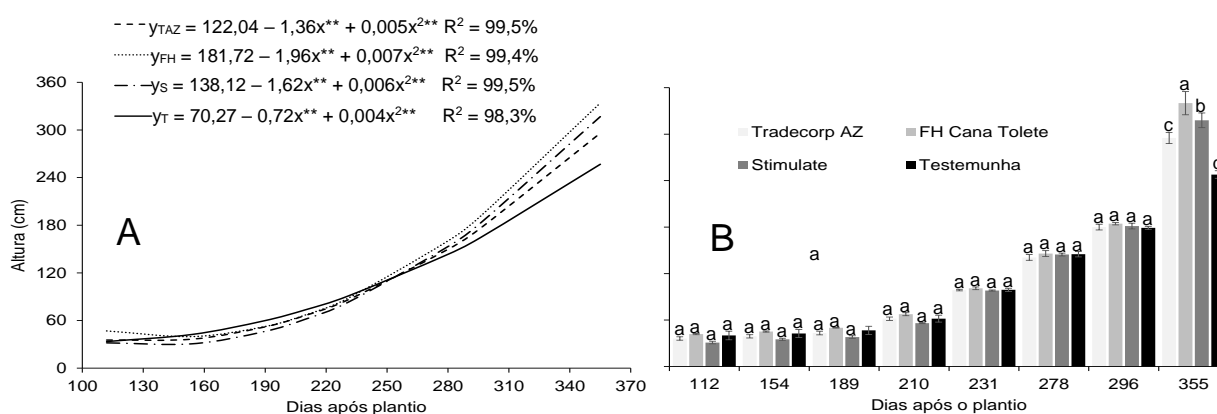
FV	GL	Quadrados Médios		
		AP	DC	NP
Blocos	4	510,0	0,439	23,189
Bioestimulante (B)	3	1447,9**	0,626 <sup>ns</sup>	1,388 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	12	150,0	0,222	0,919
Épocas (E)	7	168974,6**	15,560**	284,280**
Resíduo 2	28	194,9	0,023	0,951
B x E	21	977,8**	0,044**	0,159 <sup>ns</sup>
Resíduo 3	84	34,8	0,013	0,182
CV 1 (%)	-	10,8	21,6	10,9
CV 2 (%)	-	12,3	6,9	11,1
CV 3 (%)	-	5,2	5,2	4,9

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade; <sup>ns</sup>Não significativo

Verificou-se para a altura de plantas ajuste de equação quadrática para as diferentes épocas de avaliação das plantas, independentemente do bioestimulante utilizado (Figura 2A). Observa-se

maior velocidade de crescimento das plantas a partir dos 250 dias após o plantio, coincidindo com o aumento da pluviosidade conforme Figura 1.

**Figura 2** - Análise de regressão polinomial da altura média plantas de cana-de-açúcar em função de épocas de avaliação do crescimento das plantas para os diferentes bioestimulantes (A) e teste de Scott Knott para comparação dos bioestimulantes em cada época de avaliação (B). Barras no topo das colunas indicam o erro padrão da média.



Quando a cana passa por estresse hídrico em período mais crítico como passou até os 180 dias após o plantio, a cultura aparenta modificações características como a

redução na velocidade de crescimento (Zhang et al., 2020).

Com o início das chuvas pode-se notar tendência de aumento em altura das plantas

quando aplicados os bioestimulantes, comparado as plantas do tratamento testemunha. Logo, a importância da presença de água para complementar a função dos bioestimulantes e o funcionamento das células da planta deve ser destacada.

As reservas nutricionais do tolete de cana-de-açúcar favorecem o crescimento inicial da planta juntamente com a água disponível no solo (Civiero et al., 2014) o que justifica que um possível estresse hídrico ter mascarado a ação dos bioestimulantes. De modo semelhante, em condições de estresse salino, foi verificada a ausência de resposta para a aplicação de Stimulate® sobre o crescimento inicial do pinhão-manso e feijão caupi (Oliveira et al., 2013b & Oliveira et al., 2015).

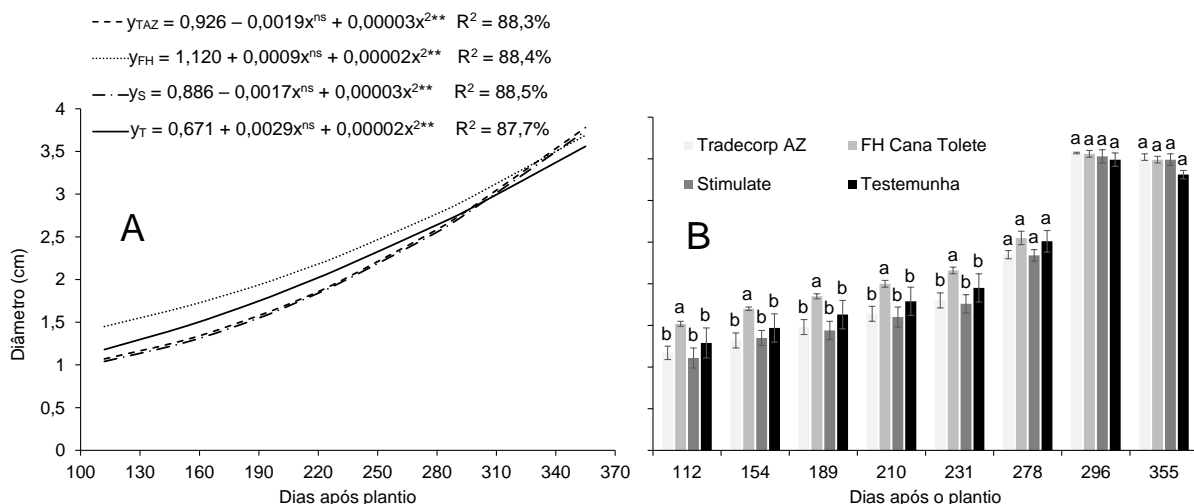
Observou-se aos 355 DAP maior crescimento das plantas em altura quanto aplicados os bioestimulantes, comparados a testemunha (Figura 2B). Andrade et al. (2007) também notaram efeito responsivo do Stimulate® no início do desenvolvimento da cana-de-açúcar.

A maior média de altura das plantas verificada para o tratamento FH Cana Tolete®. Esse produto possui grande quantidade de zinco (Zn) e boro (B), o que pode ter ocasionado um estímulo ao maior desenvolvimento da planta já que a análise de solo realizada na implantação do experimento indicava 0,9 mg dm<sup>-3</sup> de Zn e 0,19 mg dm<sup>-3</sup> de B na camada de 0-20 cm e 0,2 mg dm<sup>-3</sup> de Zn e 0,14 mg dm<sup>-3</sup> de B classificadas como nível baixo segundo Ribeiro et al. (1999).

O micronutrientes zinco e boro atuam no funcionamento da ATPase e do sistema redox da membrana plasmática (Lawrence et al., 1995 & Yamada, 2000). O boro é responsável pelo transporte de açúcar, lignificação da parede celular e o metabolismo de carboidratos (Epstein & Bloom, 2006). O zinco está relacionado a síntese de triptofano e de proteínas que atuam no metabolismo do nitrogênio, além de ser exigido para a manutenção da auxina que atua no crescimento vegetal (Epstein & Bloom, 2006). Desse modo, as quantidades de zinco e boro presentes no FH Cana Tolete® podem ter contribuído para o maior crescimento em altura das plantas de cana de açúcar aos 355 DAP quando comparado ao Stimulate®, que não possui tais micronutrientes em sua composição, e ao Tradecorp AZ® que possui menor concentração de zinco e boro.

Foram ajustadas equações quadráticas para o diâmetro do colo das plantas para as épocas de avaliação considerando os diferentes bioestimulantes (Figura 3A). Nas avaliações realizadas até 231 DAP as plantas submetidas ao tratamento com FH Cana Tolete® tiveram maior (p ≤ 0,05) diâmetro do colo, em relação aos demais tratamentos (Figura 3B). Apesar da menor velocidade de crescimento inicial das plantas em altura (Figura 2), as plantas, de modo geral, continuaram aumentando o diâmetro do colo, com maior estímulo no tratamento FH Cana Tolete®.

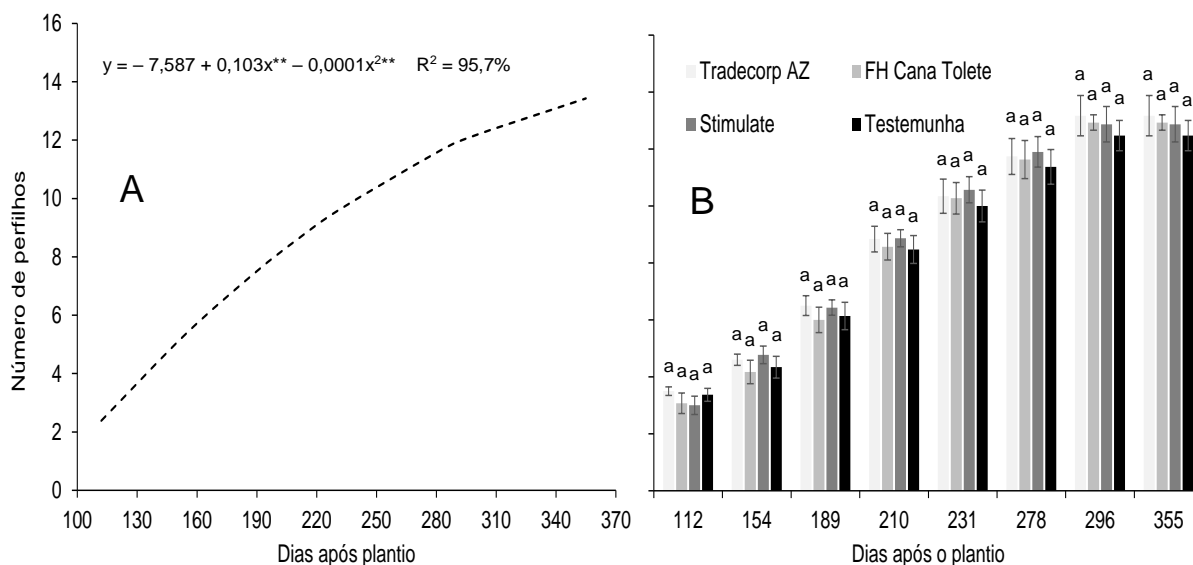
**Figura 3** - Análise de regressão polinomial do diâmetro médio do colo de plantas de cana-de-açúcar em função de épocas de avaliação do crescimento das plantas para os diferentes bioestimulantes (A) e teste de Scott Knott para comparação dos bioestimulantes em cada época de avaliação (B). Barras no topo das colunas indicam o erro padrão da média.



Para o número de perfilhos, verificou-se um ajuste quadrático para as épocas de avaliação das plantas (Figura 4A), não havendo diferença significativa entre os bioestimulantes independentemente da época de avaliação (Figura

B). No entanto, tem se observado uma maior capacidade de brotação e perfilhamento da cana-de-açúcar tratada no sulco de plantio com Stimulate® (Ferreira et al., 2007 & Silva et al., 2008b).

**Figura 4** - Análise de regressão polinomial do número médio de perfilhos de plantas de cana-de-açúcar em função de épocas de avaliação do crescimento das plantas (A) e resultado do teste de F para comparação dos bioestimulantes em cada época de avaliação (B). Barras no topo das colunas indicam o erro padrão da média.



Neste trabalho, o déficit hídrico e as altas temperaturas podem ter limitado o crescimento, ocasionando ausência de resposta à aplicação dos bioestimulantes, já que nestas condições, devido a deterioração dos sistemas de membranas pode ocorrer aumento do acúmulo de radicais livres superóxido, peróxido de hidrogênio e radical hidroxila (Gill, Tuteja, 2010 & Boaretto et al., 2014) que poder reduzir o conteúdo de clorofila, o desempenho fotossintético e o crescimento da planta (Zhang et al., 2020), podendo impactar na produção final.

Para as variáveis analisadas durante a realização da colheita não foram verificadas

variações significativas com relação ao uso dos bioestimulantes sobre o número de colmos, altura de plantas, diâmetro do colo, comprimento de entrenó, teor de sólidos solúveis e massa de colmos (Tabela 2). As médias experimentais para as avaliações realizadas foram de 7,2 colmos por metro linear; 4,1 m de altura final; 3,3 cm de diâmetro do colo; 13,2 cm de comprimento de entrenó; 20,0 °Bx e 111,0 toneladas colmos industrializáveis por hectare). Em condições semelhantes, Silva et al. (2014) também não observaram aumento da qualidade da cana-de-açúcar e produtividade quando aplicado Tradecorp AZ®, isoladamente.

**Tabela 2** - Resumo da ANAVA dos dados de número de colmos (NC), altura de plantas (AP), diâmetro do colo (DC), comprimento de entrenó (CE), teor de sólidos solúveis (TSS) e produtividade (PD) de plantas de cana-de-açúcar, em função da aplicação de bioestimulantes.

FV	GL	Quadrados Médios					
		NC	AP	DC	CE	TSS	PD
Blocos	4	374,44	0,099	0,021	187,95	0,704	2166,6
Bioestimulante	3	154,06 <sup>ns</sup>	0,169 <sup>ns</sup>	0,036 <sup>ns</sup>	14,25 <sup>ns</sup>	0,048 <sup>ns</sup>	2003,3 <sup>ns</sup>
Resíduo	12	54,54	0,212	0,025	11,88	1,275	601,0
CV (%)	-	20,6	11,3	4,9	26,1	5,6	22,1

<sup>ns</sup>Não significativo

Silva et al. (2010), avaliando a resposta produtiva da cana-de-açúcar tratadas com Stimulate® observaram efeito positivo. Nesse trabalho, entretanto, a aplicação do bioestimulante foi realizada sobre a cana soca e diferentes cultivares “IAC”. A resposta aos biorreguladores é variável em função dos genótipos (Silva et al., 2010), de modo que tais variações metodológicas entre trabalho de pesquisa podem explicar, parcialmente, as diferenças nos resultados obtidos. Provavelmente as diferenças morfofisiológicas entre cana planta e cana soca também resultem em variações na resposta a aplicação de bioestimulantes, e tal aspecto pode ser explorado em futuros trabalhos de pesquisa nesta área.

As condições ambientais podem interferir na resposta das culturas a aplicação de bioestimulantes (Vieira, Castro, 2004 & Oliveira et al., 2013b). Neste sentido, provavelmente houve uma interação entre a aplicação dos bioestimulantes e o déficit hídrico no início do desenvolvimento da cultura e, conseqüentemente, ausência de resposta sobre as características de produção da cana-de-açúcar. Assim, verificou-se que o FH Cana Tolete® estimulou o desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar, mas este efeito não permaneceu até o final do ciclo da planta.

## Conclusões

FH Cana Tolete® estimulou o crescimento da cana-de-açúcar nas fases iniciais de desenvolvimento das plantas sob estresse hídrico.

A aplicação de FH Cana Tolete®, Tradecorp AZ® e Stimulate® não teve influência sobre a produtividade da cana-de-açúcar que passou por estresse hídrico no início do desenvolvimento das plantas.

## Referências

- Andrade Neto, O., et al. (2007). Reguladores vegetais na brotação e desenvolvimento de mudas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* var. RB 855536). *Anais do Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal*, Gramado, RS, Brasil, 11.
- Boaretto, L. F., et al. (2014). Water stress reveals differential antioxidant responses of tolerant and non-tolerant sugarcane genotypes. *Plant Physiology and Biochemistry*. 74, 165-175. DOI: doi.org/ 10.1016/j.plaphy.2013.11.016
- Braga Jr., R. L. C., et al. (2019) *Censo varietal IAC de cana-de-açúcar no Brasil – safra 2017/18 e na*



- região Centro-Sul - safra 2018/19 (Boletim Técnico IAC 221, 66p.). Campinas: Instituto Agronômico de Campinas.
- Brunini, O. (2010). Ambientes climáticos e exploração agrícola da cana-de-açúcar. In: Dinardo-Miranda, L. L., Vasconcelos, A. C. M., & Landell, M. G. A. *Cana-de-açúcar* (pp. 205-218). Campinas: Instituto Agronômico.
- Bulgari, R., et al. (2015). Biostimulants and crop responses: a review. *Biological Agriculture & Horticulture*, 31 (1), 1-17, DOI: doi.org/10.1080/01448765.2014.964649
- Calvo, P., et al. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*, 383, 3-41. DOI: doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8
- Castro, P. R. C., & Vieira, E. L. (2001). *Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical* (132p). Guaíba: Agropecuária.
- Celestrino, R. B., et al. (2019). Indutores hormonais no desenvolvimento radicular e perfilhamento da cana-de-açúcar. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, 12 (1), 107-112. DOI: doi.org/10.5935/PAeT.V12.N1.11
- Civiero, J. C., et al. (2014). Application of humic substance and L-glutamic amino acid in different sizes of 1-bud sett of sugarcane. *Revista de Ciências Agrárias*, 37 (3), 340-347.
- Companhia Nacional de Abastecimento (2020). *Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar. Primeiro levantamento, maio 2020* (62p). Brasília: CONAB. Recuperado em 13 agosto, 2020 de <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2013). *Sistema brasileiro de classificação de solos* (3.ed., 353p). Brasília: Embrapa.
- Epstein, E., & Bloom, A. J. (2006). *Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas* (2. ed., 403p). Londrina: Andrei.
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35 (6), 1039-1042.
- Ferreira, L. H. Z., Rosato, M. M., & Bolonhezi, A. C. (2007). Efeitos de reguladores vegetais aplicados no sulco de plantio em diversas variedades de cana-de-açúcar. *Anais do Congresso de Iniciação Científica da UNESP*, Ilha Solteira, SP, Brasil, 19.
- Gill, S. S., & Tuteja, N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48 (12), 909-930. DOI: doi.org/10.1016/j.plaphy.2010.08.016
- Gonçalves, B. H. L., et al. (2018). Efeito do bioestimulante Stimulate® no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro cv. BRS Rubi do Cerrado. *Revista de Ciências Agrárias*, 41 (1), 147-155.
- Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3-14. DOI: doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021
- Lawrence, K., Bhalla, P., & Misra, P. C. (1995). Changes in NAD(P) H dependente redox activities in plasmalemma-enriched vesicles isolated from boron-and zinc-deficient chick pea roots. *Journal of Plant Physiology*, 146, 652-657.
- Macedo, W. R., & Castro, P. R. C. (2015). Biorreguladores, bioestimulantes e bioativadores na agricultura tropical. In: Visotto, L. E., et al (Editores). *Avanços Tecnológicos Aplicados à Pesquisa na Produção Vegetal*, Viçosa, MG: FAPEMIG.
- Oliveira, C. P., et al. (2013a). Produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar com o uso de condicionador de solo e bioestimulantes. *Revista Agrarian*, 6 (21), 245-251.
- Oliveira, F. A., et al. (2013b). Interação entre salinidade e bioestimulante na cultura do feijão caupi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17 (5), 465-471. DOI: doi.org/10.1590/S1415-43662013000500001
- Oliveira, F. A., et al. (2015). Interação entre salinidade e bioestimulante no crescimento inicial de pinhão-manso. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19 (3), 204-210. DOI: doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n3p204-210

- Paradiković, N., et al. (2019). Biostimulants research in some horticultural plant species: A review. *Food and Energy Security*, 8 (2), e00162.
- Ribeiro, A.C., Guimarães, P.T.G., & Alvarez V., V.H. (1999). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação* (359p). Viçosa: SBCS.
- Santos, G. A., et al. (2020). Effect of biostimulants on tilling, yield and quality component of sugarcane. *Brazilian Journal of Development*, 6 (5), 29907-29918. DOI: doi.org/10.34117/bjdv6n5-445
- Silva, A. R. B., et al. (2008a). Avaliação da aplicação de Stimulate® no sulco de plantio de variedades de cana-açúcar. *Anais do Simpósio Brasileiro sobre Ecofisiologia, Maturação e Maturadores em Cana-de-Açúcar*, Botucatu, SP, Brasil UNESP, 1.
- Silva, M. A., Cato, S. C., & Costa, A. G. F. (2010). Produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar submetida à aplicação de biorregulador e fertilizantes líquidos. *Ciência Rural*, 40 (4), 774-780. DOI: doi.org/10.1590/S0103-84782010005000057.
- Silva, M., et al. (2008b). Diferentes concentrações e épocas de aplicação de Stimulate® na produtividade na qualidade da cana-de-açúcar. *Anais do Simpósio Brasileiro sobre Ecofisiologia, Maturação e Maturadores em Cana-de-Açúcar*, Botucatu, SP, Brasil UNESP, 1.
- Silva, W. P., et al. (2014). Produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob diferentes fontes de adubação. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 8 (6), 476-487. DOI: doi.org/10.7127/rbai.v8n600261
- Sousa, D. M. G., & Lobato, E. (2004). *Cerrado: correção do solo e adubação* (2. ed., 416p). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina: Embrapa Cerrados.
- Taiz, L., et al. (2017). *Fisiologia Vegetal* (858p). Porto Alegre: Artmed.
- Thiengo, C. C., et al. (2020). Resposta do capim-marandu e milheto em rejeito de mineração à aplicação de bioestimulantes vegetais. *Magistra*, 31, 465- 478.
- Vieira, E. L., & Castro, P. R. C. (2004). *Ação de bioestimulante na cultura da soja (Glycine max (L.) Merrill)* (74p). Cosmópolis: Stoller do Brasil.
- Yakhin, O. I., et al. (2017). Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. *Frontiers in Plant Science*, 7, 2049. DOI: doi.org/10.3389/fpls.2016.02049
- Yamada, T. (2000). Boro: será que estamos aplicando a dose suficiente para o adequado desenvolvimento das plantas? *Informações Agronômicas*, 90, 1-5.
- Zhang, Y. B., et al. (2020). Drought-induced alterations in photosynthetic, ultrastructural and biochemical traits of contrasting sugarcane genotypes. *PLoS One*, 15 (7), e0235845. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235845
- Zilliani, R. R. (2015). Influência de biorreguladores sobre a fisiologia e crescimento inicial de cana-de-açúcar submetida ao déficit hídrico (59p). Dissertação de Mestrado, Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, SP, Brasil.

Recebido em: 20/08/2020

Aceito em: 06/04/2021